



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1990

763

Juha-Pekka Hotanen & Hannu Nousiainen

METSÄ- JA SUOKASVILLISUUDEN NUMEERISEN
RYHMITTELYN JA KASVUPAIKKATYYPPIEN
RINNASTETTAVUUS

The parity between numerical units and site types of forest
and mire vegetation

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 857 051
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 763

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1990

Juha-Pekka Hotanen & Hannu Nousiainen

METSÄ- JA SUOKASVILLISUUDEN NUMEERISEN
RYHMITTELYN JA KASVUPAIKKATYYPPIEN
RINNASTETTAVUUS

The parity between numerical units and site types of forest
and mire vegetation

Approved 23.11.1990

Hotanen, J.-P. & Nousiainen, H. 1990. Metsä- ja suokasvillisuuden numeerisen ryhmittelyn ja kasvupaikkatyyppien rinnastettavuus. The parity between the numerical units and site types of forest and mire vegetation. *Folia Forestalia* 763. 54 p.

Tutkimuksessa analysoitiin kahden maastossa tehdyin samapaikkaisen metsä- ja suotyyppittelyn eroja sekä tyyppittelyn yhteyksiä numeeriseen ryhmittelyyn. Aineistona oli 338 koealan systemaattinen otos valtakunnan metsien 7. inventoinnin (VMI) pysyviä koealoja, joilta analysoitiin pintakasvillisuus ja mitattiin ympäristömuuttujia. Koealat luokiteltiin kaksisuuntaisella indikaattorilajianalyysillä (TWINSPAN) ja ordinoitiin oikaistulla korrespondenssianalyysillä (DCA). Tulosten tulkinnassa käytettiin lisäksi korrelaatio- ja varianssianalyysiä.

Kangasmaiden maastoluokittelussa suurimmat erot tämän työn ja VMI:n välillä olivat kuivien ja kuivahkojen kankaiden välisessä määrittelyssä. Maastoluokittelujen väliset erot ja kasvupaikkatyyppien hajonta TWINSPAN-ryhmissä olivat nuorissa metsissä samaa suuruusluokkaa kuin sulkeutuneissa metsissä. Metsätyyppijärjestelmän soveltamisessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota puuston vaikutuksiin pintakasvillisuuden rakenteeseen. Numeeriset kasvillisuusluokat olivat useimmiten rinnastettavissa metsä- ja suotyyppiin, mutta myös tyyppien välimuodot ovat tavallisia nykyisissä talousmetsissä. Todettiin mm. humuskerroksen ohenevan ja selluloosan hajotuksen hidastuvan kasvupaikan karuuntumisen myötä. Tulokset tukivat käsitystä metsätyyppijärjestelmän yksiulotteisuudesta, johon sukkessioian vaihtelu aiheutti kuitenkin selvän lisävaihtelusuunnan.

Sekä ojittamattomien että ojitetujen soiden pääjako TWINSPAN-analyseissa osoittivat rämeisyyden ja toisella puolen korpisuuden luonnehtijalajit. Pääryhmien jakoa luonnehti (sitien) myös kasvillisuuden suhde keskusta- ja reunavaikutteisuuteen. Päägradientti voitiin tulkita 'metsällisen viljavuuden' vaihtelusuunnaksi. Todettiin positiivinen riippuvuus puustotunnusten (pohjapinta-ala, tilavuus) ohella mm. selluloosan hajotusnopeuden, maatumisasteen ja suotyyppien trofiasarjan (yhdistetty räme- ja korpityyppisarja) välillä. Luokituksen hajontaa oli ojittamattomilla soilla erityisesti ravinteisuusgradientin karussa päässä sekä ojitusalueilla yleensä, etenkin kohtalaista trofiaa osoittavien tyyppien kohdalla.

The aim of the study was to determine the usability of the forest and peatland site type classification in a given area. The material consisted of 338 systematically sampled permanent plots from the 7th National Forest Inventory (NFI) carried out in 1981–84. The understorey vegetation was described and environmental variables measured on the plots. Two-way indicator species analysis (TWINSPAN) and detrended correspondence analysis (DCA) were used in numerical classification and ordination of the vegetation data. Correlation analysis and analysis of variance were also used in the interpretation of the results.

The two independent field classifications (this study and the one in the 7th NFI) differed most with respect to the definition of dryish and dry forest sites. Differences between field classifications and deviations in the TWINSPAN clusters were not markedly more frequent in young stands than in mature stands. More attention should be paid to the effects of the tree canopy on the understorey vegetation. Although clusters comparable to the forest and peatland site types were found, intermediate types also appeared to be frequent in the managed forests of today. The humus layer became thinner and the cellulose decomposition rate slower as the fertility of the site decreased. The results obtained here support the unidimensional concept of the forest site type system. However, a clear disturbance, mainly caused by varying succession age, was also obvious.

The topmost division of the TWINSPAN classification of both undrained and drained peatland forests reflected roughly pine bog and spruce mire categories. The division thus reflected mire centre and mire margin effects. The main gradient could also be interpreted as a potential stand yield gradient. Positive correlation was detected between stand characteristics, (e.g. volume, basal area) as well as cellulose decomposition rate, humification degree, and the trophy series of the peatland site types. In the case of undrained peatlands, misclassifications were frequent at the infertile end of the fertility gradient. This also occurred in the drained peatlands as a whole, especially at the centre of the fertility gradient.

Keywords: classification, DCA, forest site types, ordination, peatland site types, TWINSPAN, vegetation. ODC 114.521.7

Authors' addresses: *Hotanen*: The Finnish Forest Research Institute, P.O.Box 68, SF-80101 Joensuu; *Nousiainen*: The Finnish Forest Research Institute, Department of Peatland Forestry, Box 18, SF-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-1132-5

ISSN 0015-5543

Helsinki 1990. Valtion painatuskeskus

Sisällys

1. JOHDANTO	5
11. Metsätyyppioppi	5
111. Perusperiaatteet	5
112. Metsätyyppien ekologiset ulottuvuudet	5
113. Metsätyypit 'luonnollisena luokitusjärjestelmänä'	5
12. Suotyypipioppi	6
121. Periaatteet	6
122. Ojitettujen soiden luokittelu	7
13. Luokitustutkimuksen nykytilanne	7
14. Tutkimusongelma ja tutkimuksen tarkoitus	7
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	8
21. Tutkimusalue ja koealat	8
22. Mittaukset ja havainnot	8
23. Numeerinen käsittely	9
3. TULOKSET	12
31. Nuoret kivennäismaan metsät	12
311. Luokittelu ja ordinaatio	12
312. Ympäristömuuttujat	13
32. Sulkeutuneet kivennäismaan metsät	15
321. Luokittelu ja ordinaatio	15
322. Ympäristömuuttujat	17
323. Sulkeutuneiden metsien ja vertailumetsätyyppien ordinaatio	19
324. Sulkeutuneiden ja nuorten metsien ordinaatio	20
33. Luonnontilaiset nevat	20
34. Ojittamattomat rämeet ja korvet	21
341. Luokittelu ja ordinaatio	21
342. Ympäristömuuttujat	25
343. Ojittamattomien rämeiden ja korpien sekä vertailusuotyypin ordinaatio	25
35. Ojitetut nevat	26
36. Ojitetut rämeet ja korvet	27
361. Luokittelu ja ordinaatio	27
362. Ympäristömuuttujat	29
363. Ojitettujen turvemaiden ja kangasmetsien ordinaatio	30
4. TULOSTEN TARKASTELU	31
41. Otanta ja menetelmät	31
42. Kivennäismaat	32
421. Luokittelu ja sen yleinen vertailu	32
422. Kasvilajit ja metsätyypin määrittäminen	34
423. Metsätyyppi ja metsämaa	35
424. Selluloosan hajoaminen	35
425. Puustotunnukset	36
43. Turvemaat	36
431. Luokittelu ja sen yleinen vertailu	36
432. Luokittelu ja suokasvillisuuden päävaihtelusuunnat	38
433. Selluloosan hajoaminen, maatumisaste	39
434. Puustotunnukset	39
5. PÄÄTELMÄT	40
KIRJALLISUUS – REFERENCES	41
SUMMARY	46
LIITTEET	50

Käytetyt lyhenteet — Symbols

Metsätyytit — Forest site types:

CT	kanervatyyppi — <i>Calluna</i> -type
ECT	variksenmarja-kanervatyyppi — <i>Empetrum-Calluna</i> -type
VT	puolukkatyyppi — <i>Vaccinium</i> -type
EVT	variksenmarja-puolukkatyyppi — <i>Empetrum-Vaccinium</i> -type
PIT	seinäsammaltyyppi — <i>Pleurozium</i> -type
MT	mustikkatyyppi — <i>Myrtillus</i> -type
DeMT	metsälauha-mustikkatyyppi — <i>Deschampsia-Myrtillus</i> -type
VMT	puolukka-mustikkatyyppi — <i>Vaccinium-Myrtillus</i> -type
OMT	käenkaali-mustikkatyyppi — <i>Oxalis-Myrtillus</i> -type
GOMT	kurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyyppi — <i>Geranium-Oxalis-Myrtillus</i> -type

Suotyytit — Peatland site types

KeR	kermi- l. keidasräme — <i>ombrotrophic ridge-hollow pine bog</i>
RamIR	rahkamättäinen isovarpuräme — <i>ombrotrophic Sphagnum fuscum-S. angustifolium pine bog</i>
RaR	rahkaräme — <i>Sphagnum fuscum pine bog</i>
RamTR	rahkamättäinen tupasvillaräme — <i>cottongrass pine bog with Sphagnum fuscum hummocks</i>
TR	tupasvillaräme — <i>cottongrass pine bog</i>
TNR	tupasvillanevaräme — <i>cottongrass sedge pine bog</i>
IR	isovarpuinen räme — <i>low-shrub pine bog</i>
LkN	lyhytkorsineva — <i>ombrotrophic small-sedge bog</i>
LkKaN	lyhytkorsikalvakkaneva — <i>small-sedge Sphagnum papillosum bog</i>
RamVNR	rahkamättäinen varsinainen nevaräme — <i>tall-sedge pine swamp with Sphagnum fuscum hummocks</i>
VNR	varsinainen nevaräme — <i>tall-sedge pine swamp</i>
KgR	kangasräme — <i>paludified pine forest</i>
PsR	pallosararäme — <i>Carex globularis pine swamp</i>
KR	korpiräme — <i>spruce pine swamp</i>
PK	puolukkakorpi — <i>Vaccinium vitis-idaea spruce swamp</i>
KgK	kangaskorpi — <i>oligo-mesotrophic paludified spruce forest</i>
MrK	muurainkorpi — <i>Rubus chamaemorus spruce swamp</i>
MK	mustikkakorpi — <i>Vaccinium myrtillus spruce swamp</i>
MkK	metsäkortekorpi — <i>Equisetum sylvaticum spruce swamp</i>
RhK	ruohokorpi — <i>herbrich hardwood-spruce swamp</i>
VNK	varsinainen nevakorpi — <i>tall-sedge spruce swamp</i>

Kuivatusvaiheet — Drainage stages

oj	ojikko — <i>recently drained peatland</i>
mu	muuttuma — <i>transitional drained peatland</i>
tkg	turvekangas — <i>old peatland forest</i>

Kasvupaikan ravinteisuusluokat Huikarin järjestelmässä — *Fertility classes of site types in Huikari's system* (e.g. Huikari 1974):

I	lehdot, lehtomaiset- ja lettosuot — <i>groves, meso-eutrophic and eutrophic mires</i>
II	lehtomaiset kankaat, ruohoiset suot — <i>grove-like forest types, herbrich mires</i>
III	tuoreet kankaat, suursaraiset ja mustikkaiset suot — <i>fresh forest types, tall-sedge- and Vaccinium myrtillus-rich mires</i>
IV	kuivahkot kankaat, piensaraiset ja puolukka- ja V. vitis-idaea-rikkäät suot — <i>dryish forest types, small-sedge- and V. vitis-idaea-rich mires</i>
V	kuivat kankaat, tupasvillaiset ja isovarpuiset suot — <i>dry forest types, cottongrass- and low-shrub-rich mires</i>
VI	karukkokankaat, rahkaiset suot — <i>barren forest types, ombrotrophic S. fuscum-rich mires</i>

Metsikön kehitysvaiheet — Development classes of tree stand:

0	puuton kasvupaikka — <i>treeless site</i>
1	aukea uudistusala tai siemenpuumetsikkö — <i>open area or seed tree stand</i>
2	pieni taimisto — <i>small seedling stand</i>
3	varttunut taimisto — <i>advanced seedling stand</i>
4	nuori kasvatusmetsikkö — <i>young thinning stand</i>
5	varttunut kasvatusmetsikkö — <i>advanced thinning stand</i>
6	uudistuskypsä metsikkö — <i>mature stand</i>
7	suojustuumetsikkö — <i>shelterwood stand</i>

1. Johdanto

11. Metsätyyppioppi

111. Peruseriaatteet

Kasvupaikkaluokituksen perustana Suomessa on A.K. Cajanderin kehittämä metsätyyppioppi (Cajander 1909, 1926, 1949, Cajander & Ilvessalo 1921), joka koostuu metsätyyppi-teoriasta ja sen käytännöllisestä sovellutuksesta, metsätyyppijärjestelmästä (Nieppola 1986). Cajanderin teoriassa pintakasvillisuudella on keskeinen ja varsin itsenäinen asema: sen katsotaan kuvastavan kasvupaikan biologista kokonaisarvoa, ja metsätyyppi on tätä arvoa kuvaava käsite (ks. myös Frey 1973).

Teorian mukaan nk. primaariset kasvupaikkatekijät määräävät (1) kasvilajien erilaisten kasvupaikkavaatimusten, (2) kilpailun ja (3) kasvien toistensa suosimisen kautta paikalle syntyvän kasvillisuuden siten, että kasvillisuus muodostaa verraten säännömukaisia ja selvärajaisia yhdyskuntia, jotka kuvastavat välillisesti metsämaan viljavuutta (Cajander 1926, 1949). Vaikka maaperän viljavuus muuttuu jatkumoluontoisesti, myötäilee kasvipeite viljavuutta äkillisemmin muutoksin (Cajander 1949, ks. myös Tilman 1982).

Metsätyyppijärjestelmä ja -käsite kehitettiin talousmetsien kasvupaikkaluokitusta varten. Cajander laati luokituksen kutakuinkin pysyvien (kliimaks-)yhdyskuntien perusteella (Frey 1973). Hän kuitenkin määritteli metsätyyppikäsitteen siten, että se mahdollistaa samanarvoisten kasvupaikkojen luokittelun eri ikäisissä ja eri tavoin hakatuissa talousmetsissä: kliimaks-metsäyhdyskunta ja sitä kohti kehittyvät sukkessioyhdyskunnat muodostavat kokonaisuutena metsätyyppin (Cajander 1949, Kalela 1961).

Metsätyyppien avulla kasvupaikat voidaan luokitella paitsi primääriselta puuntuotoskyvyltään myös ekologiaaltaan ja siten metsänhoidon kannalta eri luokkiin. Näitä Cajander (1921, 1923, 1926, 1949) piti teorianensa tärkeimpinä seikkoina käytännön kannalta. Metsätyypppejä on sovellettu laajalti myös metsätalouden suunnittelu- ja järjestelytehtä-

vissä (ks. Mikola 1982). Boreaalisen vyöhykkeen ulkopuolella teorialla on ollut vähän käyttöä (ks. esim. Frey 1973, Grandtner & Vaucamps 1982, Kielland & Lund 1982).

112. Metsätyyppien ekologiset ulottuvuudet

Suomalainen metsätyyppijärjestelmä on rakennettu yksiulotteiseksi (vrt. Eesti: Frey 1973). Metsätyyppit on järjestetty puuntuotoskykyä vastaavaan perussarjaan kuivista ja karuista tyypeistä kosteisiin ja viljaviin tyyppihin (Keltikangas 1959). Metsäkasvillisuuden ilmastollinen vaihtelu (Kujala 1936, 1938, Kalela 1960, 1961, ks. myös Ahti ym. 1968) on huomioitu kuvaamalla perussarjat (ns. paralleelityypit) kullekin metsäkasvillisuusvyöhykkeelle (Kalela 1961). Eri ilmastovyöhykkeen vastaavat metsätyyppit luetaan samaan kasvupaikkatyyppiin (lehto, lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas ja karukkokangas) (Lehto & Leikola 1987). Paralleelityyppien voidaan katsoa tuottavan vain yksiulotteisen sarjan jokaiselle vyöhykkeelle (Oksanen 1984). Pyrkimyksiä lisäulottuvuuksien huomioon ottamiseksi on kuitenkin esiintynyt (Linkola 1916: kulttuurin vaikutus; Jalas 1950, Sarvas 1952: paikallinen kasvupaikkailmasto).

Metsätyyppien kuvaukset perustuvat jokseenkin luonnontilaisiin ja sulkeutuneisiin metsiköihin (Cajander 1949, Kalliola 1973, Kujala 1979). Eri-ikäisyyden biologisen samanarvoisuuden toteaminen edellyttää sukkessiosarjojen kuvaamista ja tuntemista (Cajander 1909, 1949). Vaatimuksia sukkessiosarjojen kuvaamisesta on toistettu viime aikoihin asti (Kuusela 1984, Lähde 1984, Nieppola 1986, Sepponen 1987).

113. Metsätyyppit 'luonnollisena luokitusjärjestelmänä'

Cajanderin oppia on kritisoitu mm. puulajin ja puuston merkityksen aliarvoimisesta pin-

takasvillisuuteen (esim. Brenner 1921, 1922, Tamm & Petrini 1922, Teivainen 1952, Kuusipalo 1985, Lahti & Väisänen 1987) ja metsätyypin määrittelyn subjektiivisuudesta (mm. Lihtonen 1918, Brenner 1921, 1922). Lisäksi Brenner, Hesselman (1926) ja Siren (1955) vaativat tarkennuksia kasvillisuuden ja kasvupaikan biologisen arvon väliseen suhteeseen (ks. myös Palo 1982, Leikola 1984a). Nieppolan (1986) mukaan Cajander jätti tarkempaa selvitystä vaille myös metsätyyppien välimuodot. Niiden yleisyydestä ei ole vielääkään selvää käsitystä.

Koska metsätyyppi-järjestelmä suunniteltiin käytännön tarpeisiin, pyrittiin tyyppien lukumäärä pitämään pienenä painottaen taloudellisia ja metsänhoidollisia näkökohtia (Cajander 1921, 1926, Leikola 1984b). Järjestelmään hyväksytyjen metsätyyppien sisäinen vaihtelu jäi näin suureksi (Keltikangas 1959), ja jouduttiin tinkimään tyyppikuvausten ekologisesta täsmällisyydestä (Kuusipalo 1985).

Kasvupaikkaluokkien lukumäärän tarpeellisuus riippuu viime kädessä käyttäjästä (Karjula ym. 1982, Loven 1984). Metsätalouteen kehitetty luokitusjärjestelmä ei palvele yhtä hyvin ekologisesti tarkempaa luokitusta vaativaa biologista tutkimusta (Kuusipalo 1985). Sama järjestelmä tuskin pystyy kattamaan kaikki tutkimuksen ja käytännön tarpeet, mutta järjestelmät voivat perustua samaan teoriaan.

Nykyisin valtaosa metsistämme edustaa nuorempia sukkessiovaiheita (Kuusela & Salminen 1983), ja myös metsien käsittely on Cajanderin ajoista muuttunut. Kuuselan (1982) mukaan osa metsätyyppien pinta-alajakaumien muutoksista perättäisissä valtakunnan metsien inventoinneissa selittyy metsätyyppien (etenkin nuorten metsien) määrittelyn subjektiivisuudesta. Näissä olosuhteissa on syntynyt keskustelua metsätyyppien käytön objektiivisuudesta sekä vaihtoehtoisista ja täydentävistä bonitointijärjestelmistä (Sepponen 1980, 1984, Solantie 1980, Gustavsen 1981, 1984, Vuokila 1980, 1982, Kuusela 1982, Roiko-Jokela 1984, Kilkki 1987).

Esim. puuston valtapituuteen ja ikään perustuvilla jatkuvilla indekseillä on luokitellussa objektiivisia etuja, mutta myös haittoja ja vaikeuksia (mm. Cajander 1949, Gustavsen 1980, 1981, 1984, Vuokila 1980, 1982, Kilkki & Ojansuu 1981, Kuusela 1982, Roiko-Jokela 1984, Varmola 1984). Olisi tunnettava esim. metsänjalostuksen, lannoituksen, uudistamismenetelmän ja muiden mahdollis-

ten toimenpiteiden sekä metsikön kehityshistorian vaikutukset pituuskehitykseen.

12. Suotyyppioppi

121. Periaatteet

Perusteoria metsä- ja suotyyppiopin välillä on sama. Cajanderin suotyyppi-järjestelmä (1913–1916) perustui kuitenkin metsätyppi-järjestelmää tarkemmin nk. site-type- periaatteeseen (Eurola & Kaakinen 1977, Eurola & Holappa 1984, Eurola ym. 1984). Suotyypit muodostavat ekologisesti moniulotteisen systeemin, ja luokituksessa kiinnitetään huomiota puulajeihin ja yleensä puuston olemassaoloon.

Cajanderin nk. suomalainen suotyyppioppi joutui välittömästi maa- ja metsätaloudelliseen hyväksikäyttöön. Nopeasti etenevä tutkimus johti suokasvien ja -kasvillisuuden ryhmittelyyn trofian (oligo-, meso- ja eutrofia) ja muiden ekologisten vaihtelusuuntien suhteen: suoveden ja turpeen happamuus, mätäs-, väli- ja rimpipinta (kuiva-, väli-, märkäpinta) sekä reuna- ja keskustavaikutus (esim. Kujala 1921, Waren 1926, Kotilainen 1927, 1932, Kivinen 1933, 1935, Paasio 1933, 1941, Tuomikoski 1942, Heikurainen 1953, Ruuhijärvi 1960, Eurola 1962, Puustjärvi 1968, Westman 1981). Niinpä suokasvien ekologinen indikaattoriarvo tunnetaan nykyään hyvin (Eurola & Kaakinen 1978, Pakarinen & Ruuhijärvi 1978, Pakarinen 1979, Eurola ym. 1984, Eurola & Holappa 1985).

Lähinnä suokasvillisuuden ekologian tutkimus johti myös suotyyppien viljavuus- tai hyvyysluokitteluun potentiaalisen puuntuotoskyvyn määrittämistä varten (ks. Reinikainen & Hotanen 1988). Ojitettujen soiden puuston tuotoskykyyn perustuvaa viljavuus-sarjaa kehitti Tanttu (1915) ja ojituskelpoisuuden luokittelua erityisesti Lukkala (1929) (ks. Lukkala & Kotilainen 1951). Näissä molemmissa järjestelmissä mahdollistui soiden boniteettien rinnastaminen metsätyyppien boniteetteihin.

Suomessa on käytössä useita cajanderilaisia soiden luokittelun alajärjestelmiä: (1) yksityiskohtainen kasvitieteellinen (Eurola & Kaakinen 1978, Ruuhijärvi 1983, Eurola ym. 1984), (2) kasvitieteellisesti-metsätieteellinen (Lukkala & Kotilainen 1951, Heikurainen 1979, 1986, Heikurainen & Pakarinen 1982,

Laine & Vasander 1990 ja (3) ekstensiivinen metsätalouteen ja -inventointeihin tarkoitettu luokittelu (Huikari 1952, Huikari ym. 1964, Huikari 1974). Luokitteluja voidaan rinnastaa toisiinsa esim. sijoittamalla yksityiskohtaisempien pääkategorioiden suotyyppejä Huikarin järjestelmän kuuteen ravinteisuusluokkaan (Eurola & Kaakinen 1978, Reinikainen & Päivänen 1983, Hotanen 1989).

122. Ojitettujen soiden luokittelu

Ojituksen käynnistämisen sekundaarisuokkessioon pääpiirteet selvitettiin jo vuosisadan alkupuoliskolla (Tanttu 1915, Multamäki 1923, Lukkala 1929). Keskeisellä sijalla ovat kuitenkin Saraston (1952, 1957, 1961a) tutkimukset. Ojitusalueiden luokittelua on Saraston tutkimusten jälkeen alettu kehittää vasta viime vuosina (Reinikainen 1988, Laine 1989).

Vanhat ojitusalueet lähenevät pintakasvillisuutensa puolesta metsätyyppejä ja käytössä olevat turvekangastyypit voidaan rinnastaa puuntuotoskyvyltään metsätyyppeihin melko luotettavasti (Heikurainen 1980, Laine 1989) niiden ekologian peruseroista huolimatta: keskeisimmät kasvupaikkatekijät, vesi- ja ravinnetalous ja kasvupaikkailmastokin, ovat erilaiset kuin kivennäismaiden metsissä.

13. Luokitustutkimuksen nykytilanne

Kiinnostus ja mahdollisuus metsä- ja suotyyppeiden tutkimiseen sekä luokitteluiden testauksiin ovat kasvaneet viime aikoina numeeristen menetelmien kehittymisen myötä. Nämä ovat antaneet mahdollisuuden suokasvillisuustutkimuksen perinteisen työvälineen, ekologisten gradienttien (mm. Tuomikoski 1942, Heikurainen 1953, Havas 1961) tehokkaampaan analyysiin ja hyväksikäyttöön.

Cajanderin metsätyyppioppi ei ole valmis rakennelma, vaan pikemminkin lähtökohta, jolle kasvupaikkaluokitusta voidaan edelleen kehittää (ks. myös Hotanen & Kuusipalo 1988). Opin kehittämisen ja testausvaatimuksia ovat painottaneet paitsi Cajander (1949) myös monet muut tutkijat (esim. Keltikangas 1959, Vuokila 1982, Leikola 1984a, Sepponen 1985, 1987, Kuusipalo 1985, Nieppola

1986, Lahti & Väisänen 1987). Oppi- ja käsikirjojen kuvausten perusteella subjektiivisesti määritettävät, järjestysasteikolle asetetut metsätyypit muodostavat hypoteesin (Kilkki 1987), jota vasta viime vuosina on alettu testata mm. ordinaatio- ja luokittelumenetelmillä (Oksanen 1984, Sepponen 1985, Kuusipalo 1985, Lahti & Väisänen 1987). Sukkessioyhdyskuntia ovat analysoineet mm. Lindholm & Vasander (1987) ja Tonteri ym. (1990).

Suotyypitutkimuksissa numeerisia menetelmiä on maassamme käyttänyt mm. Pakarinen (1976, 1979, 1982, 1985, Pakarinen & Ruuhijärvi 1978), joka on ryhmitellyt Euroolan (1962) Etelä-Suomesta ja Ruuhijärven (1960) aapasuoalueelta keräämät luonnontilaisia suotyyppejä koskevat aineistot sekä verrannut eri monimuuttujamenetelmien soveltuvuutta suotyyppeiden luokitteluun.

Ne ojitusalueiden kasvillisuus- ja luokittelututkimukset, joissa em. menetelmiä on sovellettu, ovat toistaiseksi perustuneet suppeisiin havaintoaineistoihin (Mannerkoski 1979, Kuusipalo & Vuorinen 1981, Kurimo & Uski 1988), tai tarkastelukulma on ollut muu kuin tyyppittelyä testaava (Vasander 1987, Westman 1987). Kattavampi luokittelututkimus on vielä alustavassa vaiheessaan (Reinikainen 1988, Laine 1989).

Kaikille em. monimuuttujamenetelmiä soveltaville tutkimuksille on yhteistä se, että menetelmät sopivat hyvin metsä- ja suokasvillisuuden analysointiin. Ordinaatio- ja luokittelumenetelmät testaavat ja täsmentävät aikaisempaa kuvaa kasvillisuusvaihtelusta, joka suokasvillisuusaineistoissa on usein moniolotteista. Tarpeellista näyttää monesti olevan useamman menetelmän käyttö samoihin aineistoihin.

14. Tutkimusongelma ja tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksessa esitetään Metsähallinnon Nurmeksen ja Lieksan hoitoalueissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin (VMI) valtaosin pysyvillä koelaloilla vuosina 1981–1984 tehtyjen kasvillisuus- ja kasvupaikkatutkimusten päätulokset. Tulosten yksityiskohtaisempi esittely ja tarkastelu sekä otannan ja menetelmien laajempi pohdinta on tehty julkaisemattomassa opinnäytetyössä (Hotanen 1988). Tutkimuksen tarkoitus on:

- (1) kuvata ja analysoida alueen metsä- ja suokasvillisuudessa esiintyvää vaihtelua sekä ryhmitellä koeala-aineisto objektiivisesti.
- (2) testata tämänhetkisen metsä- ja suotyyppijärjestelmän toimivuutta tutkimusalueella:
 - (a) vertaamalla maastossa suoritettuja luokitteluja numeerisilla menetelmillä saatuihin luokitteluihin,
 - (b) vertaamalla tämän tutkimuksen kenttätöissä sekä 7. VMI:ssä (v. 1980) suoritettuja maastoluokitteluja keskenään (samapaikkaiset havainnot).

Jatkotutkimusten kannalta käytännöllisenä tavoitteena oli lähtötilanteen kartoitus ja joustavan ATK-järjestelmän luominen Ylä-Karjalan samoihin koealoihin perustuvaa seurantaan varten. Lisäksi tutkimuksen kuussa kehitettiin 8. VMI:n pysyvien koealojen kasvillisuuden maastoinventointimenetelmä (Reinikainen & Nousiainen 1985).

Prof. Kullervo Kuuselan ehdotuksesta Suomalainen Tiedeakatemia perusti vuonna 1980 työryhmän valmistelemaan "Metsä- ja suoekosysteemin seurantajärjestelmän kehittäminen" -nimisen tutkimuksen toteuttamista Metsäntutkimuslaitoksessa. Hankkeen suunnittelun tukena oli aluksi Tiedeakatemian nimeämä asiantuntijaryhmä puheenjohtajana prof. K. Kuusela ja jäseninä professorit Teuvo Ahti, Paavo Havas, Jaakko Jalas, Esko Kangas, Aarne Nyssönen ja Mikko Raatikainen. Työn tavoitteeksi asetettiin ekosysteemin tilaa kuvaavien tunnusten kehittäminen valtakunnan met-

sien inventointia (VMI) varten. Työryhmä käsitteli FL Antti Reinikaisen kokoaman tutkimussuunnitelman ja menetelmätutkimus aloitettiin kenttätöillä Metsähallinnon Nurmeksen ja Lieksan hoitoalueissa 7. VMI:n pysyvillä koealoilla kesällä 1981.

Vuonna 1981 ko. menetelmätutkimuksen työohjelman toteutuksesta vastasi maastotyöryhmän vetäjänä FK Kauko Salo avustajinaan tämän työn tekijät. Vuosina 1982–83 toimivat tämän työn tekijät ryhmänjohtajina. Hankkeen vastuuhenkilönä on ollut Antti Reinikainen.

Käsiällä oleva tutkimus perustuu kasvupaikkaluokituksen yhteydessä koealoilta kerättyyn materiaaliin. Kasvillisuusaineiston tallennuskuntoon muokkaamisesta on vastannut Nousiainen. ATK-analyysit teki Hotanen, joka valmisti tuloksista opinnäytetyönsä (Hotanen 1988). Lopullisen käsikirjoituksen laativat tekijät yhdessä. Esitämme kiitokset Kauko Salolle ja Antti Reinikaiselle, joka on asiantuntevasti johdattanut meidät kasvupaikkaluokittelun kiehtovaan maailmaan. FT Jussi Kuusipalon ja VMI:n ryhmänjohtajien kanssa käydyt keskustelut ovat olleet hedelmällisiä. Kenttätöiden eri vaiheisiin ovat osallistuneet silloiset ylioppilaat Juhani Grönroos, Martti Höglund, Jukka-Pekka Jäppinen, Aarne Kohonen, Raino Kukkonen, Markus Lindholm, Jukka Rönkkö ja Jukka Välijoki sekä suontutkimusosaston tutkimusmestarit Markus Hartman ja Yrjö Sulkala. Prof. Eero Paavilaisen suhtautuminen moniulotteiseen ongelmakenttäämme on ollut myötämielinen. Kiitoksemme myös metsänarvioimisen tutkimusosaston metsäinventoinnin tutkimussuunnalle hyvästä yhteistyöstä. Käännökset suomesta englanniksi on tehnyt MML John Derome. Käsikirjoituksen ovat lukeneet prof. Eero Paavilainen, prof. Matti Leikola, dos. Pekka Pakarinen ja FL Antti Reinikainen tehden siihen arvokkaita korjausesityksiä.

2. Aineisto ja menetelmät

21. Tutkimusalue ja koealat

Tutkimusalue sijoittuu Pohjanmaa-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykkeen ja Pohjanmaan aapasuoalueen eteläosiin; keski- ja eteläborealisen havumetsävyöhykkeen vaihettumisalueelle (Ahti ym. 1968, Kalliola 1973) (kuva 1). Alueen keskikorkeus merenpinnasta on n. 185 m ja tehoisan lämpötilan summa n. 1000°C (mm. Sevola 1983). Kasvukauden (+5°C– –5°C) pituus on 145–150 vrk, kasvukauden sademäärä runsaat 300 mm ja vuotuinen sademäärä keskimäärin 550–600 mm (Kolkki 1966, Pohjois-Karjalan luonnonympäristö 1974).

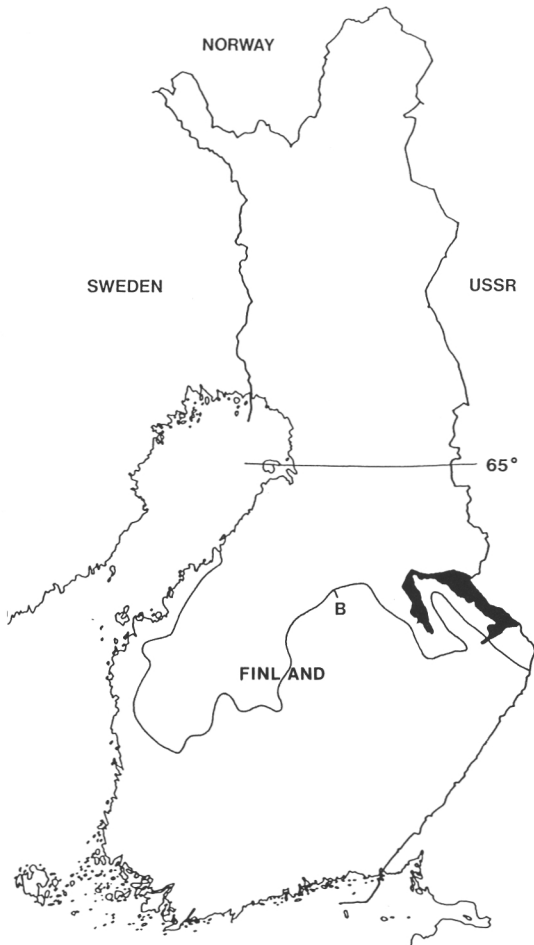
Alueen kallioperä on lähinnä piihappopitoista graniittigneissä, mutta myös pieniä suonigneissi- ja graniittialueita esiintyy. Muut kallioperälajit ovat pintaalallisesti vähämerkityksellisiä (Pohjois-Karjalan luonnonympäristö 1974). Tutkimuksen piiriin kuuluvat alueet ovat valtaosaltaan moreeni- ja turvemaita.

Tutkitut 338 koealaa sijaitsivat 153:lla 7.VMI:n inventointilohkolla Metsähallinnon Nurmeksen ja Lieksan hoitoalueissa (kuvat 1 ja 2). Näissä hoitoalueissa oli voimaperäistä puunkasvatustutkimusta (Sevola 1983) ja Metsähallituksen metsävarojen inventointia

varten tihennetty 4 km:n lohkoväli normaalin 8 km:n sijasta. Koealoista 284 kpl oli perustettu pysyviksi koealoiksi, 54 kpl oli niistä 200 m:n etäisyydellä olleita kanto- ja puustokoealoja (kuva 3). Koealojen keskipisteeseen suunnistettiin peruskarttojen ja linjapöytäkirjojen avulla.

22. Mittaukset ja havainnot

Varsinainen VMI-ryhmä mittasi metsikkö- ja puustotunnukset v. 1980. Tämän tutkimuksen biologiryhmät v. 1981–1984 mittasivat ja arvioivat seurantatutkimuksen edellyttämät tunnuksat. Käsiällä olevassa työssä niitä olivat kasvillisuuden kuvaaminen ja kasvupaikkaluokittelu, maalajin, maanpinnan muokkaustavan, pensas- ja latvuspeittävyuden (%), selluloosan hajotusaktiivisuuden ja turpeen maatumisasteen määrittäminen sekä humus- ja turvekerroksen paksuuden mittaaminen. Koealojen lannoitustiedot kerättiin hoitoalueiden kuviokohtaisesta lannoitusrekisteristä.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti (tummennettuna) sekä etelä- ja keskiborealisen havumetsävyöhykkeen välinen raja (B) (Ahti ym. 1968).

Fig. 1. Location of the study area (darkened), B = border between southern and middle-boreal vegetation zones (Ahti et al. 1968).

VMI:ssa mitatuista puustotunnuksista käytettiin kehitysluokkaa, vallitsevaa puulajia, pohjapinta-alaa ja keskilämpimittaa, jotka saatiin inventoinnin nk. kuviotiedostosta (Valtakunnan metsien... 1977). Koealakohtaiset puustotilavuudet laskettiin inventoinnin luku-puutiedostosta.

Kangasmaat luokiteltiin maastossa kasvupaikkatyyppiin (Lehto & Leikola 1987) ja suot suotyyppeihin (Heikurainen & Pakarinen 1982, Heikurainen 1986). Ojitusalueilla merkittiin myös kuivatusvaihe (oj, mu, tkg) (Sarasto 1961a,b). Jos koeala jakaantui useampaan tyyppiin, merkittiin lomakkeelle kunkin tyyppin pinta-alaosuus.

VMI:ssa käytetään kankaiden luokittelussa kasvupaikkatyyppiä ja soilla Huikarin (mm. Huikari ym. 1964) kehittämää ravinteisuusluokitusta (Kuusela 1984, Valtakunnan metsien... 1986). Järjestelmässä on kuusi ravinteustasoa (I = lehdot sekä lehtomaiset ja lettosuot, II = lehtomaiset kankaat sekä ruohoiset

suot, III = tuoreet kankaat sekä suursaraiset ja mustikkaiset suot, IV = kuivahkot kankaat sekä piensaraiset ja puolukkaist suot, V = kuivat kankaat sekä tupasvillaiset ja isovarpuiset suot, VI = karukkokankaat sekä rahkaiset suot).

Kenttä- ja pohjakerroslajien peittävyudet arvioitiin kahdeksalta 1 m²:n ruudulta käyttäen asteikkoa +, .5, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 20, 25...85, 90, 93, 95, 97, 98, 99, 100. Samat kaksi henkilöä, jotka arvioivat jokaisen ruudun peittävyudet yhdessä ensimmäisenä tutkimusvuotena, arvioivat peittävyudet ryhmässään myös seuraavina vuosina. Puut ja pensaat luettiin kenttäkerrokseen 50 cm pituuteen saakka. Kasviruodut sijaitsivat koealalla systemaattisesti (kuva 4). Putkilokasvien nimet ovat Hämet-Ahdin ym. (1986), sammalet Koposen ym. (1977) ja jäkälät Ahdin (1981) mukaan.

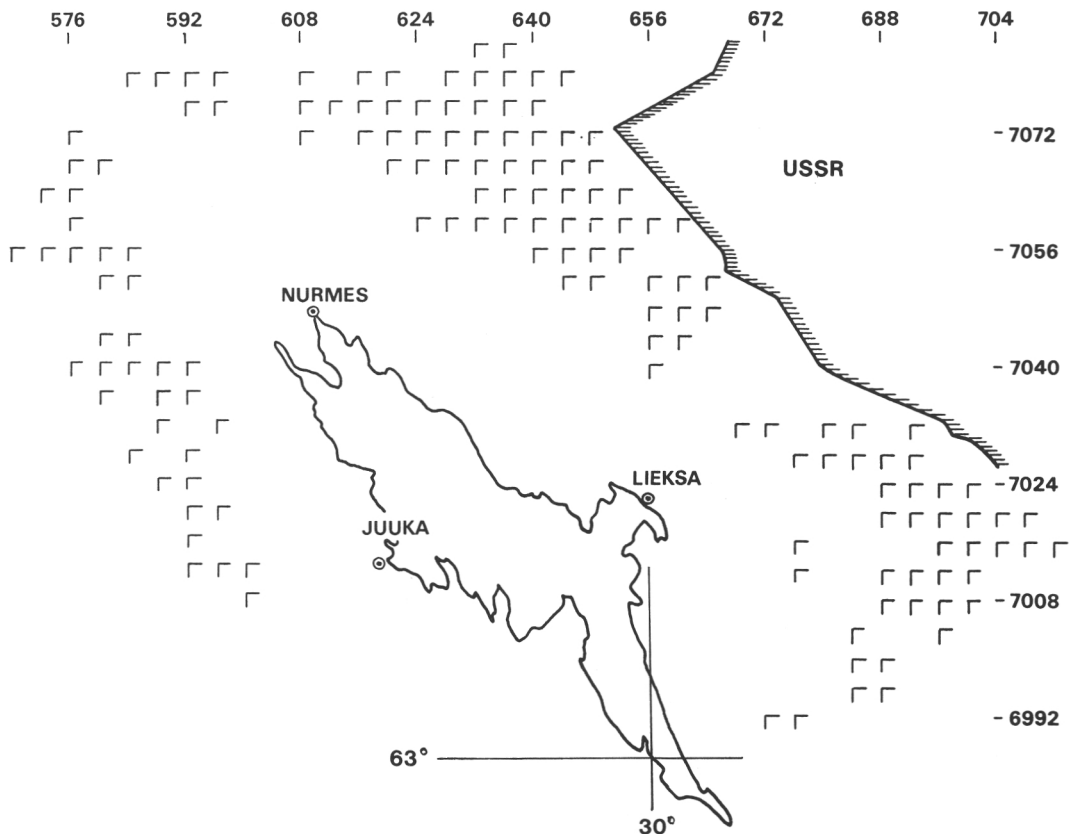
Humuksen biologista aktiivisuutta tutkittiin selluloosan hajotustestillä 303 koealalla (Paarlahti 1964, Lähde 1966a). Testiaika oli yksi vuosi ja kaksiosaisia selluloosaluskoja 20 kpl/koeala (kuva 4) (ks. Paavilainen 1980, Finer 1986). Nylontylyihin suljettujen ja painoltaan tunnettujen selluloosaluskojen alempi pala työnnettiin n. 2–3 cm:n syvyyteen humuskerrokseen kangasmailla ja n. 5 cm:n syvyyteen turvemilla, ylempi pala jätettiin pintaan. Selluloosatestiliuskat suljettiin noston jälkeen muovipusseihin ja varastoitettiin väliaikaisesti kellariin. Maksimi väliavarastointiaika oli n. viikko, jonka jälkeen testiliuskat pakastettiin. Hajotusprosentin määrittystä varten liuskat ensin sulatettiin, jonka jälkeen ne pestiin vesisuihkussa varovasti niin, että karike, humus, juurenpätkät ym. epäpuhtaudet saatiin huuhdelluksi pois. Testiliuskat kuivatettiin +105 °C:ssa kahden vuorokauden ajan. Tämän jälkeen ne, oltuaan ensin huoneilmassa kaksi tuntia, punnittiin 1 mg:n tarkkuudella. Hajotusprosentteina käytettiin painonvähennysprosentteja (Lähde 1966a). Turpeen maatumisaste 5–10 cm:n syvyydestä määritettiin von Postin menetelmällä (v. Post 1922) v. 1982–1984 yhteensä 105 suokoealalta.

Kangasmaakoealoilla arvioitiin maalaji luokkiin: savi-hiesumoreeni, hieta-hiekkamoreeni, lajittunut hieno (savi-hiesu), lajittunut karkea (hieta-hiekka), harjuaines. Maanpinnan muokkaus jaettiin luokkiin: laikutus, äestys, auraus, työkonoiden muut jäljet. Pensas- ja latvusvarjostus arvioitiin %-peittävyysinä koko koealalta. Pensaskerrokseen luettiin 50–130 cm pitkät puun taimet sekä varsinaiset pensaat (esim. kataja, vadelma, pensasmaiset pajut) ilman ylärajaa.

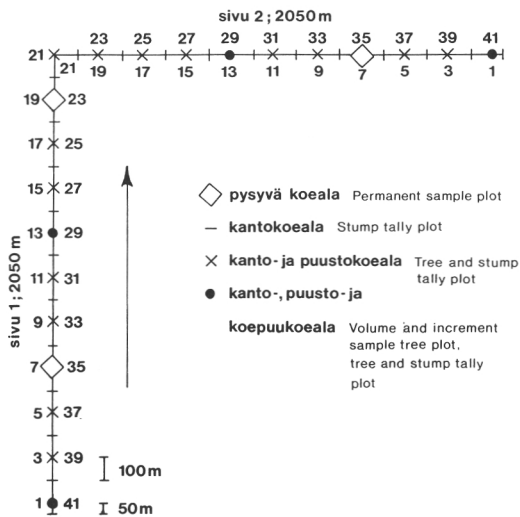
23. Numeerinen käsittely

Kasvillisuusaineiston analysoinnissa käytettiin TWINSPAN-luokittelua (Hill 1979a) ja DCA-ordinaatiota (Hill & Gauch 1980), (ks. myös Gauch 1982, Oksanen 1985, Pakarinen 1985, Mikkola & Sepponen 1986). Lähtötiedoston ositus- ja muokkausmenetelmänä käytettiin DATAEDIT-ohjelmaa (Singer 1980).

TWINSPANia sovellettiin oletusparametrein hierarkkisten jakotasojen määrän (= 6), indikaattorilajimäärän/ jako (= 7) sekä indikaattorilajimuodostuksen runsauskynnysarvojen (0, 2, 5, 10, 20) suhteen (esim. Mikkola & Jukola-Sulonen 1984). Pienimmäksi jaettavaiksi ryhmäksi asetettiin kaksi viiden asemesta, jotta myös pienimpien osa-aineistojen kohdalla voitaisiin tehdä havaintoja saatujen ryhmien sisäisestä rakenteesta.



Kuva 2. Tutkittujen inventointilohkojen sijainti yhtenäiskoordinaatistossa.
 Fig. 2. Location of studied inventory tracts and basic map (1:20000) coordinates.



Kuva 3. Inventointilohkon kaaviokuva.
 Fig. 3. Inventory tract layout.

Kangasmetsäluokkien TWINSKAN-tulostuksia piirrettiin kolmannelle jakotasolle saakka. Koska maasto-luokituksessa esiintyi vain neljä 'vierekkäistä' kasvu-paikkatyyppiä, merkittiin kolme jakotasoa jo pitkälle vietyä luokituksella. TWINSKAN-dendrogrammit piirrettiin DCA:n 1. akselin eli aineiston päägradientin suhteen. Näin mahdollistuu TWINSKAN-luokkien ekologisen etäisyyden helppo toteaminen tärkeimmän vaihteluun mukaan myös ko. kuvista.

DCA:ssa sovellettiin nk. downweighting-optiota, jolla vähennetään harvinaisten lajien merkitystä (Hill 1979b). TWINSKANissa suoritetaan aina muunnos määriteltäessä indikaattorilajimuodostuksen runsaus-kynnysarvot. Lähtötiedostona käytettiin kullekin kasvilajille laskettua koealakohtaista keskiarvoa. Muu laskenta suoritettiin SPSSx-ohjelmiston eri aliohjelmilla (SPSSx User's Guide 1983).

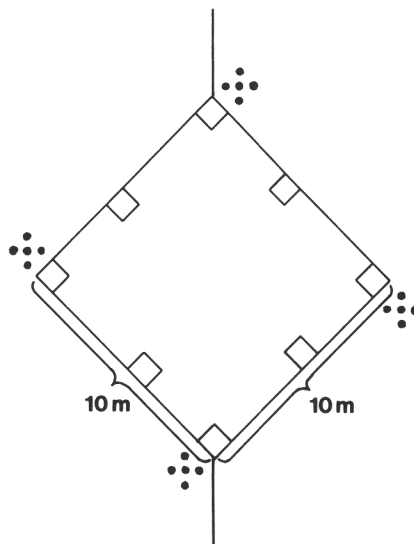
Koealakohtainen mittaustieto järjestettiin tietuelajittain hierarkkiseksi tiedostojärjestelmäksi (kuva 5). Tästä tiedostosta tulostettiin ne muuttujat, joita tarkasteltiin TWINSKAN-luokissa ja/tai joita korreloitiin DCA-akselien kanssa. Tätä varten poimittu muuttujatieto liitettiin TWINSKAN-luokilla varustettuun DCA-tulostustiedostoon ja lajiteltiin myös hierarkkiseen muotoon koealojen koordinaattien ja tietuelajitunnusten avulla. TWINSKANin mukaiset keskiarvot muodostettiin ja niiden kasvilajien keskiarvot taulukoitiin DATAEDITillä (kuva 5).

Aineisto jaettiin aluksi kankaisiin ja soihin. Aineistossa oli myös koealoja, jotka jakaantuivat kivennäis- ja turvemaosaan. Nämä, nk. sekakoealat käsiteltiin kivennäismaiden yhteydessä.

Kivennäismaa- ja sekakoeala-aineiston esikäsittelyssä DCA:lla todettiin havainnollinen kaksiulotteinen ratkaisu riittämättömäksi. Esianalyysin perusteella ko. aineisto jaettiin nuoriin, kehitysluokkia 1–3 edustaviin metsiköihin (aukea uudistusala tai siemenpuusto, pieni taimikko, taimikko- ja riukuvaihe) ja nk. sulkeutuneisiin (ks. Kuusipalo 1985), kehitysluokkia 4–7 edustaviin metsiköihin (nuori ja varttunut kasvatusmetsikkö, hakkuukypsä ja suojuspuumetsikkö) (Valtakunnan metsien... 1977).

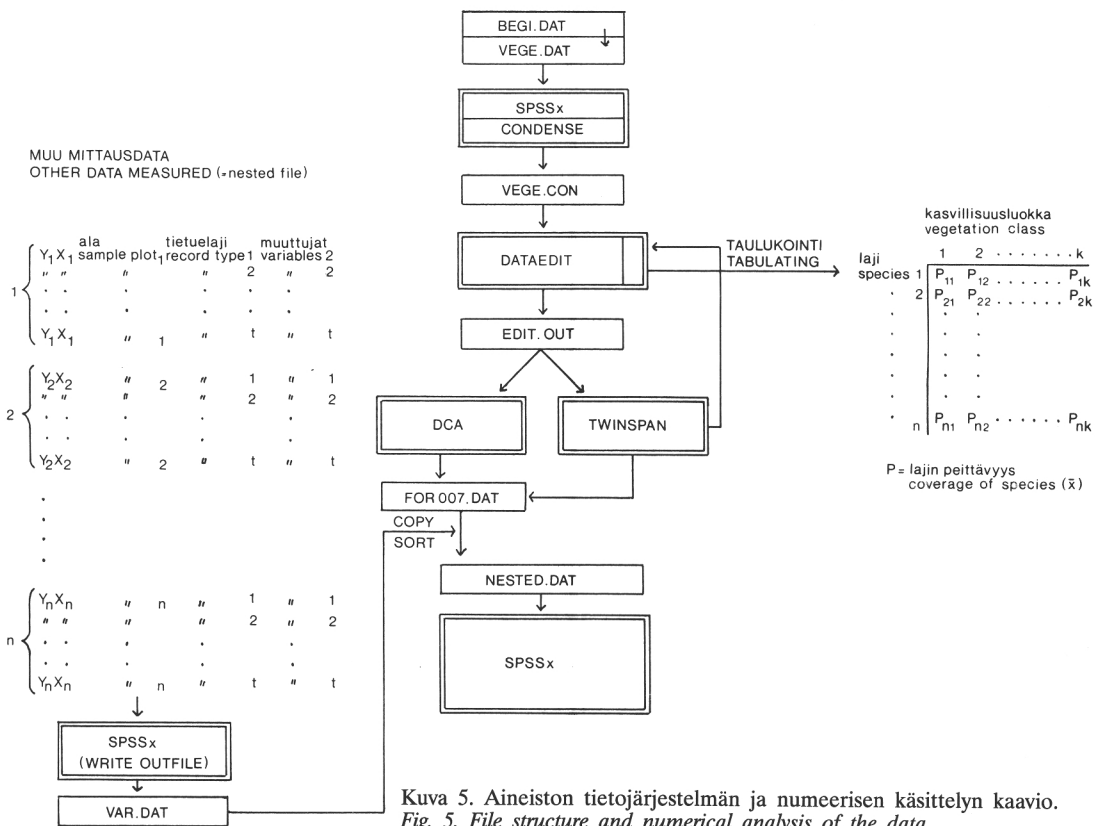
Molemmassa kangasmetsien osa-aineistoissa säilytettiin aluksi sekakoealat mukana, koska haluttiin tutkia menetelmien herkkyyttä niihin. Sekakoealat poistettiin seuraavassa vaiheessa. Tämän jälkeen tarkasteltiin nuorten ja sulkeutuneiden kangasmetsien luokista ja ordinaatiota erikseen sekä molempien osa-aineistojen kasvillisuusluokkia samassa ordinaatiossa. Lopuksi verrattiin sulkeutuneiden metsiköiden kasvillisuusluokkia Kalliolan (1973) teoksesta poimittuihin Etelä-Suomen ja Pohjanmaa-Kainuun metsätyyppeihin DCA-analyysillä.

Turvemaat ositettiin ojittamattomiin ja ojittettuihin soihin. Nevat käsiteltiin omina ryhminään. Ojittamattomia korpia ja rämeitä tarkasteltiin DCA:lla suhteessa Eurolan (1962) kuvaamiin korpi- ja rämetyyppisiin. Vanhoja ojitusalueita taas verrattiin tämän tutkimuksen sulkeutuneisiin kangasmetsiin ja em. Etelä-Suomen ja Pohjanmaa-Kainuun metsätyyppeihin.



Kuva 4. Koeala (10 x 10 m), johon on merkitty kasvillisuusanalyysiruutujen (8 x 1 m²) ja selluloosatestiliuskojen (tummat pisteet) sijainti.

Fig. 4. Sample plot (10 x 10 m), location of vegetation sample plots (8 x 1 sq.m.), and cellulose test plots (dark points).



Kuva 5. Aineiston tietojärjestelmän ja numeerisen käsittelyn kaavio.
Fig. 5. File structure and numerical analysis of the data.

3. Tulokset

31. Nuoret kivennäismaan metsät

311. Luokittelu ja ordinaatio

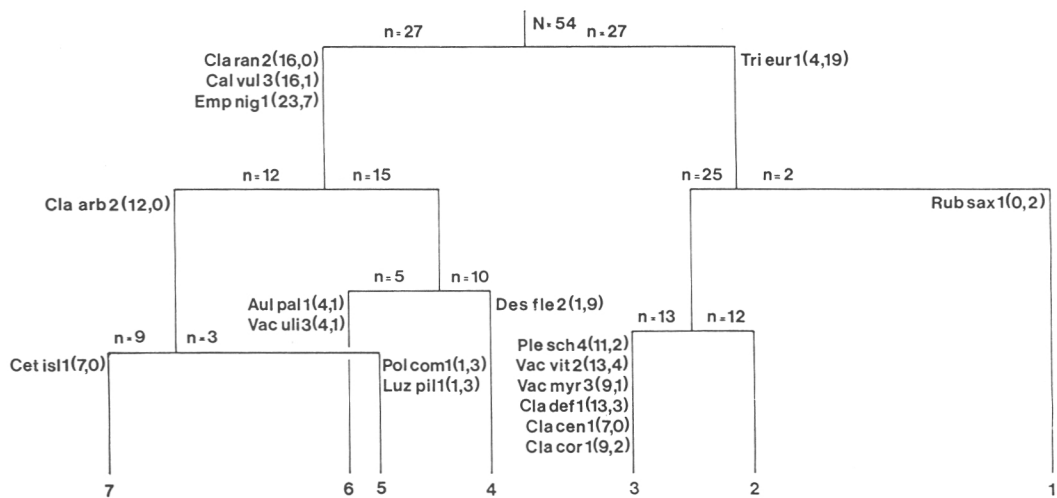
Alustavassa kehitysluokkien 1–3 kangasmetsäaineiston TWINSPAN-ryhmittelyssä erotui kuusi sekakoealaa (suo-osat: TR, TRoj, TRmu, PsR, PsRmu, Vatkg) analyysin toisella jakotasolla. Näiden koealojen pinta-alasta oli turvemaata 50 % tai enemmän. Viisi sekakoealaa jäi paljastumatta – suo-osat näillä olivatkin metsäisiä tyyppisiä (KgR, RhK, PKoj, MKmu) (Hotanen 1988).

Sekakoealojen poiston jälkeen aineiston (n=54) pääjakoa TWINSPAN-dendrogrammin vasemmalla, karuja kasvupaikkoja edustavalla puolella osoittivat indikaattorilajeina harmaaporonjäkälä (*Cladonia rangiferina*, vähintään 2 %:n peittävyydellä), kanerva (*Calluna vulgaris*, > 5 %) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*) sekä oikealla, rehevällä puolella metsätähti (*Trientalis europaea*) (kuva 6).

Toisella jakotasolla erottui gradientin oikeaan reunaan (myös kuva 7) selvästi poikkeava, lehtomaisiksi kankaiksi luokiteltu ryhmä 1 indikaattorina lillukka (*Rubus saxatilis*).

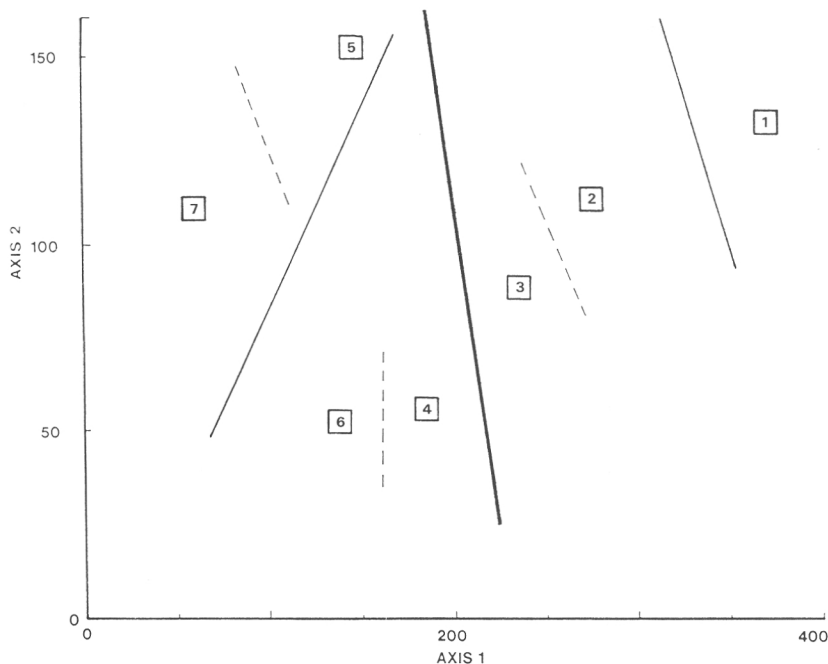
Kolmannella jakotasolla erottui vasempaan reunaan ryhmä 7 indikaattorilajina isohirvenjäkälä (*Cetraria islandica*). Tämän ryhmän koealat luokiteltiin maastossa kuiviksi ja kuivahkoiksi kankaiksi (taulukko 1, ks. myös liite 1).

Ryhmien 4–6 koealat luokiteltiin maastossa pääasiassa kuivahkoiksi kankaiksi. Myös DCA-ordinaatiossa ryhmät sijoittuivat ensimmäisen, mitä ilmeisimmin ravinteisuusakselin suhteen lähelle toisiaan. Ryhmä 5 erosi ryhmistä 4 ja 6 DCA:n 2. akselilla, jossa suuria pistemääriä saaneita ryhmiä luonnehti kasvilajiston peittävyysjakauman tasaisuus ja lajien esiintymisen säännöttömyys. Esim. ryhmässä 5 esiintyi poikkeavan runsaana korpikarhunsammal (*Polytrichum commu-*



Kuva 6. Nuorten kangasmetsien (kehitysluokat 1–3) TWINSPAN-dendrogrammi. Indikaattorilajit on merkitty haarautumiskohtiin. Numero lajin jäljessä merkitsee pseudolajimuodostuksen kynnysarvoa, sulkeissa olevat numerot tarkoittavat lajin esiintymisfrekvenssiä jaossa syntyneissä ryhmässä ko. kynnysarvolla. Ryhmien sijainti DCA:n 1. akselin suhteen.

Fig. 6. TWINSPAN dendrogram of young mineral soil forests (development classes 1–3). The indicator species of each division are given. Numbers after species names give the abundance value of pseudospecies formation. Numbers in parentheses give the frequencies of the species in the left and right clusters, respectively. Location of groups are related to the DCA results of the 1st axis.



Kuva 7. Nuorten kangasmetsien seitsemän TWINSPAN-ryhmän sentroidit DCA-koe-
 alaordinaatiassa. TWINSPAN-jakotasot: 1. jakotaso: ———, 2. jakotaso: - - - - ,
 3. jakotaso: (vrt. kuva 6). Akselien ominaisarvot: 1. = 0.479, 2. = 0.232.
 Fig. 7. DCA ordination centroids of seven TWINSPAN groups in young mineral soil
 forests. TWINSPAN cut levels: 1. division: ———, 2. division: - - - - ,
 3. division:
 (cf. Fig 6). Eigenvalues: 1. axis = 0.479, 2. axis = 0.232.

ne) (taulukko 1). Ryhmissä 5 ja 6 esiintyi ryhmiin 4 ja 7 verrattuna soistumista indikoi-
 via lajeja. Ryhmä 6 erosi ryhmästä 4 lisäksi
 hieman karumman kasvillisuutensa puolesta.

Jo TWINSPAN-pääjaossa rehevämpään
 ryhmään erottuneet ja maastoluokituksissa
 pääosin tuoreiksi kankaiksi merkityistä ryh-
 mistä 2 ja 3 esiintyi ryhmässä 2 pieninä peit-
 tävyksinä hieman vaateliaampaa lajistoa
 kuin ryhmässä 3 (taulukko 1, kuva 7).

Lajiordinaatiassa 1. akselin alkuosaan kes-
 kittyi tyypillistä karujen kasvupaikkojen lajista-
 toa, esim. jäkäliä. Akselin keskivaiheilla
 esiintyi kuivahkoille ja tuoreille kankailla
 ominaisia lajeja. Akselin loppuosassa esiintyi
 lehtomaisten kankaiden ja jopa lehtojen la-
 jistoa (taulukko 1) (koko lajilista ks. Hota-
 nen 1988).

Metsätyyppejä lähinnä vastaavat ryhmät
 erottuivat TWINSPANin toisella jakotasolla.

Kolmannella jakotasolla tosin erottui vielä
 ryhmä 5, joka erosi DCA:n 2. akselilla voi-
 makkaisesti muista ryhmistä. Kuivia kankaista
 vastasi kolmannen jakotason ryhmä 7, jossa
 esiintyi eniten hajontaa eri maastoluokitte-

luiden välillä. Ryhmät 4–6 luokiteltiin var-
 sin yhtenäisesti kuivahkoiksi kankaiksi. Tuo-
 retta kangasta vastaavissa ryhmissä 2 ja 3
 esiintyvät useat kuivahkoiksi kankaiksi luoki-
 tellut koealat osoittavat tuoreen ja kuivah-
 kon kankaan erottamisen vaikeutta myös
 nuorissa metsissä (vrt. sulkeutuneet kan-
 kaat).

312. Ympäristömuuttujat

Kuivia kankaita vastaavassa ryhmässä 7 koe-
 alojen maalajijakauma oli 22,2 %:lla harjuai-
 nesta ja 77,8 %:lla hieta-hiekkamoreenia.
 Ryhmissä 2–6 oli maalaji aina hieta-hiekkam-
 oreenia ja ryhmässä 1 savi-hiesumoreenia.

Humuskerroksen paksuus oli ryhmissä
 2–4 ja 6 keskimäärin 4 cm (taulukko 1),
 ryhmässä 6 ilmeisesti osin lievän soistunei-
 suuden vuoksi. Ryhmissä 5 ja 7 oli humus-
 kerros ohuempi. Lehtomaisiksi kankaiksi
 luokitelluista kahdesta koealasta (ryhmä 1)
 toisella oli humuskerroksen paksuus 4 cm ja

Taulukko 1. Yhteispeittävydeltään runsaimpien (> 0,5 %) 60 kasvilajin keskiyeittävydet nuorten kankaiden (= kehitysluokat 1–3) TWINSPAN-ryhmissä (1–7). Lajit DCA-analyysin 1. akselilla saamiensa latausten mukaisessa järjestyksessä (2. akselin latausarvot = DCA 2.). TWINSPAN-ryhmän alla ilmaistu: (1) koalojen lukumäärä, (2) inventoinnin ryhmänjohtajan määrittämä kasvupaikkatyyppi: II = lehtomainen-, III = tuore-, IV = kuivahko-, V = kuiva kangas, (3) tässä työssä määritetty kasvupaikkatyyppi, (4) vallitseva puulaji: 0 = puuton ala, 1 = mänty, 2 = kuusi, 3 = koivu, (5) humuskerroksen paksuus (cm) (S.D. sulkeissa = hajonta), (6) selluloosan hajotusprosentti karikke- (0 cm) ja (7) humuskerroksessa (3 cm).

Table 1. Mean coverages of most abundant species (joint coverage > 0.5 %) in TWINSPAN clusters (1–7) of young mineral soil forests (development classes 1–3). The species are arranged according to the species scores for the first axis of the DCA ordination (scores for the 2. axis = DCA 2.). Additional information below group number: (1) number of sample plots, (2) site types determined by the field team leaders of the national forest inventory (NFI): II = grove-like forest sites, III = fresh forest sites, IV = dryish forest sites, V = dry forest sites, (3) site types determined by the botanists in this study, (4) dominant tree species on the sample plots: 0 = treeless site, 1 = pine, 2 = spruce, 3 = birch, (5) mean thickness of humus layer (cm) (S.D. = standard deviation), (6) mean cellulose decomposition % in the litter (0 cm) and (7) in the humuslayer (3 cm).

TWINSPAN-RYHMÄT	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
(1) Koalojen määrä	n=9	n=5	n=3	n=10	n=13	n=12	n=2
(2) Luokittelu VMI	4×V, 5×IV	5×IV	3×IV	9×IV, III	9×III, 3×IV, V	7×III, 5×IV	2×II
(3) Luokittelu B	7×V, 2×IV	4×IV, V	3×IV	8×IV, 2×III	10×III, 3×IV	8×III, 4×IV	2×II
(4) Vallitseva puulaji	1	1	1	2×0, 8×1	2×0, 8×1, 3×2	2×0, 8×1, 2	0,2
(5) Humuksen paksuus cm (S.D.)	3 (1)	4 (2)	2 (1)	4 (1)	4 (1)	4 (2)	17 (18)
(6) Sellun hajotus 0 cm (S.D.)	41 (17)	64 (14)	48 (7)	58 (13)	76 (9)	70 (16)	91 (0.2)
(7) Sellun hajotus 3 cm (S.D.)	75 (18)	79 (11)	83 (7)	81 (8)	88 (8)	90 (6)	93 (3)

LAJIT DCA 1. DCA 2.

ARCTUVAU (—124) (—240)	0,4	—	—	0,1	+	—	—
POLYPILI (—113) (—36)	2,1	—	+	—	+	—	—
CLADARBU (—54) (209)	13,6	0,6	6,6	0,4	0,1	0,1	—
CETRISLA (—46) (178)	0,7	0,1	—	—	—	—	—
CLADSTEL (—30) (—10)	0,9	—	—	—	—	—	—
CLADGRAC (—19) (241)	0,8	0,1	1,3	0,1	0,1	0,1	—
CLADRANG (—13) (218)	11,4	1,6	9,1	1,2	0,2	0,1	—
CLADCORN (47) (264)	0,5	0,2	1,9	0,2	0,1	+	—
CALLVULG (51) (34)	11,4	19,4	9,0	10,5	0,8	0,5	—
SPHANEMO (83) (—235)	+	3,9	—	—	+	+	—
CLADDEFO (86) (200)	0,4	0,6	0,7	0,2	0,2	+	0,1
EMPENIGR (86) (—26)	3,6	7,9	1,7	3,9	0,6	0,3	—
CLADCLOR (105) (148)	0,3	+	0,2	0,2	0,1	+	—
PINUSYLTV (109) (125)	0,7	0,3	—	0,2	0,5	0,1	—
BETUNANA (112) (—77)	—	0,6	—	—	—	+	—
VACCULIG (117) (—96)	0,4	5,3	0,2	1,4	0,6	—	—
POHLNUTA (118) (4)	0,9	0,1	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2
LEDUPALU (126) (—134)	+	1,9	—	0,4	0,1	0,1	—
DICRPOLY (145) (—46)	2,0	3,1	0,5	4,2	2,0	0,8	0,3
POLYSTRI (155) (156)	—	0,4	+	2,4	0,1	1,0	—
PLEUSCHR (162) (69)	11,8	37,2	8,0	33,8	30,7	10,0	0,2
VACCVITI (182) (140)	2,9	4,4	2,9	4,5	6,7	2,0	1,5
DICRFUSC (183) (—20)	—	—	—	0,5	—	—	—
JUNICOMM (192) (—56)	+	0,1	0,1	1,4	2,0	0,3	—
POLYCOMM (220) (306)	+	1,0	17,2	0,5	5,1	4,9	0,2
POLYJUNI (231) (1)	1,5	0,6	1,3	2,2	0,7	3,6	—
VACCMYRT (231) (156)	1,0	5,8	2,3	4,5	8,6	3,9	0,5
HYLOSPL (240) (28)	—	2,5	—	1,2	4,6	0,3	0,1
DICRSCOP (246) (—168)	0,6	0,3	0,2	1,6	1,2	2,1	0,2
SALICAPR (250) (209)	+	+	—	0,4	0,3	0,1	—
AULAPALU (251) (140)	—	0,9	—	+	0,3	0,4	—
MELAPRAT (259) (118)	0,1	0,3	0,9	1,2	1,8	0,9	0,1
PICEABIE (261) (99)	+	+	—	0,2	0,5	0,1	0,1
MAIABIFO (279) (217)	—	—	1,7	0,1	0,5	0,6	0,8
SORBAUCU (308) (—75)	0,1	0,3	—	0,4	1,3	0,5	0,2
SALIPHYL (309) (247)	—	—	—	—	0,7	—	—
SOLIVIRG (335) (121)	+	0,2	0,6	0,5	0,6	1,2	0,3
SPHAANGU (342) (193)	—	0,3	—	—	1,8	0,9	0,1

Taulukko 1. jatkoa.
Table 1. continued.

POPOTREM (344) (122)	0,1	—	—	0,2	0,6	0,7	—
LUZUPILO (353) (70)	+	0,2	0,2	0,3	0,7	0,7	0,1
DESCFLEX (358) (56)	1,0	1,7	6,8	9,6	14,9	17,0	0,1
BETUPUBE (361) (232)	+	0,1	—	0,3	0,9	1,2	0,1
EPILANGU (369) (181)	0,4	0,1	0,9	1,1	1,7	4,0	0,4
CAREGLOB (375) (227)	+	0,6	—	+	1,1	1,0	1,3
SPHARUSS (379) (280)	—	0,2	—	—	0,8	1,1	—
SPHAGIRG (379) (158)	—	—	—	+	1,1	0,1	0,4
CALAAARUN (394) (—3)	—	—	—	+	0,8	0,7	1,3
TRIEEURO (403) (234)	—	0,1	+	+	0,2	1,1	0,8
DRYOFILI (403) (304)	—	—	—	—	—	0,3	0,2
BRACSP. (429) (132)	—	—	—	0,1	0,5	0,2	3,5
MOLICAER (429) (192)	—	—	—	—	—	0,6	—
EQUISYLV (431) (248)	—	—	—	—	+	0,4	1,0
LYCOANNO (472) (213)	—	—	+	+	+	+	1,7
DRYOCART (490) (202)	—	—	—	+	+	0,2	6,9
LYSITHYR (501) (212)	—	—	—	—	—	—	0,8
CALAPURP (501) (212)	—	—	—	—	—	—	2,7
PHALARUN (501) (212)	—	—	—	—	—	—	1,3
GERASYLV (504) (—66)	—	—	—	—	—	—	0,7
AGROTENU (504) (—66)	—	—	—	—	—	—	0,7
RUBUSAXA (504) (—23)	—	—	—	—	—	—	1,9

toisella peräti 30 cm (multamaista humusta). DCA:n 1. akselin ja humuksen paksuuden välinen korrelaatio oli 0.36**.

DCA:n 1. akselin ja sellunhajotuksen välinen korrelaatio oli pinnassa 0.70*** ja humuksessa 0.49***. Pintakerroksessa hajotusaktiivisuus vaihteli eri ryhmien välillä enemmän kuin humuskerroksessa (taulukko 1). Hajotusprosentit olivat myös pinnassa pienemmät kuin humuksessa.

Pensas- ja latvuserroksen peittävyysien ja 1. akselin väliset riippuvuudet olivat heikosti positiivisia (0.27*, 0.24*).

DCA:n 2. akselin ja em. jatkuvien muuttujien väliset korrelaatiot olivat erittäin heikot (Hotanen 1988), mikä tukee käsitystä toisen akselin säännöttömyydestä. Esim. maanpinnan muokkauksella (taulukko 2) ei havaittu olevan vaikutusta ryhmien sijoittumiseen toisella akselilla: esim. ryhmässä 2 ja 4 oli kummassakin 40 % koealoista kynnetty tai aurattu (vrt. kuva 7).

32. Sulkeutuneet kivennäismaan metsät

321. Luokittelu ja ordinaatio

Kehitysluokkien 4–7 kangasmetsäkoalojen osa-aineistossa sekakoealat (n=13) erottuivat yhtä lukuunottamatta (Ptkg) TWINSPAN:in toisella jakotasolla (erottuneiden

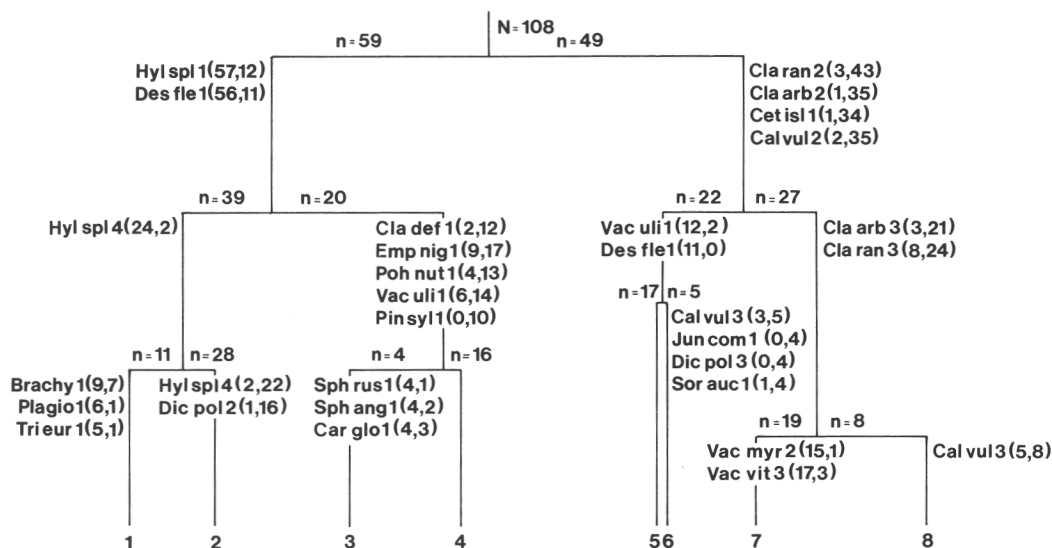
Taulukko 2. Lannoitettujen ja eri tavoin muokattujen koealojen lukumäärät ja kehitysluokat seitsemässä nuorten kankaiden TWINSPAN-ryhmässä.

Table 2. Number of fertilized and tilled sample plots in seven TWINSPAN clusters of young mineral soil forests. Number of sample plots in different development classes also given.

Ryhmä Group	Lannoitus Fertilization	Koneiden jälkiä, laikutus Machine trails, screefing	Kyntö, auraus Ploughing	Kehitysluokka Development class		
				1	2	3
7 (n = 9)	1	1	1	—	2	7
6 (n = 5)	2	2	—	—	—	5
5 (n = 3)	—	—	—	—	1	2
4 (n = 10)	1	—	4	2	1	7
3 (n = 13)	4	2	—	2	5	6
2 (n = 12)	2	—	5	2	5	5
1 (n = 2)	—	—	—	1	1	—

suotyypiosat: PsR, 2xKR, 3xKgR, PK, 2xMK, KgKmu, Vatk, Ptkg). Samoihin poikkeaviin ryhmiin ohjautui myös 14 nuoriin kasvatusmetsiköihin (= keh.lk. 4) kuuluva koealaa. Näiden ryhmien koealojen pistemäärät DCA:n 2. akselilla olivat muita suuremmat viitaten suo- ja metsälajiston samanaikaiseen läsnäoloon (Hotanen 1988). Jatkoanalyysiä varten poistettiin sekakoealat sekä selvimmän 2. akselilla erottuneet kehitysluokan 4 koealat (=10 kpl).

Tämän jälkeen aineiston (n=108) pääjako TWINSPAN-dendrogrammin vasemmalla, rehevämpiä kasvupaikkoja edustaneella



Kuva 8. Sulkeutuneiden kangasmetsien (kehitysluokat 4–7) TWINSpan-dendrogrammi. Selitykset kuten kuvassa 6.

Fig. 8. TWINSpan dendrogram for closed mineral soil forests (development classes 4–7). Explanations as in Fig. 6.

puolella indikoivat kerrossammal (*Hylocomium splendens*) ja metsälauha (*Deschampsia flexuosa*) sekä oikealla puolella karujen kasvupaikkojen lajit harmaaporonjäkälä (> 2 %), valkoporonjäkälä (*Cladonia arbuscula* > 2 %), kanerva (> 2 %) ja isohirvenjäkälä (kuva 8).

Toisella jakotasolla muodostuneissa neljässä ryhmässä esiintyi useimmissa kaksi kasvupaikkatyyppiä rinnan. Kolmas jakotaso paransi maastossa määritettyjen kasvupaikkatyyppien erotelua vain osittain (kuva 8, taulukko 3).

DCA:n 1. akseli (=ravinteisuusgradientti) oli lyhyempi, ja ryhmien etäisyydet akselilla toisiinsa nähden tasaisemmat kuin nuorten kangasmetsien vastaavassa analyysissä, jossa gradientin ääripäät (ryhmät 1 ja 7) erottuivat selvästi. Pääjaossa syntynyt ryhmittäminen näkyi kuitenkin vielä kolmannelle jakotasolle: päägradientilla aivan vierekkäin sijaitsevat ja pääosin kuivahkoiksi kankaiksi maastossa luokitellut ryhmät 5 ja 6 erosivat selvästi ryhmistä 3 ja 4, joissa tuoreen ja kuivahkon kankaan koaloja oli tasavahvasti (taulukko 3, kuvat 8 ja 9).

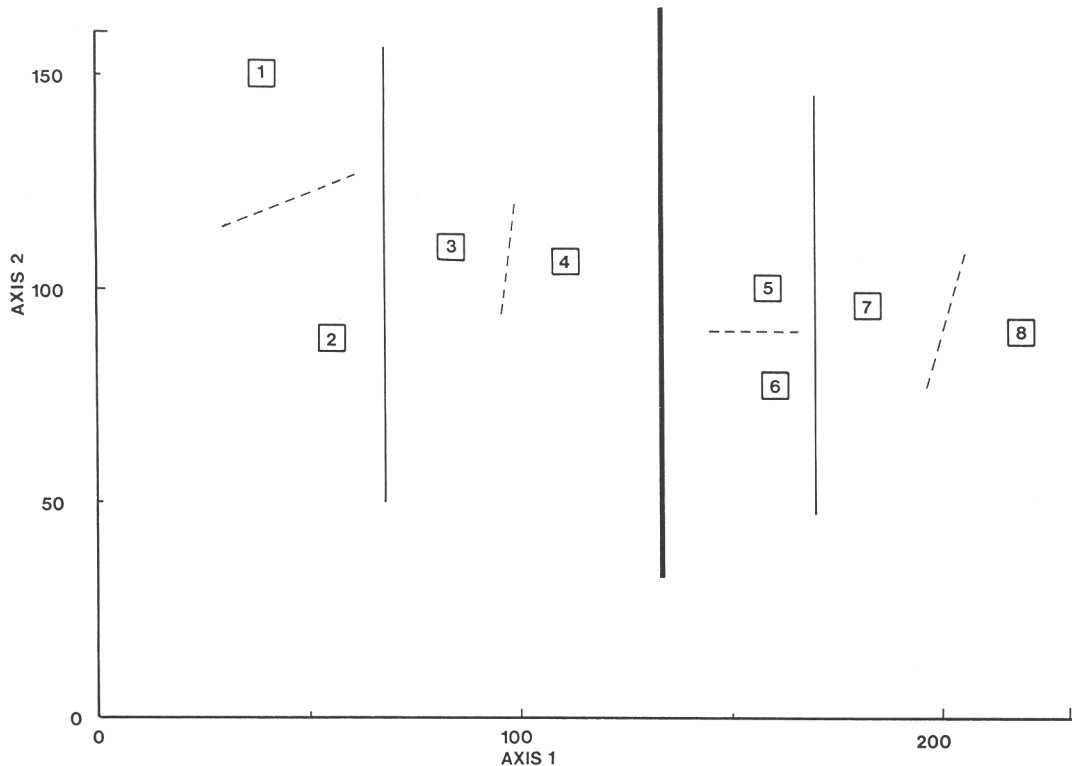
Ryhmien 1 ja 2 koalat oli maastossa luokiteltu valtaosin tuoreiksi kankaiksi. Kuivia ja kuivahkoja kankaita sisältäneet ryhmät 7 ja 8 erosivat toisistaan siten, että jälkimmäistä luonnehti kanervan runsaus ja metsävar-

pujen niukkuus kenttäkerroksessa ja jäkälän vallitsevuus pohjakerroksessa (taulukko 3, ks. myös kuva 8).

Lajiordinaatiossa 1. akselin alkuun sijoitui lehtomaisen kankaan lajeja, mm. metsäkurjenpolvi (*Geranium sylvaticum*), nuokkuhalmikkä (*Melica nutans*) ja liekosammal (*Rhytidiadelphus triquetrus*) (koko lajilista ks. Hotanen 1988)). Akselin alkuosaan ja kohti keskustaa sijoittui tuoreen kankaan lajistoa, esim. metsämaitikka (*Melampyrum sylvaticum*), kerrossammal, isokynsisammal (*Dicranum majus*), metsätähti ja mustikka (*Vaccinium myrtillus*). Kuivahkojen kankaiden yleiset lajit, mm. kangasmaitikka (*Melampyrum pratense*), kangaskynsisammal (*Dicranum polysetum*), seinäsammal (*Pleurozium schreberi*) ja puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) sijoittuivat keskiosiin ja kohti akselin loppuosaa. Loppupäässä esiintyi tyypillistä karujen kasvupaikkojen lajistoa (taulukko 3).

DCA:n 2. akselilla lajit esiintyivät säännötömästi. Ryhmien 1 ja 2 eroaminen toisistaan tällä akselilla (kuva 9) selittyi paljolti kahden vallitsevan lajin saamalla pistemäärillä: ryhmässä 1 metsälauha (340) ja ryhmässä 2 kerrossammal (–61) (taulukko 3). Ryhmän 1 monipuolinen lajisto oli myös peittävyysjakaumaltaan tasaisin.

Kolmannen jakotason kahdeksan TWINSpan-ryhmää voidaan tiivistää neljäksi kasvu-



Kuva 9. Sulkeutuneiden kangasmetsien kahdeksan TWINSpan-ryhmän sentroidit DCA-koealaordinaatiossa. TWINSpan-jakotasot esitetty kuten kuvassa 7. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.368, 2. = 0.140.
 Fig. 9. DCA ordination centroids of eight closed mineral soil forest TWINSpan groups. TWINSpan cut levels, see Fig. 7. Eigenvalues: 1. axis = 0.368, 2. axis = 0.140.

paikkatyyppjä vastaavaksi ryhmäksi seuraavasti: (1) ryhmät 1 ja 2 edustavat lähinnä tuoreita kankaita, (2) ryhmä 3 ja 4 ovat välittäviä ryhmiä kuivahkoihin kankaisiin päin, (3) ryhmät 5–7 edustavat lähinnä kuivahkoja kankaita karuuden lisääntyessä ryhmästä toiseen siirryttäessä, (4) ryhmä 8 oli puhtaimmin kuivia kankaita.

Eri maastoluokitteluiden välistä hajontaa oli eniten ryhmässä 7 ja 8 (liite 1, taulukko 3), ts. kuivahkojen ja kuivien kankaiden välillä – aivan kuten nuorten metsien kohdallakin. Muutoin maastoluokittelut olivat varsin yhteneväiset. Verrattaessa VMI:n ja biologin tekemien luokittelujen jakautumista oli sekä sulkeutuneiden että nuorten metsien aineistoista nähtävissä, että VMI:ssa kuivahkoja kankaita esiintyi jonkin verran enemmän ja kuivia kankaita taas vähemmän kuin biologin luokittamina.

322. Ympäristömuuttujat

Moreenin osuus väheni ja lajittuneen aineksen osuus kasvoi päägradientilla (taulukko 4). Savi-hiesumoreenia esiintyi vain lehtomaisiksi kankaiksi luokitelluilla koealoilla ryhmässä 1.

Ryhmien 1 ja 3–5 koealat saivat 2. akselilla muita korkeampia pistemääriä, ja näiden ryhmien koealat olivat muita ryhmiä yleisemmin lannoitettu (taulukko 4), joten lannoitus saattaa olla yksi säännöttömyyttä lisäävä tekijä (esim. metsälauha, ks. Mälkönen ym. 1980, 1982).

Humuskerroksen paksuuden ja DCA:n 1. akselin välinen korrelaatio oli -0.61^{***} : humuskerros siis oheni vallitsevalla gradientilla (taulukko 3). Myös selluloosan hajotusprosentit pienenevät: DCA:n 1. akselin ja hajotusaktiivisuuden väliset riippuvuudet olivat pintakerroksessa -0.59^{***} ja humuskerroksessa -0.36^{***} . Hajotusprosentit olivat pienempiä ja vaihtelivat enemmän pinnassa kuin humuksessa.

Taulukko 3. Yhteispeittävydeltään runsaimpien (> 0,3 %) 50 kasvilajin keskiyeittävydet sulkeutuneiden kankaiden (keh.lk. 4–7) TWINSPAN-ryhmissä (1–8). Selitykset kuten taulukossa 1.

Table 3. Mean coverages of the 50 most abundant species (joint coverage > 0.3 %) in TWINSPAN groups (1–8) of closed mineral soil forsets (development classes 4–7). Explanations as in Table 1.

TWINSPAN-RYHMÄT	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
(1) Koalojen määrä	n=11	n=28	n=4	n=16	n=17	n=5	n=19	n=8
(2) Luokittelu VMI	II, 9×III, IV	II, 25×III, 2×IV	2×III, 2×IV	8×III, 8×IV	III, 12×IV, 4×V	4×IV, V	2×III, 10×IV, 7×V	5×IV, 3×V
(3) Luokittelu B	2×II, 9×III	27×III, IV	2×III, 2×IV	9×III, 7×IV	III, 12×IV, 4×V	4×IV, V	10×IV, 9×V	3×IV, 5×V
(4) Vallitseva puulaji	2×I, 8×2, 3	14×I, 14×2	3×I, 2	14×I, 2×2	I	I	I	I
(5) Humuksen paksuus cm (S.D.)	6 (3)	5 (1)	4 (1)	4 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)
(6) Sellun hajotus 0 cm (S.D.)	65 (17)	59 (15)	52 (13)	53 (17)	44 (11)	53 (9)	45 (14)	31 (10)
(7) Sellun hajotus 3 cm (S.D.)	73 (10)	69 (12)	65 (17)	69 (17)	67 (7)	78 (11)	61 (15)	52 (16)

LAJIT DCA 1. DCA 2.

SPHARIPA	(-130)	(298)	+	0,7	—	—	—	—	—
RHYTTRIQ	(-119)	(-164)	+	0,3	—	—	—	—	—
BETUNANA	(-99)	(298)	0,4	—	—	+	—	—	—
BRACSP.	(-90)	(289)	0,6	0,1	—	+	—	—	—
LYCOANNO	(-86)	(306)	0,3	+	—	+	—	—	—
HEPASPP.	(-73)	(278)	0,5	+	—	+	+	+	—
SPHAGIRG	(-69)	(-19)	0,4	+	+	—	—	—	—
HYLOSPLE	(-69)	(-61)	5,0	23,0	6,0	3,4	0,2	2,4	0,1
DICRMAJU	(-65)	(243)	5,7	1,9	0,5	0,4	0,1	—	—
MAIABIFO	(-65)	(279)	1,1	0,1	+	0,3	—	0,1	—
LINNBOR	(-62)	(255)	0,8	0,3	0,1	0,2	+	—	—
LUZUPILO	(-55)	(283)	0,3	+	—	0,1	+	0,1	—
DESCFLEX	(-36)	(340)	5,2	0,5	0,5	1,5	0,6	0,4	—
SPHAANGU	(-33)	(237)	1,7	0,1	4,7	0,1	0,1	—	—
PTILCRIS	(-14)	(35)	0,2	1,2	—	0,1	+	—	—
TRIEURO	(-11)	(272)	0,2	+	—	0,1	+	0,1	—
POLYCOMM	(-3)	(197)	1,8	0,9	0,8	0,5	0,6	0,1	+
SOLIVIRG	(0)	(253)	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	+	—
VACCMYRT	(9)	(204)	17,4	26,0	21,6	15,0	8,5	1,0	6,7
PTILCILI	(19)	(184)	+	0,1	—	0,1	0,1	+	+
SORBAUCU	(21)	(112)	0,2	0,2	0,3	0,6	+	0,2	—
AULAPALU	(28)	(232)	0,2	+	0,2	0,1	+	0,1	—
POPUTREM	(38)	(42)	0,1	0,1	0,1	0,2	+	0,1	+
JUNICOMM	(73)	(230)	0,2	0,2	+	1,3	—	1,7	—
MELAPRAT	(76)	(207)	0,2	0,2	0,3	1,0	0,4	0,2	0,1
CAREGLOB	(76)	(234)	0,2	+	0,4	+	+	—	—
SPHANEMO	(77)	(11)	+	—	15,3	—	0,9	+	—
VACCULIG	(100)	(13)	—	0,5	3,9	0,6	0,8	2,5	—
PICEABIE	(109)	(115)	0,1	0,1	0,1	1,0	0,3	+	0,1
DICRPOLY	(115)	(11)	0,8	5,0	2,2	5,8	2,0	7,3	5,7
SPHARUSS	(116)	(205)	+	+	3,6	+	—	—	—
PLEUSCHR	(141)	(94)	18,3	41,3	36,4	51,3	52,4	64,6	52,3
DICRSCOP	(152)	(101)	0,1	1,0	0,2	0,9	0,6	0,7	0,7
VACCVITI	(155)	(62)	2,0	6,3	5,7	8,5	6,5	8,7	10,7
BETUPUBE	(164)	(187)	+	+	0,2	0,1	0,1	0,2	+
LEDUPALU	(181)	(13)	—	0,1	2,1	0,1	1,0	2,3	0,2
CLADDEFO	(220)	(187)	—	+	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
CLADCORN	(226)	(170)	+	+	—	0,1	0,1	0,1	0,1
EMPENIGR	(232)	(72)	+	0,1	0,8	1,2	1,7	4,8	2,1
POHLNUTA	(233)	(172)	+	+	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
CLADGRAC	(252)	(161)	—	+	—	+	0,1	+	0,1
PINUSYLV	(268)	(94)	—	—	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
CALLVULG	(276)	(35)	—	+	1,1	1,8	3,1	16,5	5,1
POLYPILI	(285)	(154)	—	—	—	+	+	—	+
CLADRANG	(320)	(130)	+	0,2	0,3	1,0	5,7	1,6	14,4
CLADARBU	(336)	(107)	—	0,1	+	0,6	3,1	0,4	7,1
CETRISLA	(337)	(98)	—	+	—	—	0,1	+	0,3
ARCTUVAU	(341)	(37)	—	—	—	—	+	—	—
CLADSTEL	(402)	(118)	—	+	—	—	0,5	+	0,6
POLYJUNI	(459)	(116)	—	+	+	0,1	0,2	0,5	0,3

Taulukko 4. Eri maaperäluokkien sekä lannoitettujen koalojen lukumäärät kahdeksassa sulkeutuneiden kankaiden TWINSPAN-ryhmässä.

Table 4. Division of the sample plots according to soil fertility class in closed mineral soil forests. Number of fertilized sample plots also given.

Ryh- mä Group	Savi- hiesu- moreeni Clay- silt till	Hieta- hieka- moreeni Fine sand till	Harju- aines Sandy till	Lajittunut hieno hiek- ka Sorted fine sand	Lajittunut karkea hieka Sorted coarse sand	Lannoit- ettu Fertili- zed
1 (n = 11)	2	9	—	—	—	5
2 (n = 28)	—	28	—	—	—	1
3 (n = 4)	—	4	—	—	—	2
4 (n = 16)	—	14	2	—	—	5
5 (n = 17)	—	16	1	—	—	5
6 (n = 5)	—	5	—	—	—	2
7 (n = 19)	—	12	3	1	3	1
8 (n = 8)	—	3	3	1	1	2

Hajotusprosentit ryhmissä 1 ja 2, edelleen ryhmissä 3, 4 ja 6 sekä ryhmissä 5 ja 7 olivat keskenään samaa suuruusluokkaa. Ryhmien 1 ja 2 ('tuoreet kankaat') hajotusprosentit erosivat ryhmien 5 ja 7 ('tuoreet kankaat') arvoista merkitsevästi pintakerroksessa. Ryhmässä 8 hajotusprosentit olivat pienimmät, mutta ero pintakerroksen arvoissa oli merkitsevä vain ryhmiin 1, 2 ja 4 nähden. Humuskerroksessa merkitseviä eroja oli vain ryhmien 8 ja 1 sekä 8 ja 5 välillä.

Puuston latvuspeittävyys ja 1. akselin välinen korrelaatio oli -0.38^{***} . Latvusvarjotuksen ryhmäkeskiarvot olivat: 1 = 48, 2 = 43, 3 = 30, 4 = 27, 5 = 23, 6 = 16, 7 = 34 ja 8 = 24 %. Toiselta jakotasolta muodostetuista neljästä ryhmästä vain ensimmäisen arvo poikkesi merkitsevästi muista. Samoin toisen jakotason neljästä ryhmästä vain ryhmän 2 (= 3+4) pensaspeittävyys (6 %) oli merkitsevästi muita suurempi (ryhmä 1 (= 1+2) 3 %, 3 (= 5+6) 2 % ja 4 (= 7+8) 1 %). Pensaskerroksen peittävyys ja päägradientin välinen korrelaatio oli -0.25^{**} . DCA:n 2. akselin ja em. jatkuvien muuttujien väliset korrelaatiot olivat 1. akseliin verrattuna erittäin heikkoja (Hotanen 1988).

Ensimmäisen ryhmän koaloista yksi oli lehtipuuvaltainen, kaksi mänty- ja kahdeksan kuusivaltaista. Toinen ryhmä jakautui tasan kuusikoihin ja männiköihin. Ryhmässä 3 oli kolme männikköä ja yksi kuusikko sekä ryhmässä 4 14 männikköä ja kaksi kuusikkoa. Ryhmien 5–8 kaikkien koalojen vallitseva puulaji oli mänty.

Hakkuukypsissä metsiköissä (n = 60) (kehitysluokka 6) oli puuston pohjapinta-alan ja

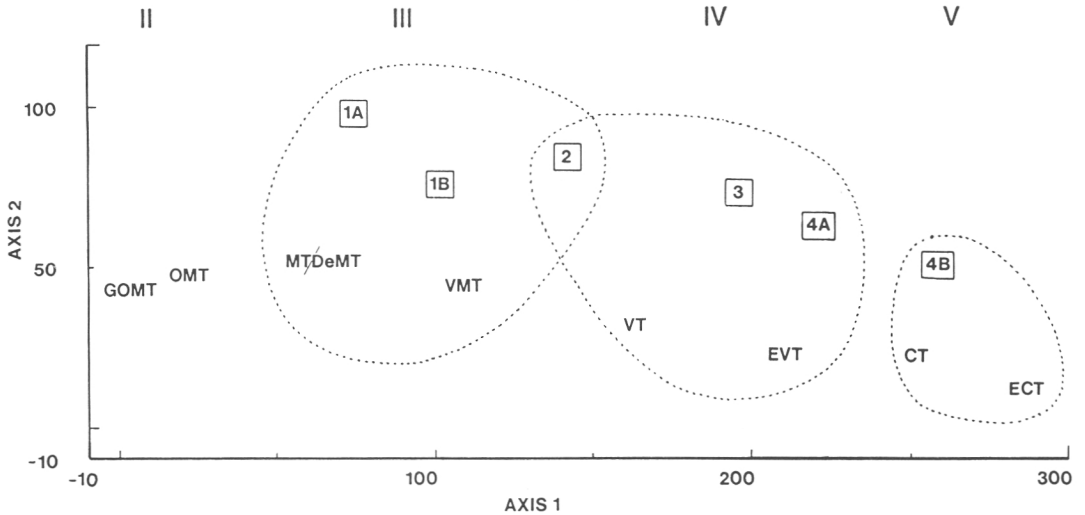
1. akselin välinen riippuvuus -0.53^{***} ja tilavuuden vastaavasti -0.49^{***} . Koko sulkeutuneiden metsiköiden aineistossa arvot olivat -0.53^{***} ja -0.56^{***} . Hakkuukypsien metsien kohdalla keskilämpötilan ja päägradientin suhde oli lievästi positiivinen, 0.28^{\cdot} . Toisen akselin ja puustotunnusten väliset korrelaatiot olivat erittäin heikkoja.

323. Sulkeutuneiden metsien ja vertailumetsätyyppien ordinaatio

Vertailumetsätyyppeihin (Kalliolan 1973 taulukoimat, Kalelan 1961 kuvaamat tyytit) vertaamista varten yhdistettiin ryhmät 3 ja 4 sekä toisaalta ryhmät 5 ja 6, jotka sijaitsivat päägradientilla pareittain vierekkäin. Näistä muodostetut uudet ryhmät merkitään tästä eteenpäin ryhmiksi 2 ja 3. Samoin alkuperäiset ryhmät 1 ja 2 merkitään tästä eteenpäin ryhmiksi 1A ja 1B sekä ryhmät 7 ja 8 ryhmiksi 4A ja 4B.

Ryhmä 1A sijaitsi viljavuusakseliksi tulkittun 1. akselin suhteen hyvin lähellä Pohjanmaa-Kainuun vyöhykkeen (P.-K.) tuoreen kankaan toista tyyppiä, deMT:ä ja myös Etelä-Suomen (E.-S.) tuoretta kangasta, MT:ä (kuva 10). Ryhmä 1B sijoittui lähelle P.-K:n toista tuoreen kankaan tyyppiä, VMT:ä. Tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden välittäväksi ryhmäksi tulkittu ryhmä 2 sijaitsi melko tarkasti VMT:n ja E.-S:n kuivahkon kankaan (VT) puolella välissä. Ryhmä 3 sijoittui VT:n ja P.-K:n kuivahkon kankaan, EVT:n väliin, näistä hieman EVT:ä lähemmäksi. Ryhmä 4A sijoittui vain vähän EVT:n karummalle ja ryhmä 4B vain vähän E.-S:n kuivan kankaan, CT:n karummalle puolelle, kohti P.-K:n kuivaa kangasta, ECT:ä.

Toisen akselin ominaisarvo oli vain 0.089 ja siten se on päägradienttiin nähden lähes merkityksetön. Tämän tutkimuksen kasvillisuusluokissa peittävyysjakaumat olivat tasaisemmat (epäsäännöllisemmät) verrattuna referensseinä käytettyjen 'ideaalimetsätyyppien' lajipeittävyysjakaumiin. Tämä oli todennäköinen syy ryhmien 1A–4B saamiin hieman korkeampiin pistemääriin 2. akselilla.



Kuva 10. Sulkeutuneiden kangasmetsien kuuden TWINSpan-ryhmän (1A–4B, alkuperäiset ryhmät 3 ja 4 sekä 5 ja 6 yhdistetty ryhmiksi 2 ja 3, vrt. kuva 9) ja Etelä-Suomen ja Pohjanmaa-Kainuun referenssimetsätyyppien (GOMT–EVT) (Kalliola 1973) DCA-ordinaatio. Ryhmien yhteys ravinteisuusluokkiin (II–V) selvennetty ympyröiden. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.498, 2. = 0.089.

Fig. 10. Combined DCA ordination of six closed mineral soil forest TWINSpan groups (1A–4B) and reference forest site types (GOMT–EVT) described in the Southern and Pohjanmaa-Kainuu vegetation zones by Kalliola (1973). The original TWINSpan groups 3 and 4, as well as groups 5 and 6, are combined here as the new groups 2 and 3 (cf. Fig. 9). The connection between these groups and the fertility classes (II–V) is made clearer by dashed lines. II = grove-like sites, III = fresh sites, IV = dryish sites, V = dry sites. Eigenvalues: 1. axis = 0.498, 2. axis = 0.089. Forest site type abbreviations, see list of symbols.

324. Sulkeutuneiden ja nuorten metsien ordinaatio

Tarkasteltaessa nuorten metsien (1–7) ja sulkeutuneiden metsien (1A–4B) kasvillisuusluokan yhdistettyä ordinaatiota havaittiin nuorten metsien ryhmä 1:n (kaksi lehtomaisiksi kankaiksi luokiteltua koealaa) poikkeavan selvästi muista 1. akselilla (Hotanen 1988). Etenkin kun ordinoitavien yksiköiden määrä vähenee (ryhmä = koeala), vaikuttavat äärimmäisen ryhmän harvinaiset lajit ordinaatiotulokseen selvästi. Poikkeavan ryhmän vuoksi muiden ryhmien sijainti päägradientillä tiivistyi häiritsevästi, joten ryhmä jätettiin pois ordinaatiosta.

Nuorten metsien kasvillisuudeltaan karuin ryhmä 7 sijoittui sulkeutuneiden metsien karuimman ryhmän (4B) oikealle, karummalle puolelle (kuva 11). Vastaavia kasvupaikkatyyppisiä sisältäneet nuorten ja sulkeutuneiden metsien kasvillisuusluokat sijaitsivat kutakuinkin samoilla tasoilla 1. akselin suhteen, vrt. esim. maastoluokittelussa pääasiassa kuivahkoja kankaita sisältäneitä ryhmiä 4–6 sulkeutuneiden ryhmisiin 3 ja 4A tai ryh-

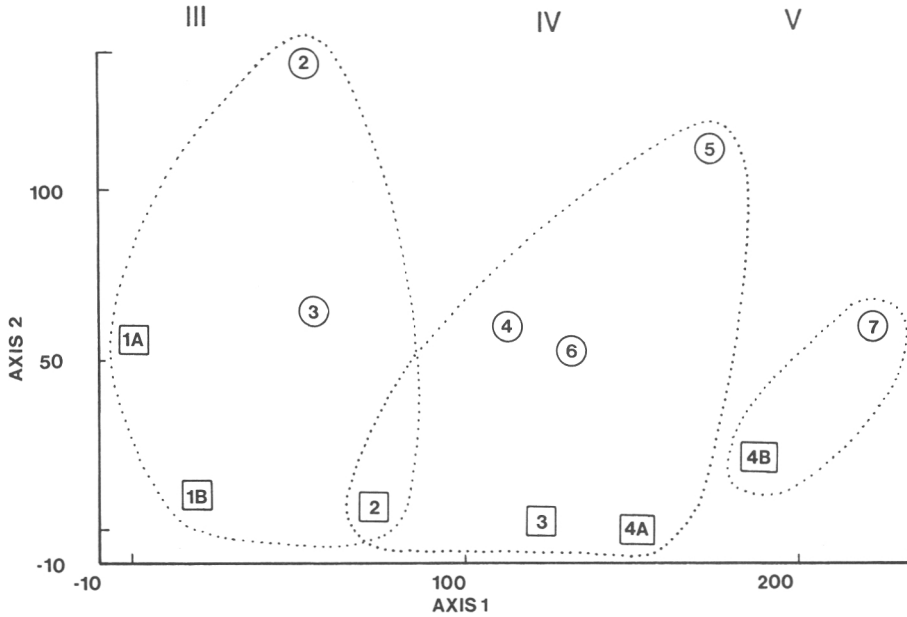
miä 2–3 sulkeutuneiden ryhmään 2, joissa kussakin puolestaan oli luokittelujen mukaan sekä tuoreen että kuivahkon kankaan koealoja.

Nuorten kehitysluokkien ryhmät saivat 2. akselilla sulkeutuneita metsiä korkeampia pistemääriä, mikä viittasi nuorten metsien pintakasvillisuuden säännöttömyyteen. Sekundäärigradientin voimakkuus (ominaisarvo = 0.120) oli kuitenkin päägradienttiin nähden (0.337) verrattain pieni.

33. Luonnontilaiset nevat

Ojittamattomien soiden aineistossa (n = 43) viisi nevakoealaa erottui TWINSpan:in toisella jakotasolla. Yhteisiä indikaattorilajeja ei sisäisesti heterogeeniselle avosoiden ryhmälle löytynyt. Ko. haarautumassa variksenmarja ja seinäsammal luonnehtivat rämeitä erotuksena nevoista (Hotanen 1988). Koealojen vähyden vuoksi nevoja ei analysoitu erikseen monimuuttujamenetelmillä.

Nevakoealojen maastoluokittelujen välillä esiintyi vaihtelua. (taulukko 5). Vaikeudet



Kuva 11. Nuorten kangasmetsien kuuden TWINSpan-ryhmän (ryhmät 2–7, vrt. kuva 7) ja sulkeutuneiden kangasmetsien kuuden TWINSpan-ryhmän (1A–4B) DCA-ordinaatio. Ryhmien yhteys ravinteisuusluokkiin (III–V, vrt. kuva 10) selvennetty ympyröiden. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.337, 2. = 0.120.

Fig. 11. Combined DCA ordination of six young mineral soil forest TWINSpan groups (groups 2–7, cf. Fig. 7) and closed forests (groups 1A–4B as in Fig. 10). The connection between these groups and the fertility classes (III–V, cf. Fig. 10) is made clearer by dashed lines. Eigenvalues: 1. axis = 0.337, 2. axis = 0.120.

erityisesti lyhytkortisten nevojen kohdalla liittynevät ombrotrofia-minerotrofia rajan määrittelyyn (Eurola & Kaakinen 1978, Heikurainen & Pakarinen 1982).

Taulukossa 5 nevakoealat järjestettiin lajiston ravinnevaatimusten ja minerotrofia/ombrotrofia-jaon mukaiseen trofiasarjaan. Kolmella ensimmäisellä koealalla (VSN-LkKaN) tavattiin minerotrofian alarajaa indikoiva kalvasraikasammal (*Sphagnum papillosum*) varsin runsaana (13,8–23,2 %). Oligo-mesotrofinen vihernevarahasammal (*Sphagnum fallax*) kasvoi vain rehevimmällä koealalla 1 (VSN). LkN-koealat (4 ja 5) osoittautuivat lähes ombrotrofiseksi minerotrofisen sammalajiston puuttuessa.

Myös minerotrofisten putkilokasvilajien esiintyminen noudatti pääpiirtein em. sarjaa. Eniten niitä oli koealoilla 1 ja 2. Poikkeuksena oli koeala 5 (LkN), jonka sammalajisto indikoi lähes puhdasta ombrotrofiaa. Muutamat syväjuurisiet minerotrofiset lajit, esim. pullosara (*Carex rostrata*), juurtosara (*C. chordorrhiza*) ja raate (*Menyanthes trifoliata*)

kasvoivat kuitenkin tällä lammenrantanevala.

Selluloosan hajotusprosentit olivat selvästi suurimmat ensimmäisellä nevakoealalla (taulukko 5). LkKaN:ista hieman rehevämmäksi luokitellulla (koeala 2) olivat hajotusprosentit koealaan 1 nähden jo huomattavasti pienempiä. Muiden nevakoealojen hajotusprosentit olivat hyvin pieniä ja keskenään samaa suuruusluokkaa. Kaikki nevakoealat olivat paksuturpeisia (> 1.5 m).

34. Ojittamattomat rämeet ja korvet

341. Luokittelu ja ordinaatio

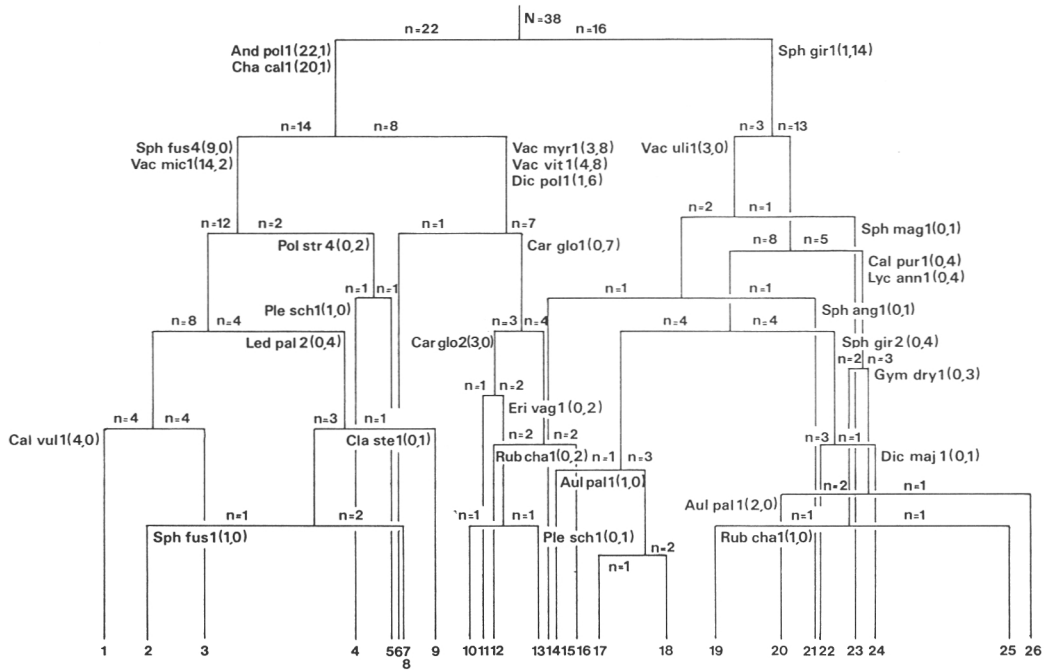
Turvemaiden aineistojen TWINSpan-ryhmittely vietiin pitkälle, jotta maastossa luokiteltujen koealojen tyyppivaihtelua ja eri maastoluokitteluiden välisiä eroja voitiin tarkastella yksityiskohtaisesti.

Pääryhmittelyä osoittivat suokukka (*Andromeda polifolia*) ja vaivero (*Chamaedaphne*

Taulukko 5. Ojittamattomien nevojen (n=5) maastoluokittelut, selluloosan hajotusprosentit karikkeessa (0 cm) ja turpeessa (5 cm) sekä kasvilajien keskipeittävyudet niiden yhteispeittävyuden mukaisessa järjestyksessä. Luokittelu VMI = inventoinnin ryhmänjohtajan määrittämä ravinteisuusluokka Huikari ym. (1964) mukaan. Luokittelu B = kentällä määritetty kasvupaikkatyyppi (Heikuraisen & Pakarisen 1982 mukaan), Huikarin rav.luokka = kasvupaikkatyyppi Huikarin ravinteisuusluokkana ilmaistuna.

Table 5. Field classifications of undrained treeless mires (n=5), cellulose decomposition % in the litter (0 cm) and surface peat (5 cm) and the mean coverages of plant species arranged according to their joint coverages. Luokittelu VMI = trophic class of the site determined by the field team leaders of the NFI (according to Huikari et al. 1964), Luokittelu B = peatland site type determined by the botanists in this study (according to Heikurainen & Pakarinen 1982), Huikarin rav.luokka = peatland site types expressed as trophic classes (see list of symbols).

Koeala	1	2	3	4	5
Luokittelu VMI	III, V	III	III	V	VI
Luokittelu B	VSN (85 %), TNR (15 %)	LkKaN	LkKaN	LkN	LkN
Huikarin rav.luokka	III, IV	IV	V	VI	VI
Sellun hajotus (0 cm)	51	21	6	4	6
Sellun hajotus (5 cm)	73	31	17	8	16
1 <i>Sphagnum angustifolium</i>	29,0	1,0	61,5	97,5	0,5
2 <i>Sphagnum papillosum</i>	23,2	13,8	22,1	—	—
3 <i>Sphagnum lindbergii</i>	18,9	2,0	—	—	—
4 <i>Scirpus cespitosus</i>	6,0	9,0	0,5	—	—
5 <i>Andromeda polifolia</i>	4,4	0,2	1,2	4,9	2,8
6 <i>Sphagnum majus</i>	—	—	13,2	—	—
7 <i>Vaccinium oxycoccus</i>	6,8	0,1	0,7	2,8	1,2
8 <i>Scheuchzeria palustris</i>	—	—	1,4	3,4	4,1
9 <i>Sphagnum fallax</i>	8,9	—	—	—	—
10 <i>Drepanocladus</i> spp.	—	8,5	—	—	—
11 <i>Eriophorum vaginatum</i>	0,4	—	0,4	6,1	1,3
12 <i>Sphagnum magellanicum</i>	—	0,1	1,4	0,9	2,8
13 <i>Chamaedaphne calyculata</i>	0,5	—	—	0,8	3,4
14 <i>Calluna vulgaris</i>	4,1	—	—	—	—
15 <i>Sphagnum fuscum</i>	—	—	0,1	—	3,9
16 <i>Betula nana</i>	2,9	—	0,8	—	0,1
17 <i>Carex lasiocarpa</i>	1,3	1,5	0,6	—	—
18 <i>Myrica anomala</i>	—	—	—	—	3,0
19 <i>Carex rostrata</i>	0,3	0,6	1,0	—	0,6
20 <i>Menyanthes trifoliata</i>	1,3	—	0,3	—	0,9
21 <i>Carex limosa</i>	0,1	0,9	0,6	—	—
22 <i>Sphagnum tenellum</i>	—	1,3	—	—	—
23 <i>Eriophorum angustifolium</i>	0,1	1,0	—	—	0,1
24 <i>Drosera rotundifolia</i>	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2
25 <i>Pinus sylvestris</i>	0,4	0,1	—	—	0,6
26 <i>Carex pauciflora</i>	0,1	—	0,6	—	0,4
27 <i>Polytrichum strictum</i>	0,1	—	—	0,6	0,1
28 <i>Cladonia arbuscula</i>	—	—	—	—	0,6
29 <i>Betula pubescens</i>	0,4	0,2	—	—	—
30 <i>Aulacomnium palustre</i>	0,4	—	—	—	—
31 <i>Carex chordorrhiza</i>	—	—	—	—	0,4
32 <i>Sphagnum subsecundum</i>	0,4	—	—	—	—
33 <i>Vaccinium microcarpum</i>	—	0,1	0,1	—	0,2
34 <i>Cetraria islandica</i>	—	—	—	—	0,4
35 <i>Picea abies</i>	0,3	—	—	—	—
36 <i>Empetrum nigrum</i>	—	—	—	—	0,3
37 <i>Drosera anglica</i>	0,1	0,1	—	—	—
38 <i>Pohlia nutans</i>	0,2	—	—	—	—
39 <i>Hepaticae</i> spp.	0,2	—	—	—	—
40 <i>Carex canescens</i>	0,1	—	—	—	—
41 <i>Vaccinium uliginosum</i>	0,1	—	—	—	—
42 <i>Dicranum scoparium</i>	0,1	—	—	—	—
43 <i>Drosera intermedia</i>	—	—	—	—	0,1
44 <i>Carex magellanica</i>	0,1	—	—	—	—
45 <i>Viola palustris</i>	—	0,1	—	—	—
46 <i>Polytrichum commune</i>	0,1	—	—	—	—
47 <i>Trientalis europaea</i>	—	0,1	—	—	—



Kuva 12. Ojittamattomien rämeiden ja korprien TWINSpan-luokittelun dendrogrammi. Selitykset kuten kuvassa 6.

Fig. 12. TWINSpan dendrogram of undrained forested peatlands. Explanations as in Fig. 6.

calyculata) TWINSpan-dendrogrammin varemalla ja korpilahkasammal (*Sphagnum girgensohnii*) oikealla puolella (kuva 12). Pääjaon vasemman puolen ryhmät (1–13 ja 16) luokiteltiin maastossa erityyppisiksi rämeiksi ja oikean puolen ryhmät (14, 15 ja 17–26) eri korpityypeiksi (liite 2).

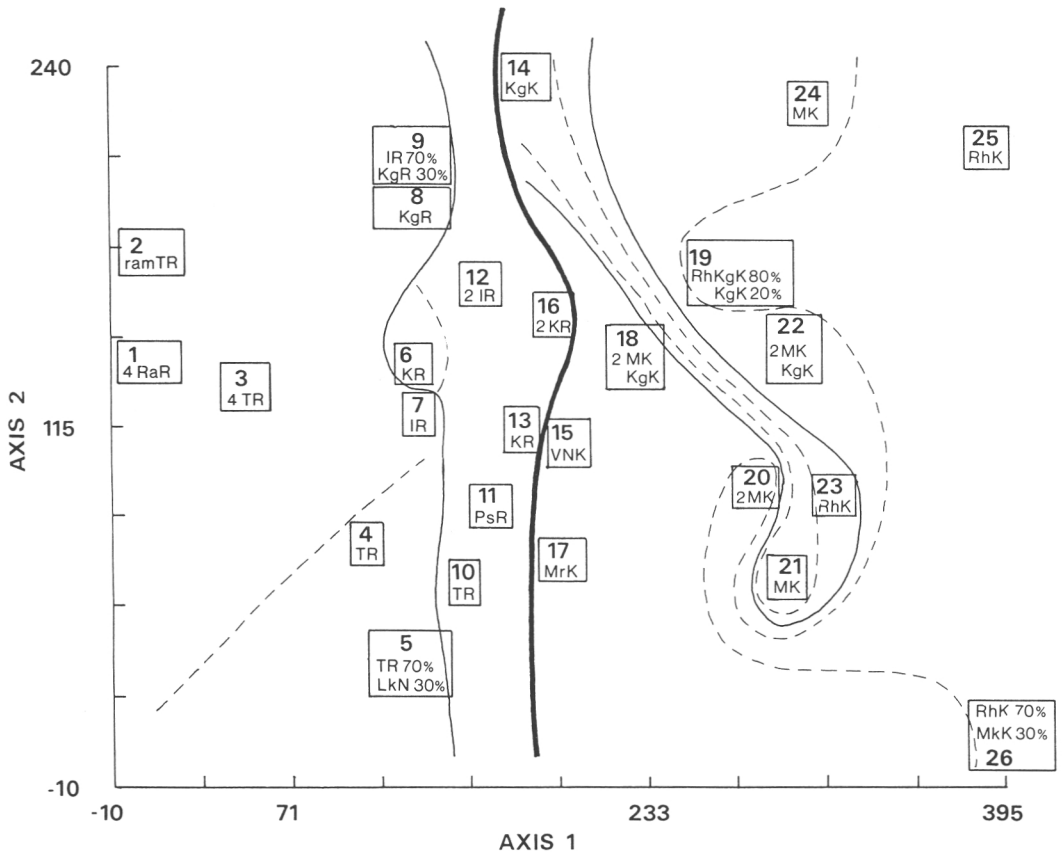
DCA:n 1. akselin alkupuolelle sijoittui pääasiassa ombro-oligotrofisia, rämeisyyttä ja/(tai) nevaisuutta indikoivia lajeja, mm. ruskorahkasammal (*Sphagnum fuscum*), rämekarhunsammal (*Polytrichum strictum*), variksenmarja, suopursu (*Ledum palustre*), vaivero, tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*), rahkasara (*Carex pauciflora*) ja eri *Cladonia*-lajeja (liite 2, koko lajilista ks. Hotanen 1988).

Akselin keskivaiheille sijoittui yhä enemmän yleisiä, indifferenttejä sekä minerotrofisia lajeja, mm. (ombro-)oligotrofiset ja läpi päägradientin esiintyneet jokasuonrahkasammal (*Sphagnum anqustifolium*), varvikkorahkasammal (*S. russowii*) ja seinäsammal, sekä minerotrofisista lajeista esim. korpikarhunsammal ja pallosara (*Carex globularis*). Näissä osissa akselia olivat myös puolukka ja mustikka.

Ensimmäisen akselin loppuosaan sijoittuivat suolajeista esim. mesotrofiset korpilahkasammal, tähtisara (*Carex echinata*), kurjenjalka (*Potentilla palustris*), ruohokanukka (*Cornus suecica*) ja kiiltopaju (*Salix phylicifolia*) sekä meso-eutrofiset, mm. lehväsammal (*Mnium* spp.), siniheinä (*Molinia caerulea*) ja suokorte (*Equisetum palustre*). Metsälajeista akselin näissä osissa olivat mm. isokynsisammal (*Dicranum majus*), metsäkurjenpolvi (*Geranium sylvaticum*) ja hiirenporras (*Athyrium filix-femina*).

DCA:n 2. akselilla ryhmien sijoittuminen määräytyi niiden lajeittävyyksissä esiintyneiden säännötömyyksiin mukaan. Suurimpia pistemääriä saivat ryhmän 25 harvinaiset ja alhaisimpia ryhmän 26 harvinaiset lajit (liite 2, kuva 13). Pieniä arvoja saivat myös rämekynsisammal, korpikarhunsammal ja korpilahkasammal. Korkeita pistemääriä oli myös selvästi peittävimmin yhdessä ryhmässä olleilla haprarahkasammalella (*Sphagnum riparium*) (ryhmä 25) ja isokynsisammalella (24).

Toisella akselilla korkein pistemäärä oli koealalla 14, jolla ei ainoana esiintynyt jokasuonrahkasammalta (kuva 13, liite 2). Sillä



Kuva 13. Ojittamattomien rämeiden ja korprien (26 TWINSpan-ryhmän) DCA-koealaordinaatio. TWINSpan-jakotaso esitetty kuten kuvassa 7. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.602, 2. = 0.290.

Fig. 13. DCA ordination of undrained forested peatlands (26 TWINSpan-groups). TWINSpan cut levels, see Fig. 7. Eigenvalues: 1. axis = 0.602, 2. axis = 0.290.

oli myös muihin ryhmiin verrattuna suuri maitohorsman (*Epilobium angustifolium*) peittävyys. Koealalla 9 seinäsammalen ja kanervan sekä koealalla 24 mustikan, kerrossammalen ja isokynsisammalen suuret peittävydet aiheuttivat koealojen korkean piste-määrän. Koealoilla 8 ja 25 nämä poikkeavuudet olivat varvikkorahkasammal (47,5 %) edellisellä ja haprarahkasammal (41,3 %) jälkimmäisellä. Päägradientin alkupäässä samaan suuntaan voivat vaikuttaa ruskorahkasammal ja esim. ryhmässä 2 lisäksi verrattain runsaat poronjäkälat ja samalla pieni joku-suonrahkasammalen peittävyys.

Maastossa nimetyt suotyypit ryhmittyivät loogiseen järjestykseen vallitsevaan, mitä ilmeisimmin ravinteisuusgradienttiin nähden (kuvat 12, 13, liite 2). Päägradientti oli luonnehdittavissa samalla rämeisyys-korpisuusakseliksi, jossa pääjako erotteli kasvupaikat

myös keskusta-/reunavaikutuksen suhteen melko hyvin (ks. Eurola ym. 1984).

VMI:ssa oli karuimpaan ryhmään 1 merkitty kaksi rahkarämettä ja kaksi tupasvilla/isovarpuisuus-tason rämettä tämän työn rahkarämeiden asemesta. Suurimmat erot luokitteluiden välillä olivat ryhmässä 3: VMI:ssa oli sen koealojen ravinteisuusluokiksi merkitty III, IV, V ja VI; tässä tutkimuksessa 4 x V. Muut erot olivat yhden ravinteisuusluokan eroja ryhmissä 6, 10, 17 ja 20 sekä tässä työssä kahteen eri ravinteisuusluokkaan jaetut koealat (ryhmät) 9, 19 ja 26, jotka VMI:ssa oli merkitty homogeenisiksi täyskoealoiksi. Yhteenvetona on VMI:n ja tämän tutkimuksen ojittamattomien suokoealojen maastoluokittelujen vastaavuudet esitetty liitteessä 1 TWINSpan-analyysin kolmannen jakotason tuloksena.

342. Ympäristömuuttujat

Turpeen paksuus väheni päägradientilla, $r = -0.63^{***}$. Selluloosan hajotusprosentit taas kasvoivat: $r = 0.66^{***}$ (0 cm) ja $r = 0.58^{***}$ (5 cm). Selvimät poikkeavuudet vallitsevasta suuntauksesta olivat koealojen 2 (maastossa RamTR), 6 (KR), 14 (KgK) ja 19 (RhKgK 80 %, KgK 20%) hieman suuremmat hajotusprosentit sekä koealojen 15 (VNK) ja 17 (MrK) hieman pienemmät arvot (liite 2). Yleisesti ottaen hajotusprosentit olivat rämeillä vähän suuremmat turpeessa kuin pinnassa. Korvissa tilanne oli epäselvempi lukuunottamatta koealoja 15 ja 17. Maatumisasteen (von Post: 5–10 cm) ja 1. akselin välinen korrelaatio oli 0.55^{**} .

Maatumisasteen ja selluloosan hajotusaktiivisuuden väliseksi korrelaatioksi saatiin 0.62^{***} (0 cm) ja 0.49^{**} (5 cm). Turpeen paksuuden ja selluloosan hajotusaktiivisuuden väliset riippuvuudet olivat -0.52^{***} pinnassa ja -0.54^{***} turpeessa. Kun ei huomioitu ohutturpeisia (< 30 cm) suotyyppejä (KgR, KgK, RhKgK), olivat vastaavat arvot -0.51^{**} (0 cm) ja -0.45^{**} (5 cm).

Latvus- ja pensaspeittävyden ja 1. akselin väliset riippuvuudet olivat 0.66^{***} ja 0.34^{**} . Nämä arvot olivat pohjapinta-alan ja keskilämpimän kohdalla 0.58^{**} ja 0.50^{**} (arvot vain metsämaan koealoilta, $n = 23$). Myös puuston tilavuus lisääntyi selvästi päägradientilla: 0.72^{***} (analyysissä ei ollut mukana kahta hakkua koealaa 10 ja 17 eikä toista ryhmän 16 koealoista, jolta lukupuutiedot puuttuivat). Ensimmäistä akselia voidaan näin luonnehtia myös 'metsällisen viljavuuden' gradientiksi (Reinikainen 1988, Laine 1989). Tilavuuden ja turpeen paksuuden välinen korrelaatio oli -0.60^{***} ; kun ohutturpeiset suot poistettiin tarkastelusta, se oli -0.70^{***} .

Sekundäärigradienttia oli kasvillisuuden perusteella pidettävä lähinnä säännöttömyysgradienttina. Osaksi voi olla kysymys myös valoisuusakselista, sillä 2. akselin ja latvuspeittävyden välinen korrelaatio oli 0.38^{**} . Kuitenkaan tilanne valoisuusgradientin suhteen ei ollut yksiselitteinen tarkasteltaessa rämeitä ja korpia samassa analyysissä: latvusvarjostuksen vaihteluväli niin suurina kuin pieniäkin pistemääriä saaneiden ryhmien välillä oli melko suurta (esim. ryhmien 20, 21, 23 ja 26 koealoilla 20–60 %).

Toisen akselin ja turpeen paksuuden välinen korrelaatio oli lievästi negatiivinen, -0.29^* . Turvekerroksen ohentuessa reunavai-

kus lisääntyy, mikä on myös voinut lisätä kasvillisuuden heijastamaa sekalaisuutta. Muut korrelaatiot sekundäärigradienttiin nähden olivat heikkoja (Hotanen 1988).

343. Ojittamattomien rämeiden ja korprien sekä vertailusuotyyppien ordinaatio

Eurolan (1962) vertailuaineiston suhteen sijoittui rahkarämeiksi luokiteltu ryhmä 1 lähelle rahkarämeitä (RaR a, b, c, kuva 14). Samassa rykelmässä ja lähellä rahkamättäistä isovarpurämettä (RamIR)) olivat myös ryhmä 2, joka luokiteltiin maastossa RamTR:ksi ja ryhmä 3 (TR), jonka yhteydessä tämä lisämäärä olisi ollut tarpeellinen. VMI:ssa ryhmän 3 koealojen luokittelu oli kirjavaa (liite 2).

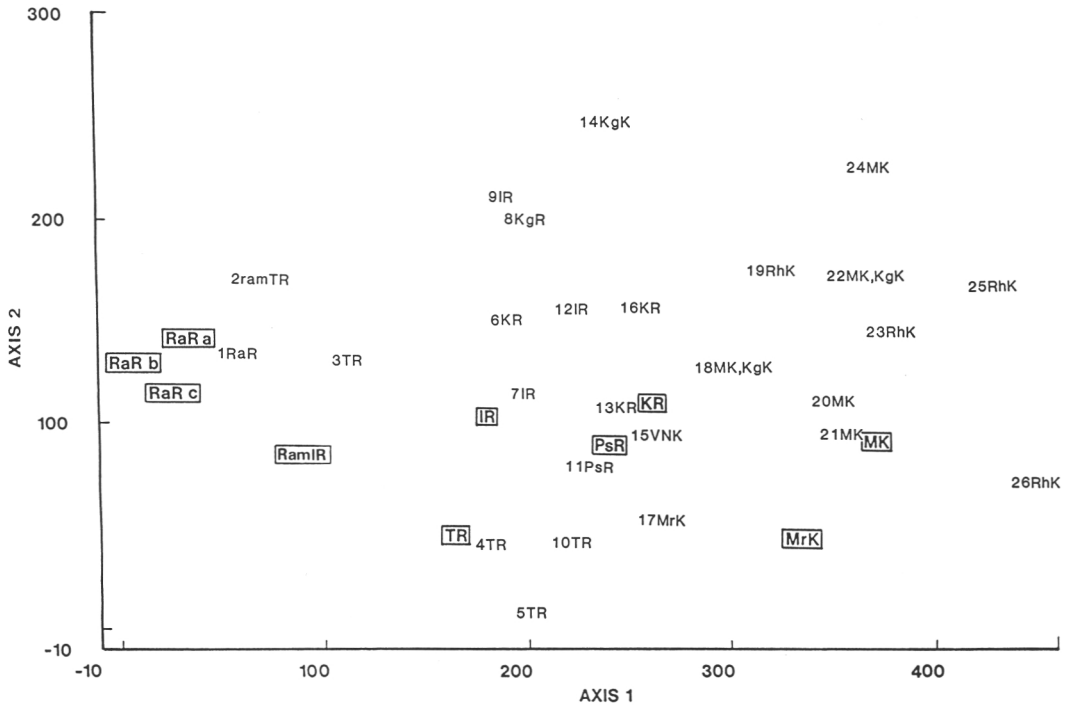
Ryhmät 4 (TR) ja 5 (TR 70%, LkN 30%) sijaitsivat Eurolan aineiston TR:n lähellä. Maastossa TR:ksi luokiteltu ryhmän 10 koeala sijaitsi jo lähempänä Eurolan pallosararämettä. Vuonna 1980 tämä koeala oli merkittykin ravinteisuusluokan IV rämeeksi. Ryhmä 7 (IR) sijoittui Eurolan IR:n viereen, ryhmä 12 (IR) IR:n ja KR:n väliin.

Minerotrofisia lajeja sisältänyt ja KR:ksi luokiteltu ryhmä 6 sijaitsi 1. akselilla samalla tasalla Eurolan IR:een nähden. Vuonna 1980 oli koeala luokiteltu V-tasoon. Muihin korpikämeiksi luokiteltuihin ryhmiin (13 ja 16) nähden on se kasvillisuudeltaan selvästi rämeisin (liite 2).

Rämeiden ohutturpeinen ryhmä 8 (KgR) ja osittain ohutturpeinen ryhmä 9 (IR 70%, KgR 30%) sijaitsivat myös samalla tasalla Eurolan IR:n kanssa, mutta erosivat siitä sekundäärigradientilla. Ryhmän 11 PsR oli hyvin rinnastettavissa Eurolan vastaavaan tyyppiin – samaten ryhmät 13 ja 16 (KR) Eurolan KR:een.

TWINSPANin pääjaossa korprien puolelle ryhmittynyt koeala 15 (VNK) (kuva 12) sijoittui Eurolan KR:n viereen, vaikka sillä olikin kombinaattorakenne nevapintoineen ja mm. luhtaisuutta indikoivia lajeja. Mosaiikkirakenteisena tunnettu tyyppi, MrK (ryhmä 17) sijoittui päägradientilla myös Eurolan KR:n tasalle. Eurolan aineiston MrK taas oli jo lähempänä aitoja, ravinteisuusluokan III korpia (tässä MK).

Kangaskorveksi merkitty ryhmän 14 koeala oli 1. akselilla samalla tasalla ravinteisuusluokan IV soiden kanssa. Koealalla olikin sekä rämeisyyden että korpisuuden piirteitä.



Kuva 14. Ojittamattomien rämeiden ja korprien (26 TWINSpan-ryhmää, vrt. liite 2) sekä Eurolan (1962) kuvaamien referenssisuotyyppien (kehystetty) DCA-ordinaatio. RaR a = *Calluna-S. fuscum-Cladonia*-, RaR b = *Empetrum-S. fuscum*-, RaR c = *Chamaedaphne-Empetrum-S. fuscum*-keidassuo, RamIR = rahkamättäinen isovarpuräme (*Sphagnum fuscum-S. angustifolium*-keidassuo), IR = *Ledum*-isovarpuräme. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.656, 2. = 0.270.

Fig. 14. Combined DCA ordination of undrained forested peatlands (26 TWINSpan groups, see Appendix 2) and reference peatland site types (framed) described by Eurola (1962). RaR a = *Calluna-S. fuscum-Cladonia*-, RaR b = *Empetrum-S. fuscum*-, RaR c = *Chamaedaphne-Empetrum-S. fuscum*-, RamIR = *Sphagnum fuscum-S. angustifolium* pine bog, IR = *Ledum* pine bog. Other site type abbreviations, see list of symbols. Eigenvalues: 1. axis = 0.656, 2. axis = 0.270.

Ryhmä 18 (MK, KgK) ja pääosin RhK:ksi luokiteltu ryhmän 19 koeala sijoittuivat Eurolan KR:n ja MK:n väliin. Ruohoisuuden tunnuslajeja ryhmän 19 koealalla kasvoikin vähävaltaisena.

Ryhmiä 20–24 koealat, 3 MK:a, KgK ja hieman rämeinen RhK olivat päägradientilla rinnastettavissa Eurolan MK:een. Ryhmät 25 (RhK) ja 26 (RhK 70 %, MkK 30 %) sijaitsivat Eurolan MK:n viljavammalla puolella. Ordinaatiossa ei käytetty Eurolan aineiston RhK:a referenssinä, koska keskiarvopeittävyudet puuttuivat valtaosasta sen lajeja.

35. Ojitetut nevat

Ojitusalueille sattui 99 koealaa, joista vain kolme oli avosoita. Näistä kaksi erottui TWINSpanin kolmannella jakotasolla. Kolmas (LkNoj) ei erottunut alemmillakaan jakotasoilla, vaan ohjautui analysissä karujen nevarämeiden joukkoon.

Koeala 1 luokiteltiin maastossa ravinteisuusluokan IV LkKaN:ksi ja koealat 2 ja 3 ravinteisuusluokan VI LkN:ksi (taulukko 6). Neva 1 oli VMI:ssa luokiteltu yhtä ravinteisuusluokkaa paremmaksi, mihin viittaakin mm. siniheinän kohtalainen peittävyys (taulukko 6). Koealan yleisilme oli kuitenkin karu, ja sillä esiintyivät mm. ombro-oligotrofiset paakkurahkasammal (*Sphagnum compactum*) sekä jo huonokuntoinen vajorahkasammal (*S. majus*). Tämä, siniheinä, sekä korpikarhunsammalen suuri peittävyys osoittanevat aiempaa (neva)rimpisyyttä (Sarasto

Taulukko 6. Ojitettujen nevojen (n=3) maastoluokittelut, selluloosan hajotusprosentit, sekä kasvilajien keskipeittävytydet. Selitykset kuten taulukossa 5.

Table 6. The field classifications of drained treeless mires (n=3), mean cellulose decomposition %, and mean coverages of the plant species. Explanations as in Table 5.

Koela	1	2	3
Luokittelu VMI	III oj.	VI oj.	V oj.
Luokittelu B	LkKaN oj.	LkN oj.	LkN oj.
Huikarin rav.luokka	IV	VI	VI
Sellun hajotus (0 cm)	41	15	—
Sellun hajotus (5 cm)	57	34	—
1 <i>Eriophorum vaginatum</i>	—	—	59,4
2 <i>Scirpus cespitosus</i>	26,3	27,0	—
3 <i>Polytrichum commune</i>	41,9	—	—
4 <i>Sphagnum fuscum</i>	—	24,4	0,4
5 <i>Sphagnum angustifolium</i>	0,1	23,8	0,8
6 <i>Betula nana</i>	—	0,7	20,3
7 <i>Sphagnum magellanicum</i>	—	14,3	0,1
8 <i>Molinia caerulea</i>	8,3	—	—
9 <i>Polytrichum strictum</i>	—	0,5	7,1
10 <i>Aulacomnium palustre</i>	—	0,1	6,6
11 <i>Vaccinium oxycoccus</i>	0,8	5,3	0,4
12 <i>Drepanocladus spp.</i>	5,3	—	—
13 <i>Sphagnum tenellum</i>	—	5,0	—
14 <i>Sphagnum compactum</i>	4,1	—	—
15 <i>Betula pubescens</i>	—	3,2	—
16 <i>Sphagnum papillosum</i>	0,4	1,9	—
17 <i>Plenroziium schreberi</i>	1,4	—	0,4
18 <i>Andromeda polifolia</i>	0,1	1,2	—
19 <i>Empetrum nigrum</i>	—	—	1,3
20 <i>Pohlia nutans</i>	0,6	0,5	—
21 <i>Vaccinium uliginosum</i>	—	—	0,8
22 <i>Sphagnum russowii</i>	—	0,7	—
23 <i>Sphagnum majus</i>	0,4	—	—
24 <i>Pinus sylvestris</i>	—	0,1	—
25 <i>Carex globularis</i>	—	—	0,1
26 <i>Vaccinium microcarpum</i>	0,1	—	—
27 <i>Trientalis europaea</i>	0,1	—	—
28 <i>Carex limosa</i>	—	0,1	—
29 <i>Drosera rotundifolia</i>	—	0,1	—
30 <i>Carex pauciflora</i>	—	0,1	—
31 <i>Epilobium angustifolium</i>	—	—	0,1

1961a, Pienimäki 1982, Heikurainen 1986).

Nevat 2 ja 3 olivat karuja eikä niillä ollut minerotrofisia lajeja lukuunottamatta pallasaran vähäistä esiintymistä nevalle 3 (taulukko 6). LkN vietiin VMI:ssa ravinteisuusluokkaan V (Valtakunnan metsien... 1977) joten tästä johtui yhden ravinteisuusluokan ero nevan 3 kohdalla (taulukko 6). VMI:ssa ravinteisuusluokan VI nevoiksi merkittiin vain rahkanevat.

Nevakoealalla 3 kiinnitti huomiota tupasvillan vallitsevuus, myös vaivaiskoivu oli runsas. Tämä neva oli lannoitettu (v. 1969, 500 kg PK/ha) kuten myös neva 1 (v. 1974, 450

kg PK/ha), neva 2 oli lannoittamaton. Nevalle 1 selluloosan hajotusprosentit olivat nevalle 2 selvästi suuremmat, nevalle 3 (ryväskoeala) ei testiliuskoja ollut (taulukko 6).

36. Ojitetut rämeet ja korvet

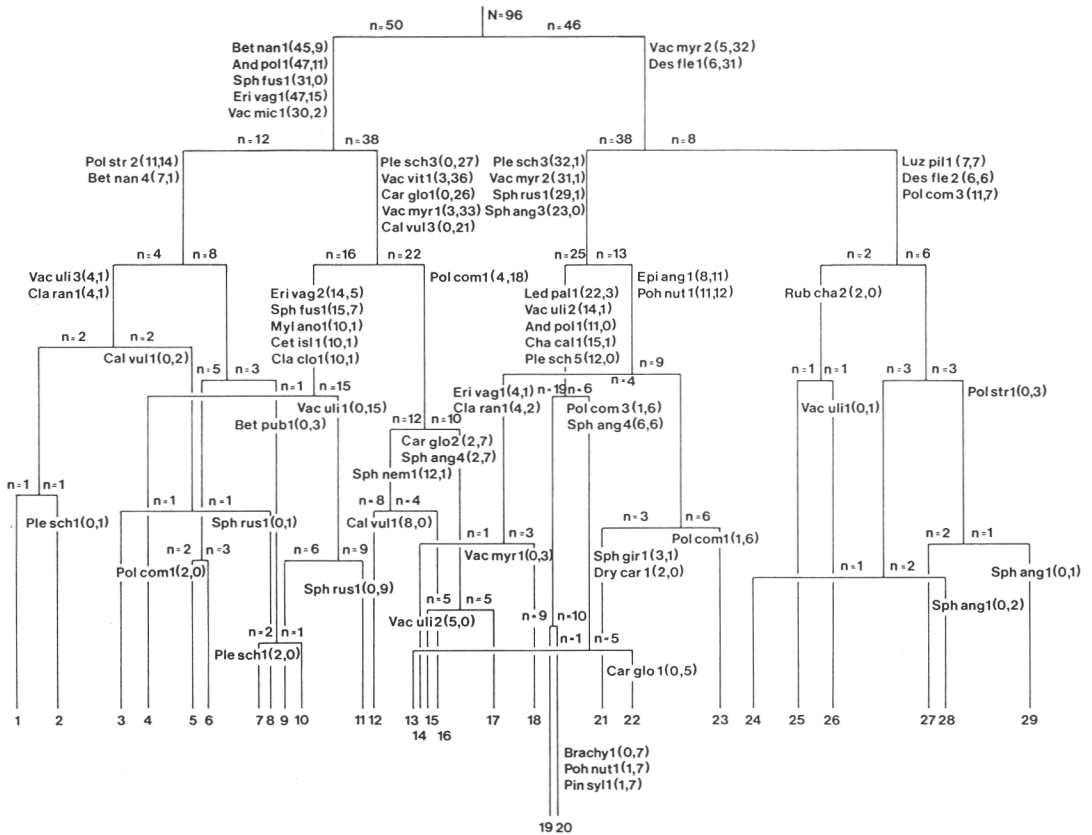
361. Luokittelu ja ordinaatio

Nevakoealojen poiston jälkeen ojitettujen soiden (n = 96) pääjako TWINSPAN-dendrogrammin vasemmalla puolella osoittivat rämeisyyttä (osin nevaisuutta) luonnehtivat lajit ja oikealla puolella lähinnä korpisuutta indikoivat lajit: mustikka ja metsälauha (kuva 15).

Pääjaon vasemman puolen ryhmien (1–12, 15–17) koealat luokiteltiin maastossa eri rämetyypeiksi. Ojikoiksi näistä oli merkitty 32% ja muuttumiksi 66%. Turvekankaaksi oli määritelty vain yksi koeala (Ptkg) (liite 3). Oikean puolen ryhmille (13, 14, 18–29) oli yhdistävänä tekijänä korpisuus – lievänä (korpiset rämeet) tai päätyyppiryhmän määrämänä. Valtaosaltaan tämän puolen ryhmien koealat olivat muuttumia, ojikoita oli 17 % ja turvekankaita 15 %. Ohutturpeisten suotyyppien (KgR, KgK) muuttunaisia oli koko ojitettujen soiden aineistossa 16 kpl (17 %).

Maastossa nimetyt tyypit ryhmittivät tyypinimen osoittamalta trofialta pääosin loogiseen järjestykseen ordinaation 1. akselilla (liite 3, kuva 16), joka oli jälleen (ks. ojitamattomat suot) tulkittavissa 'metsällisen viljavuuden' (rämeisyys-korpisuus) gradientiksi. Toisin kuin ojitamattomien soiden ordinaatiassa osa rämeiksi luokitelluista koealoista – kangasrämeet osa korpisrämeistä ja vähäisemmässä määrin myös isovarpuisista rämeistä – ryhmittyi TWINSPAN-pääjaon oikealle puolelle korpisen joukkoon. Nämä koealat olivat pääasiassa muuttumia. Lisäksi maastossa PsR:ksi luokitellut ojitusalat sijoittuivat ordinaatiassa varsin hajalleen.

DCA:n 1. akselin alkupäähän painottuneiden, rämekarhunsammalen, vaivaiskoivun, kanervan, juolukan ja tupasvillan peittävytydet olivat suuremmat ojitetuilla kuin ojitamattomilla soilla. Ruskorahkasammal kasvoi kummankin osa-aineiston koealoilla peittävytydeltään varsin tasavahvana. Akselin alkupäästä sen keskiosia kohti runsastuvat rahkasammallajit: jokasuonrahkasammal, varvik-



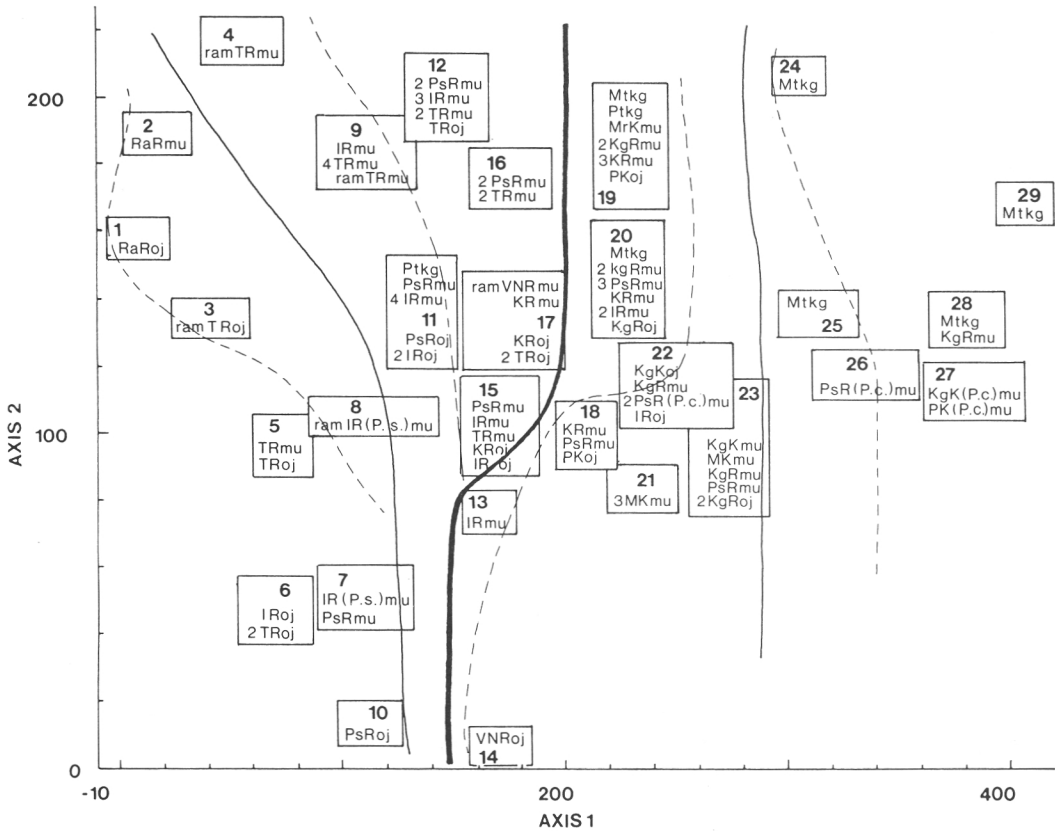
Kuva 15. Ojitettujen rämeiden ja korprien TWINSpan-dendrogrammi. Selitykset kuten kuvassa 6.
 Fig. 15. TWINSpan dendrogram of drained forested peatlands. Explanations as in Fig. 6.

korahkasammal ja punertava rahkasammal (*S. magellanicum*) taantuivat ja kangasrahkasammal (*S. nemoreum*) paremminkin runsastui ojituksen seurauksena. Seinäsammal oli jokseenkin yhtä runsas niin ojittamattomilla kuin ojitetuilla soilla, samoin puolukka. Akselin loppupäättä kohti runsastuvat lajit, korpilahkasammal, kerrossammal ja mustikka olivat runsaampia ojittamattomilla soilla, korpikarhunsammal ja pallosara taas ojitusaloilla. Ojitettujen soiden TWINSpan-pääjaon oikean puolen indikaattorilaji, metsälauha, esiintyi 1. akselin loppupään ryhmissä melko runsaana. Ojittamattomilla soilla se kasvoi vain muutamilla koaloilla niukasti. Ojittamattomien soiden aineiston vastaava indikaattorilaji, korpilahkasammal, oli ojitetuilla soilla hyvin vähävaltainen (liitteet 2 ja 3, myös Hotanen 1988).

Toisella akselilla saivat korkeimpia pistemääriä harvinaiset lajit, esim. paakurahkasammal, riippasara (*Carex magellanica*) tai

lajit, joiden peittävyys muihin ryhmiin nähden oli suuri (mm. kanerva, seinäsammal ja kangasrahkasammal). Viimemainitut lajit viittasivat siihen, että ojitusmenetysissä edenneet ryhmät saavat suuria pistearvoja 2. akselilla. Tällaisilla koaloilla suo- ja metsälajisto sekoittuvat. Päägradientin alkupään ryhmien 1–3 suuren pistemäärän aiheutti runsaana kasvanut ruskorahkasammal ja esim. ryhmässä 29 metsälauha. Alhaisimpia pistemääriä 2. akselilla saivat myös harvinaiset lajit (heikosti latautuneissa ryhmissä), esim. raate, mutasara (*Carex limosa*) sekä pullosara, joka esiintyi selvästi runsaimpana ryhmän 14 VNR:llä (kuva 16, liite 3). Sekundäärigradientin säännöttömyyden monisyntyisyys oli ilmeinen ja tästä johtuen myös ongelmallinen tulkittavaksi. Osaksi 2. akseli voitiin tulkita kuivatusvaihetta kuvaavaksi gradientiksi.

Maastoluokitteluiden välillä oli ojitusalueilla enemmän vaihtelua kuin ojittamatto-



Kuva 16. Ojitetujen rämeiden ja korprien (29 TWINSpan-ryhmän) DCA-koelaordinaatio. TWINSpan-jakotaset esitetty kuten kuvassa 7. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.607, 2. = 0.225.
 Fig. 16. DCA ordination of drained forested peatlands (29 TWINSpan groups). TWINSpan cut levels, see Fig 7. Eigenvalues: 1. axis = 0.607, 2. axis = 0.225.

milla soilla, etenkin ravinteisuusgradientin keskivaiheilla, jossa ravinteisuusluokkien hajonta VMI:n luokitteluksi oli ryhmässä tätä tutkimusta hieman laajempaa (liite 3). Ryhmien 12 ja 15–17 koaloja oli VMI:ssa merkitty enemmän IV-ravinteisuusluokkaan tämän tutkimuksen V-luokan asemesta ja ryhmään 19–20 enemmän III-ravinteisuusluokkaa tämän työn IV-luokan asemesta. Rahkarämeiden (VI) ojitusalueet ryhmässä 1 ja 2 oli VMI:ssa luokiteltu ravinteisuusluokan V rämeiksi. Päägradientin karussa päässä, kuin myös sen loppupäässä olivat luokittelut muutoin melko yhteneväiset (myös liite 1).

Eri maastoluokittelussa määritetyt kuivaustasheet vastasivat hyvin toisiaan. Eroavuudet eivät suhteellisesti painottuneet sen enempää ojikon ja muuttuman kuin muuttuman ja turvekankaan välisiin määrittelyihin. Kaksi ohutturpeista koalaa (ryhmät 20 ja 22) oli VMI:ssa luokiteltu soistuneiksi kan-kaiksi (liite 3).

362. Ympäristömuuttujat

Turpeen paksuuden ja päägradientin välinen korrelaatio oli -0.65^{***} . Ohutturpeisia koaloja esiintyi vasta ryhmästä 19 alkaen (liite 3). Ensimmäisen akselin ja selluloosan hajotusaktiivisuuden väliset riippuvuudet olivat 0.68^{***} (0 cm) ja 0.56^{***} (5 cm). Selvimät eroavuudet vallitsevasta hajotustrendistä olivat koalojen 2–4 (RaRmu, RamTRoj, mu) suhteellisen suuret, sekä toisaalta ryhmien 6 (TRoj, IRoj) ja 10 (PsRoj) pienet arvot (liite 3). Hajotusprosentit olivat turpeessa yleensä hieman suuremmat kuin pinnassa. Maatumisasteen (5–10 cm) ja 1. akselin välinen yhteys oli 0.59^{***} .

Maatumisasteen ja selluloosan hajotusprosenttien väliset korrelaatiot olivat 0.60^{***} (0 cm) ja 0.54^{***} (5 cm). Hajotusprosenttien ja turpeen paksuuden väliset korrelaatiot olivat hieman heikompia kuin ojittamattomilla soilla: -0.38^{***} (0 cm) ja -0.36^{***} (5 cm). Oji-

tusaloilla, joilla turvetta oli > 30 cm, vastaavat arvot olivat -0.21^* ja -0.20 .

Latvus- ja pensaspeittävyiden ja 1. akselin väliset korrelaatiot olivat 0.49^{***} ja 0.26^{**} . Arvot vaihtelivat pohjapinta-alan ja puuston tilavuuden kohdalla $0.35-0.55^{***}$ riippuen osituksesta. Esim. 96:sta ojitusalasta oli luokiteltu metsämaaksi 82 kpl, joille pohjapinta-ala oli yleensä mitattu. Metsämaakoealoilla 1. akselin ja pohjapinta-alan riippuvuus oli 0.37^{***} . Kun näistä vielä poistettiin taimikot (15 kpl), korrelaatio nousi selvästi: 0.54^{***} . Tilavuuden ja vallitsevan gradientin välinen riippuvuus oli koko materiaalin osalta 0.35^{***} ja taimikoiden poiston jälkeen jo 0.50^{***} . Keskiläpimitan ja päägradientin suhde oli em. puustotunnuksia selvästi löyhempi ($0.17-0.22$).

DCA:n toinen akseli oli tulkittavissa kuivatusaste- ja/tai säännöttömyysgradientiksi. Sen sekä hajotusaktiivisuuden (5 cm) ja latvuspeittävyiden väliset riippuvuudet olivat heikosti positiivisia: 0.14 ja 0.23^* . Pohjapinta-alaan ja tilavuuteen nähden yhteydet olivat jo vahvempia: $0.33-0.44^{***}$ riippuen koealajoukon osituksesta. Myös 2. akselilla keskiläpimitan riippuvuus oli em. puustotunnuksiin verrattuna heikko. Pensaspeittävyiden ja 2. akselin välinen korrelaatio oli lievästi negatiivinen, -0.24^{**} . Muihin muuttujiin nähden korrelaatiot olivat heikkoja (ks. Hotanen 1988).

363. Ojitettujen turvemaiden ja kangasmetsien ordinaatio

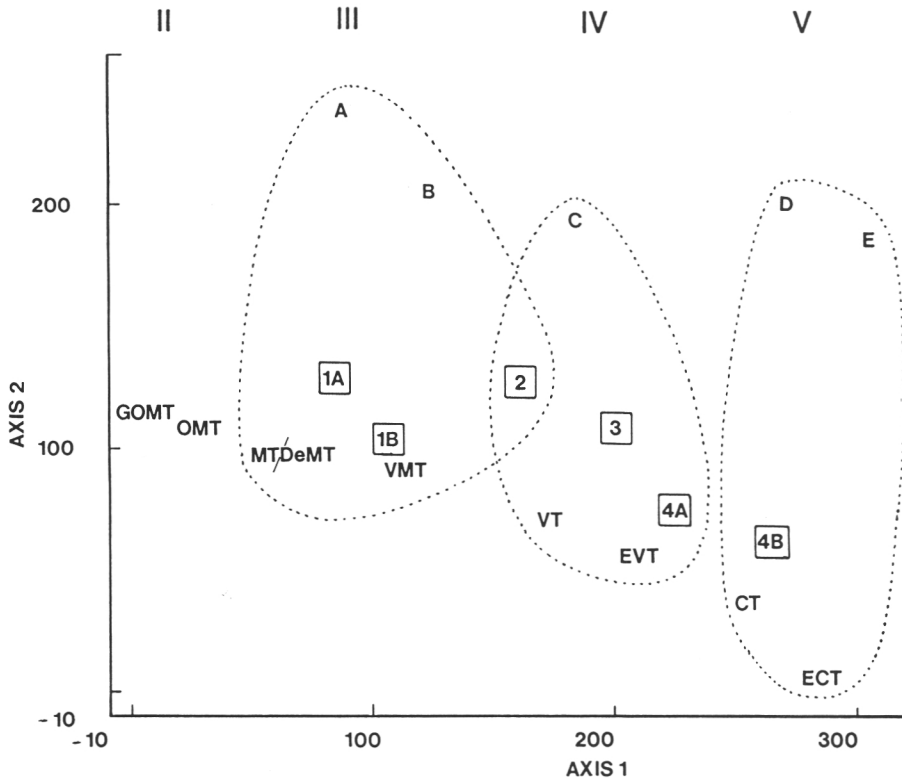
Lopuksi muodostettiin sekundäärisuknessiossaan jo edenneistä ja/tai 2. akselilla korkeita pistemääriä saaneista ryhmistä kangasmetsävertailua varten kuusi ryhmää seuraavasti: A = ryhmät 24–29, B = 21,23, C =

19, 20, D = 12, 16, E = 4, 9 ja F = 1–3. Kriteerinä oli TWINSPANin kolmas jakotaso (ryhmän A kohdalla toinen jakotaso). Näiden ryhmien ja kuuden sulkeutuneen kangasmetsäryhmän sekä Etelä-Suomen ja Pohjanmaa-Kainuun vertailumetsätyyppien ordinaatiossa todettiin karuimman ryhmän F (RaRoj, mu, RamTRoj) olevan selvästi poikkeava ja vääristävän ordinaatiokuvaa (Hotanen 1988).

Ryhmän F poiston jälkeen ryhmä A sijoitui 1. akselilla lähelle tuoreita kankaita (kuva 17). Ryhmän A koealat olivat maastoluokittelussa Mtkg:ita ja KgK:n ja PK:n sekä vahvasti korpisten rämeiden muuttumia (liite 3). Ryhmä B, jonka koealat olivat MK- ja KgK-muuttumia sekä ohutturpeisten, korpisten rämeiden ojikoita ja muuttumia, sijaitsi hieman tuoreiden kankaiden oikealla, karummalla puolella.

Ryhmä C oli rinnastettavissa lähinnä kuivahkojen kankaiden ryhmään. Tässä ryhmässä esiintyi väljä suotyypivaihtelu: kaksi IR-muuttumaa, KgR-, PsR-, KR-muuttumia, laihjoja korpia (oj-tkg) ja pari Mtkg:sta (liite 3). Ryhmä D oli taas 1. akselin suhteen kuivien kankaiden tasalla. Ryhmän koealat olivat maastoluokittelussa pääosin TR- ja IR- ja osaksi PsR-muuttumia. Ryhmä E, joka sijaitsi hieman kuivien kankaiden ja ryhmän D oikealla, karummalla puolella, luokiteltiin kahdesti RamTR-, neljästi TR- ja kerran IR-muuttumaksi.

Verrattuna aiempiin tämän työn analyysiin oli suo- ja kangasmetsien ordinaatiossa sekundäärigradientin ominaisarvo vielä suhteellisen merkityksellinen (0.288) päägradienttiin (0.492) nähden. Tämä kuvastaa 2. akselilla korkeita pistemääriä saaneiden ojitusalueryhmien (A–E) pintakasvillisuuden heterogeenisuutta kangasmetsiin verrattuna. Ojituksen aiheuttaman sekundäärisuknession edetessä kohti turvekangasvaihetta lähestynevät suo- ja kangasmetsäryhmät toisiaan.



Kuva 17. Räreiden ja korpjen viiden ojitusalueyryhmän (A = alkuperäiset ryhmät 24–29, B = 21,23, C = 19,20, D = 12,16, E = 4,9, ks. kuva 16) ja kuuden sulkeutuneen kangas- metsäryhmän (1A–4B, ks. kuva 10) sekä Etelä-Suomen ja Pohjanmaa-Kainuun referenssi- metsätyyppien (GOMT-ECT, Kalliola 1973) DCA-ordinaatio. Ryhmien yhteys ravintei- suusluokkiin (II–V) selvennetty ympyröiden. Akselien ominaisarvot: 1. = 0.492, 2. = 0.288.

Fig. 17. Combined DCA ordination of five old drained peatland groups (A = original groups 24–29, B = 21,23, C = 19,20, D = 12,16, E = 4,9, cf. Fig. 16), six closed mineral soil forest groups (1A–4B, cf. Fig. 10) and reference forest site types (GOMT-ECT, Kalliola 1973). The connection between these groups and the fertility classes (II–V) is made clearer by dashed lines. Eigenvalues: 1. axis = 0.492, 2. axis = 0.288.

4. Tulosten tarkastelu

41. Otanta ja menetelmät

Sekä koealojen että kasvillisuusruutujen otanta on tässä tutkimuksessa systemaattinen. Ruudut ovat paikannettavissa uusinta- mittauksia varten. Verrattaessa vastaaviin otantamenetelmiin pohjautuviin suomalaisiin metsä- ja suokasvillisuustutkimuksiin (tarkemmin mm. Hotanen 1988) voitaneen tämän tutkimuksen $8 \times 1 \text{ m}^2$:n otannan katsoa antavan riittävän luotettavan kuvan koealan kasvillisuudesta – etenkin, kun viljavimmat

kasvupaikat (lehdot, letot, lehtokorpi) puut- tuivat otoksesta. Subjektiiviset erot peittä- vyyksien arvioinnissa lienevät käsillä olevassa tutkimuksessa vähäiset (ks. mittaukset ja ha- vainnot).

Monimuuttujamenetelmät edellyttävät keskenään vertailtavien koealojen (lähes) sa- mankokoisuutta samassa tietokoneajossa (mm. Gauch 1982). Erilainen otanta ja koea- lakoko sekä eri luokittelutraditiot aiheutta- vat turhia eroavaisuuksia ja vaikeuttavat tut- kimusten vertailtavuutta (Dierssen & Diers-

sen 1985). Toisaalta näytteenottomenetelmän valintaan vaikuttavat lopulta kasvillisuustyyppi, tutkimuksen tavoitteet ja aineiston jatkokäsittelyssä käytettävät numeeriset menetelmät (mm. Jukola-Sulonen & Salemaa 1985, ks. myös Heikurainen 1951, Knapp 1984).

Tässä työssä, jossa aarin koealaa kuvaa kahdeksan ruudun otos, vertailtiin sulkeutuneita kangasmetsiä Kalliolan (1973) aineistoon, joka on peräisin kolmannelta VMI:sta ja jossa lajipeittävyyydet ovat myös yhden aarin koealojen keskiarvoja. Eurolan (1962) materiaali metsäisiltä soilta on myös kuvattu pääosin aarin koealoilta. Otannat ovat näin ollen sen verran lähellä toisiaan, että vertailu numeerisesti antanee objektiivisemmän kuvan tämän tutkimuksen metsä- ja suotyypeistä kuin pelkkä viitteenomainen tarkastelu.

Käytetty luokittelumenetelmä, TWINSPAN, reagoi herkästi kivennäismaiden yhteydessä ryhmiteltyihin, nk. kangas-suosekakoaloihin (ks. myös Gauch & Whittaker 1981). Kasvillisuudeltaan jo muutenkin 'epäjärjestyksessä' olevien nuorten metsien kohdalla sekakoalojen paljastuminen ei ollut yhtä tehokasta kuin sulkeutuneiden kangasmetsien aineistossa. Myös DCA-ordinaatiossa ko. koealat erottuivat saaden korkeita pistemääriä 2. akselilla.

TWINSPANilla on sen eduista (mm. Gauch & Whittaker 1981) huolimatta joitakin heikkouksia (esim. Hotanen 1990). Myös näyteyksiköiden poisto vaikuttaa tulokseen: seka-, 'häiriö'- tai nevakoealojen poiston jälkeen koealoja siirtyi alkuperäisestä ryhmästään esim. aineiston pääjaon toiselle puolelle. TWINSPANissa väärän luokittelun todennäköisyys on kuitenkin pienin ensimmäisessä eli tärkeimmässä jaossa (Gauch & Whittaker 1981).

Ongelmaksi TWINSPANia sovellettaessa muodostuu helposti, mille jakotasolle ja/tai kuinka monta ryhmää kasvillisuuden avulla muodostetaan? Tämä jää tulkittavuuden ja näin tutkijan harkittavaksi (Gauch 1982, Oksanen 1984, Mikkola & Sepponen 1986). Tässä tutkimuksessa maastossa määritettyjä metsätyyppisiä oli neljä joten oli tarpeellista ryhmien sisäisen rakenteen analysoimiseksi käyttää kolmea jakotasoja. Lukuisten suotyyppien vuoksi luokittelu oli soilla vietävä pitemmälle.

Korrespondenssianalysissa (RA,DCA) on ominaista, että harvinaiset lajit äärimmäisissä koealoissa voivat vaikuttaa huomattavasti

ordinointitulokseen (Oksanen & Vuorinen 1983). Se paljastui myös tässä tutkimuksessa (downweighting-optiosta huolimatta) ordinoitavien yksiköiden vähennyttyä sulkeutuneiden ja nuorten metsien sekä ojitusaluiden ja kangasmetsien ryhmien yhdistetyissä analyyseissä.

Ordinaatioakseleita tulkittiin lajiston perusteella ja objektiivisuuteen pyrkien myös korreloimalla näytealapeiteitä ympäristömuuttujiin (mm. Mikkola & Sepponen 1986, Heikkilä 1987, Lahti & Väisänen 1987). DCA:ssa ordinaatioakselien välillä ei ole systemaattista suhdetta, kun taas ympäristötekijät ovat harvoin riippumattomia toisistaan (Gauch 1982). Lajien runsauksien suhde ympäristömuuttujiin on lisäksi epälineaarinen ja usein ei-monotoninen (Fewster & Orloci 1983). Tämän vuoksi yritykset yhdistää ordinaatioakselit suoraan ympäristögradientteihin vaikeutuvat monissa tilanteissa (Green 1979, Kuusipalo 1985, Mikkola & Sepponen 1986). Tarkoituksenumukainen menettely voi tällöin olla koealojen luokittelu ja ympäristömuuttujien arvojen tarkastelu saaduissa luokissa (Kuusipalo 1985).

42. Kivennäismaat

42.1. Luokittelu ja sen yleinen vertailu

Ajatus metsäkasvivyhteisöjen heijastamista ekologisista epäjatkuvuuskohdista, jotka tutkimusalueella selvästi olisivat rajanneet canderilaiset metsätyytit toisistaan ei juurikaan saanut tukea. Tätä kuvasti mm. sulkeutuneiden metsien ryhmä 4A, joka vastasi karuja kuivahkoja kankaita. Ryhmän koealat luokiteltiin maastossa lähes yhtä usein kuivahkoiksi ja kuiviksi kankaiksi, ja eri maastoluokitteluiden väliset erot olivat suurimmat ko. kasvupaikkojen välillä. Kuusipalo (1985) taas korosti kasvillisuusvaihtelun jatkuvaa luonnetta varsinkin tuoreilla kasvupaikoilla.

Jos Lahden & Väisänen (1987) esittämä tulos metsätyyppien päällekkäisyydestä (32–56 %) on yleistettävissä kenttäolosuhteisiin, merkitsee se suurta todennäköisyyttä luokitella väärin tietty tyypikkö. Toisaalta Lahden & Väisänen tyypikkohtaiset histogrammit DCA-latauksista kuvaavat sekä tyypittelijöiden näkemysten hajontaa että metsätyyppien limittäisyyttä.

Tämän tutkimuksen tulokset viittasivat myös luokitteluvaikeuksiin ja/tai mahdolliseen välittävään kasvillisuustyyppiin tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden välillä. Tuoreiden kankaiden paralleelityypit ovat MT Etelä-Suomessa ja VMT ja DeMT Pohjanmaa-Kainuun vyöhykkeessä (DeMT sen eteläosissa) (Lehto & Leikola 1987). Aiemmin MT:ä ei ole pidetty esim. VMT:n paralleelityyppinä, vaan sellaiseksi on esitetty seinäsammaltyyppiä (Keltikangas 1959). Seinäsammaltyypin (PIT) käyttöönotto ei Etelä-Suomessa ole kuitenkaan toteutunut (Leikola 1982).

VMT:ä ja DeMT:ä lähellä olevat kasvillisuusluokat paljastuivat myös tässä työssä. Sulkeutuneiden metsien välimuotoryhmän (= 2, kuva 10) voitaisiin ajatella vastaavan Etelä-Suomen tuoreen (MT) ja kuivahkon kankaan (VT) välille sijoittuvaa PIT:ä. Kun koealat kuitenkin sijaittivat Pohjanmaa-Kainuun vyöhykkeen eteläosissa, ja nimenomaan VMT:ä pidetään aitona seinäsammaltyyppinä ko. vyöhykkeessä (Keltikangas 1959), ei välimuotoryhmän tulkinta ole yksiselitteinen. VMT:ä ei voitane ymmärtää Pohjanmaa-Kainuun vyöhykkeessä tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden välittäväksi tyypiksi, sillä tällöin vyöhyke jäisi ilman tuoreen kankaan tyyppiä lukuunottamatta DeMT:ä vyöhykkeen eteläosissa.

Em. välimuotoryhmä voidaan mieltää VMT:n tai sen eteläisen paralleelityypin, PIT:n, laitavariantiksi (Kalela 1952, Keltikangas 1959) tai yksinkertaisesti VMT:n ja EVT:n välimuodoksi (Lukkala 1919). Ilmastollisella vaihteluvyöhykkeellä välimuotojen osuus saattaa korostua (Cajander 1926, 1949, Keltikangas 1959).

Kuusipalon (1985) tutkimuksessa seinäsammaltyyppi ei paljastunut. Hänen tutkimusalueensa olikin pääosin PIT:n esiintymisalueen ulkopuolella (Keltikangas 1959, Leikola 1982). Sen sijaan Kuusipalon (1985) analyseissä erottui karu MT, jossa vallitsevana puulajina oli mänty. Hänen mukaansa MT-metsiköissä, joissa sekä mänty että kuusi esiintyvät valtapuulajeina, pintakasvillisuus saa valaistuksen lisääntyessä MT:ä kuivemmille kasvupaikoille tunnusomaisen leiman. Myös käsillä olevassa tutkimuksessa välimuotoryhmän vallitseva puulaji oli yleensä mänty. Selitykseksi ei kuitenkaan kelpaa pelkästään puulaji, sillä lähellä VMT:ä olleessa ryhmässä 1B puolet koealoista oli männikköjä ja puolet kuusikkoja, vaan valon määrä

yleensä. Välittävän ryhmän keskimääräinen latvusvarjostus oli vain 27 % kun tuoreiden kankaiden muissa ryhmissä (1A ja 1B) vastaavat arvot olivat 48 % ja 43 %. Välimuotoryhmää myös indikoivat valoa vaativat lajit.

Selitys nuorten tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden luokitteluvaikeuksiin voi taas olla esim. hakkuun jälkeinen pintakasvillisuuden karuuntumisvaihe (mm. jäkälöityminen ja valoa suosivien varpujen elpyminen), jota ei kenties ole riittävästi osattu ottaa huomioon.

Sepponen (1985) vertasi muodostamia kasvillisuusluokkia metsätyypeihin menetelmänä prosenttinen samankaltaisuusindeksi. Hänen muodostamistaan neljästä ryhmästä rehevin sijoittui tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden ja toiseksi rehevin kuivahkojen ja kuivien kankaiden välille. Kaksi karuinta ryhmää edustivat kuivien kankaiden karuinta osaa. Sepposen (1985), Kuusipalon (1985), Lahden & Väisänen (1987) ja tämän tutkimuksen perusteella on pääteltävissä, että ns. metsätyyppien välimuodot ovat tavallisia nykyisissä talousmetsissä.

Nuorten metsien analyysissä päägradientin ääripäät erottuivat selvästi. Karuilla kasvupaikoilla latvusvarjostuksen vähentyessä mm. seinäsammalen peittävyys pienenee ja jäkälöitymisen myötä kasvupaikan yleisilme karuntuu (Oksanen 1983, Lehto & Leikola 1987). Nuorten metsien karuin ryhmä sijoituikin sulkeutuneiden metsien karuimman ryhmän karummalle puolelle. Ääripäiden erottumiseen on saattanut vaikuttaa myös pieni otoskoko, ja näin ollen välittävien koealojen puuttuminen. Viljavilla kasvupaikoilla (lehdot, lehtomaiset kankaat) on taas tunnettua etenkin heinien ja ruohojen voimakas kasvu (Lahti & Väisänen 1987, Lehto & Leikola 1987).

Tulokset vahvistivat käsityksiä metsätyyppijärjestelmän yksilotteisuudesta eli voimakkaasta päägradientista (myös Kuusipalo 1985). Nuorten metsien analyysissä sekundäärigradientin vahvistuminen johtuu valon määrän lisääntymisestä, mutta myös muista metsikköilmastossa tapahtuvista muutoksista. Haihduttavan puuston poistamisen aiheuttaman maaperän vettymisen vuoksi suokasvilajien esiintyminen on tavallista varsinkin tiiviillä mailla (Sarvas 1937, Lehto & Leikola 1987). Viljavilla kasvupaikoilla ja etenkin niiden nuorissa sukkessiovaiheissa käsitykset kangas- ja suolajeista monesti hämärtyvät: lehtomaisilla kankailla ja lehdoissa on usein rehevimpien korpien piirteitä (Ku-

jala 1979, Pakarinen 1982). Nämä ilmiöt suolajeista kangasmailla oli todettavissa myös tämän työn aineistossa.

Kahta toisistaan riippumatonta ja sama-paikkaista maastoluokittelua sekä numeerista luokittelua verrattaessa voitiin todeta, että TWINSPAN-luokkien sisällä metsätyyppien määritysten hajonta oli jokseenkin yhtä suurta niin sulkeutuneissa kuin nuorissa metsissä. Hajonta eri luokittelijoiden välillä ei — myös hieman yllättäen — ollut juurikaan suurempi nuorten metsien aineistossa.

422. Kasvilajit ja metsätyypin määrittäminen

Metsätyyppien määrittämisessä tärkeät indikaattorilajit saattavat puuttua niille yleensä luonteenomaisilta kasvupaikoilta, erityisesti lajien pohjoisen esiintymisrajan läheisyydessä (Kujala 1936, Kalela 1960). Pelkästään indikaattorilajeihin nojautumalla metsämaat luokitellaan yleensä liian korkeisiin hyvyysluokkiin. Tästä johtuen on indikaattorilajien ohella kiinnitettävä huomiota myös valtalajien runsauteen ja runsaussuhteisiin (Lehto & Leikola 1987).

Numeerisilla menetelmillä saatujen indikaattorilajien vertailussa on otettava huomioon se, että ko. lajiksi valinta on aineistokeskeistä, esim. kasvupaikka-amplitudista riippuvainen. Jotta laji pääsisi indikaattorilajiksi TWINSPAN-analyysissä, on sen oltava riittävän konstantti. Useimmiten se on jokin valtalaji täyttäen tietyt runsauskriteerit.

Numeerisilla menetelmillä saatujen indikaattorilajien tarkastelussa Kuusipalon (1985) tutkimus jää lähes ainoaksi vertailumateriaaliksi suomalaisten kangasmetsien osalta. Sekin käsittelee tätä tutkimusta eteläisempiä alueita.

Pakarisen (1982) eteläsuomalaisia metsätyyppejä koskevassa ryhmittelyssä (lajien läsnäoloon perustuva assosiaatioanalyysi) valikoitui tunnuslajeiksi kuivilla kankailla palleporonjäkälä ja lehtomaisissa metsissä vuo-henputki (*Aegopodium podagraria*) ja valkovuokko (*Anemone nemorosa*). Sepposen (1985) ja Mikkolan & Sepposen (1986) aineistot on kerätty tätä tutkimusta selvästi pohjoisemmilta alueilta.

Sulkeutuneiden metsien aineiston tulos pääjaon karulta puolelta on lähes identtinen Kuusipalon (1985) tutkimukseen nähden:

puolukan tilalla sitä vastaavana lajina vain on isohirvenjäkälä, joka myös Kuusipalon (1985) alustavissa analyyseissä oli kuivien kasvupaikkojen indikaattorina. Poronjäkälien runsausvaatimus on hieman suurempi kuin em. vertailumateriaalissa. Jäkälien peittävyys metsätyyppien sisällä suureneekin pohjoista kohti (mm. Kujala 1979).

Nuorissa metsissä karuja kasvupaikkoja indikoivat pääasiassa samat lajit kuin sulkeutuneidenkin metsien kohdalla. Lisäksi variksenmarja osoitti aineiston pääjakoa. Se runsastuukin Lehdon & Leikolan (1987) mukaan hakkuen jälkeen ainakin kuivahkoilla kankailla, jotka pääosin sijoittuivat juuri pääjaon karulle puolelle. Kanervan runsauskriteeri on myös sulkeutuneisiin metsiin verrattuna hieman kohonnut: hyvissä valaistusolosuhteissa optimaalisesti esiintyvänä lajina (Gimingham 1978) se on runsastunut myös pääjaon rehevemmän puolen karuimmilla koealoilla.

Sulkeutuneiden metsien rehevällä puolella osoittivat aineiston pääjakoa kerrossammal ja metsälauha, joka esiintyi kuitenkin pääjaon karummalla puolella 11 kertaa ollen myös kuivahkojen kankaiden indikaattorilaji erotuksena sitä karumpien kankaiden ryhmiin. Näin ollen metsälauhan runsauteen tulisi kuitenkin kiinnittää huomiota tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden välillä, vaikka TWINSPAN ei sitä pääjaottelussa edellytäkään, mikä johtuu menetelmän lajifrekvenssieroluonteesta.

Nuorten metsien aineistossa pääjaon indikaattorina rehevällä puolella oli metsätähti. Sen tiedetään runsastuvan hakkuiden jälkeen tuoreilla kankailla kun taas metsälauha runsastuu sekä tuoreilla että myös joksikin aikaa kuivahkoilla kankailla (Kujala 1926, Lehto & Leikola 1987) menettäen näin ollen indikaattoriarvon nuorissa metsissä tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden välillä. Metsälauhan käyttö tyyppierottelussa on ongelmallista sen valovaihteluluonteen vuoksi. Metsätähti suosii tuoreita kasvupaikkoja (Kuusipalo 1985, Sepponen 1985), vaikka se esiintyykin melko säännöllisesti myös kuivahkoilla kankailla (Kujala 1979).

Valoisaa ja pintakasvillisuudeltaan karumpaa tuoreen kankaan ryhmää suhteessa muihin tuoreisiin kankaisiin indikoivat valosta hyötyvät lajit, mm. variksenmarja ja juolukka. Kuusipalon (1985) tutkimuksessa lähinnä vastaavia kasvupaikkoja indikoivat mm. kanerva ja metsätähti. Hänen mukaansa tyyppi-

lisiä eteläsuomalaisia tuoreen kankaan kuusikoita suhteessa valoisimpiin tuoreen kankaan männiköihin luonnehti mm. metsämaitikka. Tässä työssä laji esiintyi tuoreen kankaan eri ryhmässä hyvin niukkana.

Suikerosammalet (*Brachythecium* spp.) ja laakasammalet (*Plagiothecium* spp.), jotka indikoivat lähellä DeMT:ä olevaa ryhmää, ovat kasvupaikkavaatimuksiltaan hyvin heterogeenisiä, mutta maassa runsaina kasvaessaan ne yleensä indikoivat tuoretta kangasta parempaa kasvupaikkaa (Kujala 1964, 1979, Kalliola 1973). VMT-ryhmää indikoi DeMT-ryhmään nähden mm. kangaskynsisammal (> 2 %), joka on yleinen laihoillakin kasvupaikoilla toimeentuleva laji (Kujala 1964, Kalliola 1973). Runsaimmillaan se on kuitenkin kuivahkojen kankaiden viljavimmissa osissa (Kuusipalo 1988).

Eri lajien indikaattoriarvo tietyillä runsausarvoilla varustettuna, sekä yleensä lajien esiintymisrunsauden suhde metsämaan ominaisuuksiin on edelleen vajaasti tunnettu (Sepponen 1987). Käsitukset jaosta indikaattori- ja valtalajeihin lienevät monessa tapauksessa (mm. kanerva) vielä epäselviä tai päällekkäisiä.

Kasvupaikan kehityshistorian vaikutusta kasviyhdyksuntien muotoutumiseen on korostanut mm. nk. Uppsalan koulukunta (ks. Trass & Malmer 1978). Esim. metsäpalot muuttavat pintakasvillisuutta ja kasvupaikkolosuhteita. Sarvaksen (1937) mukaan monet kasvilajit tarvitsevat enemmän kuin yhden hakkuukiertoajan saavuttaakseen alkuperäiset asemansa kulon jälkeen. Metsäpalot säästelevät myös monien tärkeiden metsäkasvilajien regeneraatiota (Oinonen 1969). Myös kaskenpoltto oli maassamme alle sata vuotta sitten vielä yleistä (Heikinheimo 1915). Yhdessä luonnonkulojen kanssa se on vaikuttanut metsämaahan laajoilla alueilla. Nykyään kasvupaikka ja sille luonteenomainen kasvilisuus voivat olla muuttumassa myös laskeumien vuoksi (Lähde & Niemppola 1986).

Nykyisen pintakasvillisuuteen perustuvan järjestelmän puitteissa kasvupaikkaluokittelu perustuu senhetkiseen kasvillisuuteen riippumatta siitä, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet sen muotoutumiseen. Näin ollen esim. lannoitus on hyväksyttävä taustamuuttujana, jonka vaikutuksia pintakasvillisuuteen on vasta viime aikoina alettu tarkemmin tutkia (mm. Mälkönen ym. 1980, Grönlund 1988).

Tässä tutkimuksessa ei kasvilajien peittävyksistä ennen lannoituksia ollut tietoa.

Pintakasvillisuuden perusteella oli siksi mahdollonta osoittaa lannoitusvaikutusta, esim. sitä onko lannoitus edesauttanut jonkun koealan sijoittumista tiettyyn ryhmään. Uusintamittausten jälkeen on nyt lannoittamattomaksi ilmoitettuja koealoja mahdollista käyttää hyväksi tämäntylyiseen karkeaan tarkasteluun.

423. Metsätyyppi ja metsämaa

Kuten tässä myös monissa muissa tutkimuksissa, (esim. Aaltonen 1941, Urvas & Erviö 1974, Sepponen 1982, 1985, Kuusipalo 1985), on todettu saman metsätyyppin voivan esiintyä monilla eri maalajeilla. Metsätyyppien maalajijakaumissa on selviä eroja, mutta mikään metsätyyppi ei synny vain määrättylle maalajille (Sepponen 1982) (vrt. *Pyrola*-typpi). Siirryttäessä viljavista ja kosteista kasvupaikoista karumpiin ja kuivempiin kasvupaikkoihin karkeiden maalajien osuus lisääntyy ja hienojen vähenee (Aaltonen 1941). Tämän työn aineistossakin harjuaines ja muut lajittuneet ainekset keskittyivät karuimpiin ryhmiin ja esim. hieno savi-hiesumoreeni rehevempiin ryhmiin.

Molemmista kivennäismaiden aineistoissa todettiin humuskerroksen ohenevan kasvupaikan karuuntumisen myötä. Sulkeutuneiden metsien stabiileimmissa olosuhteissa oli ravinteisuusgradientin ja humuskerroksen paksuuden välinen riippuvuus kuitenkin selvempi kuin nuorissa metsissä. Humuskerroksen paksuneminen metsätyyppin viljavuuden myötä havaittiin jo mm. valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten perusteella (Aaltonen 1941; myös Sepponen 1985, Kuusipalo 1985). OMT:ssä ja lehdoissa humuskerros ei yleensä erotu jyrkästi kivennäismaasta ja sen paksuuden arviointi jää siten hyvin epämääräiseksi (Aaltonen 1941). Humuksen paksuus yleensä myös (siten) kasvaa maan raekoostumuksen hienontuessa (Aaltonen 1941). Humuskerroksen paksuudella on tavallisesti kiinteä yhteys tärkeimpien ravinteiden määriin (Aaltonen 1940, Kuusipalo 1985).

424. Selluloosan hajoaminen

Tulokset osoittivat, että selluloosan hajoamisnopeus kasvaa pintakasvillisuuden rehe-

vöitymisen myötä. Ravinteisuusluokiltaan vierekkäisten ryhmien hajotusnopeudet eivät kuitenkaan poikenneet sulkeutuneiden metsien aineistossa merkitsevästi toisistaan (ks. myös Mikola 1954). Sama päti myös nuorten metsien kohdalla humuskerroksen hajotuksia tarkasteltaessa.

Selluloosan hajotusnopeuden erot metsätyyppien välillä olivat karikkeessa suuremmat kuin humuksessa. Humuskerroksessa tapahtunut hajotus oli lisäksi pintakerroksessa tapahtunutta hajotusta suurempi, mikä on selitettävissä siten, että testiliuskat ovat tällöin välittömämmin hajottajien ympäröiminä ja olosuhteet hajotustoiminnalle tasaisemmat kuin karikkeessa, jossa esim. ajoittainen kuivuminen hidastaa hajotusta (Alexander 1977).

Jäppisen ym. (1986) tulokset olivat samankaltaiset kuin tämän työn tulokset: MT:llä selluloosan hajotusprosentit olivat VT:ä suurempia, ja molemmilla tyypeillä hajotus oli suurempaa humuksessa kuin karikkeessa. Nuorten metsien, erityisesti taimikoiden valoisissa ja lämpimissä oloissa ovat hajotusedellytykset hyvät, jos kuivuus ei vain rajoita hajotusta (epätodennäköisempää humuksessa kuin karikkeessa). Selluloosan hajoaminen olikin nuorten metsien (etenkin) humuskerroksessa suurempaa kuin sulkeutuneissa metsissä (myös Jäppinen ym. 1986).

Latvusvarjostuksen lämpöoloihin vaikuttava merkitys on tullut esiin mm. Lähteen (1966a) tutkimuksessa, jossa puustoltaan tiheän OMT-kuusikon hajotusaktiivisuus oli hieman pienempi kuin kuivahkon kankaan kuusikon. Lumen ja roudan sulaminen on tiheässä metsikössä hidasta, ja senkin jälkeen saattavat lämpöolot hajotuksen kannalta olla monesti huonommat kuin harvapuus- toisessa metsikössä. Lehtipuumetsiköissä karikkeiden hajoaminen on nopeampaa kuin saman metsätyypin havupuumetsiköissä (Lähde 1966a, Berg ym. 1975).

Tuomisen (1981) mukaan selluloosatestin ei voida testimateriaalin yksipuolisuuden (metsäkarikkeet sisältävät selluloosaa n. 20–30 %, Lähde 1966a) vuoksi edellyttää suoraan kuvaavan mikrobiaktiivisuutta. Testin etuina ovat sen yksinkertaisuus ja pienet mittaukseen liittyvät virhemahdollisuudet; mikrobit eivät myöskään syntetisoi uutta selluloosaa (Mikola 1954). Virhelähteenä voisi olla testipalojen painonnousu vieraan kiinto- aineen kertymisen vuoksi, mikä vaikeuttaisi testin käyttöä rytmikkatutkimuksissa tarvit-

tavina lyhyinä jaksoina (Tuominen 1981). Vuoden testiaikana, kuten tässä tutkimuksessa, ko. seikalla ei liene merkitystä.

425. Puustotunnukset

Tarkasteltaessa vain hakkuukypsiä metsiköitä (kehitysluokka 6) havaittiin odotusten mukaisesti tilavuuden ja pohjapinta-alan kasvavan kasvupaikan pintakasvillisuuden rehevöitymisen myötä. Koska hakkuukypsiä metsikkö on puuston ikään nähden väljä käsite (Valtakunnan metsien... 1977), kuvaavat metsikön ikään sidotut tilavuus ja pohjapinta-ala tuotospotentiaalia karkeasti. Tässä mielessä olisi pituusboniteetti ollut tarpeellinen. Pysyviltä koealoilta ei kuitenkaan ollut laskettu puuden iäkiä.

Puuston keskiläpimitan ja metsätyypin hyvyden välillä ei selviä riippuvuuksia ilmennyt. Ilmeinen selitys tähän oli se, että alueen parhaiden metsätyyppien puustot saavuttavat hakkuukypsyyden aikaisemmin ja ovat näin iältään nuorempia kuin karuilla tyypeillä. Karuilla kasvupaikoilla puuston asento on myös yleensä viljavia kasvupaikkoja väljempi, mikä suosii paksuuskasvua rinnankorkeudelta rungon ylempiin osiin verrattuna (Vuokila 1980).

43. Turvemaat

431. Luokittelun yleinen vertailu

Ojittamattomien soiden eri maastoluokitteluita verrattaessa oli pitkälle viedyn ryhmitelyn (26 TWINSPAN-ryhmää) selvin ero päägradientin alkupään kolmannen ryhmän luokitteluissa. Tämän ryhmän koealat oli VMI:ssa merkitty neljän eri ravinteisuusluokan (III–VI) rämeiksi, mutta tässä työssä ne kaikki oli luokiteltu ravinteisuusluokkaan V. Karuimman ryhmän neljä koealaa luokiteltiin tässä työssä rahkarämeiksi (VI), kun VMI:ssa näistä kaksi oli merkitty V-ravinteisuusluokkaan. Muissa ryhmissä luokittelut olivat varsin yhteneväiset. Luokitteluerojen painottuminen aineiston karuun päähän näkyi myös kolmannen jakotason tuloksena.

Vertailussa Eurolan (1962) kuvaamiin suotyyppeihin sijoittuivat karun pään ryhmät (1–3) lähelle rahkarämeitä. Ryhmän 3

TR:iksi määritetyillä koealoilla oli ruskorahkasammalen keskipeittävyys 26 %. Boniteettia alentava lisämääre (Huikari 1952) olisi siten ollut paikallaan näillä koealoilla. Tolosen (1967) mukaan rahkamättäiset tupasviljarämeet ovat Pohjois-Karjalassa yleisiä.

Ohjeissaan Huikari (1952) (Huikari ym. 1964) korostaa eri ravinteisuustasojen tunnuslajien suhteellista, kohtalaista tai yleensä runsautta sekä lisämääreiden käyttöä. Reinikaisen (1984) mukaan nk. analyttisellä tavalla Huikarin järjestelmää toteutettaessa yliarvioidaan boniteettia helposti. Näkemyserot 'kohtalaisesta runsaudesta' näkyivät karujen rämeiden ohella myös avosoiden kohdalla: tämän tutkimuksen lyhytkortisiksi kalvakkanevoiksi luokitellut koealat oli VMI:ssa merkitty yhtä ravinteisuusluokkaa paremmiksi siis saranevoiksi.

Ryhmän 1 kohdalla luokitteluerot ilmeisesti johtuivat VMI:ssa käytettävän Huikarin järjestelmän rahkarämämäärittelylle annetuista ehdoista (luokittelu toistuu ojitettujen soiden koealoissa), joissa RaR:ltä edellytetään ruskorahkasammalen > 75 %:n peittävyyttä. Kuitenkin rahkarämeiden eri alatyypeillä ja kuudennen ravinteisuusluokan kermi- I. keidasrämeillä on ruskorahkasammalen peittävyyksissä suurta tyyppi kohtaista vaihtelua (40–90 %) (Eurola 1962, Eurola & Kaakinen 1978). Ruskorahkasammalen 75 %:n peittävyysvaatimus johtaa siten virheisiin V- ja VI-ravinteisuusluokan (ja siten myös usein ojituskelpoisuuden) rajanvedossa.

Ojitusaloilla oli maastoluokitteluiden välillä enemmän vaihtelua kuin ojitamattomilla soilla. Maastossa tehdyt luokitteluvirheetkin olivat ilmeisesti yleisempiä – etenkin vallitsevan gradientin keskivaiheilla, jossa samassa TWINSPAN-ryhmässä esiintyi kirjava joukko eri suotyyppejä. Toisaalta sekundaarisuokessiossaan jo edenneiden eri suotyyppien pintakasvillisuudet muistuttavat niin paljon toisiaan, etteivät alkuperäiset tyypit enää selvästi eroa. Tämä onkin ojitusalueiden suokessio perusteorioiden mukaista (mm. Tantt 1915, Sarasto 1957) ja kuvaa samalla ojitusalueiden, korostetusti muuttumavaiheen, luokittelun peruskysymyksiä ja -ongelmia (Sarasto 1961a, Reinikainen 1984, 1988, Laine 1989).

Verrattaessa ojitussuokessiossaan jo edenneitä ryhmiä Saraston (1957, 1961a) esittämisiin käsityksiin ojitettujen suotyyppien kehittymisestä kohti tiettyjä metsätyyppejä,

ovat saadut tulokset samansuuntaisia. Tupasvilla- ja isovarpuiset rämeet kehittyvät kohti varputurvekangasta (Vatkg) ja mustikka- ja kangaskorvet kohti mustikkaturvekangasta (Mtkg).

Kangasrämeiden (KgR) ojitusalat sijoittuivat ordinaatiossa paitsi kuivahkoja myös karuja tuoreita kankaita läheneviin ryhmiin. Saraston (1957, 1961a) mukaan kangasrämeestä voi muodostua myös karuja mustikkaturvekankaita vastaavia kasvustoja. Pallosararämeen muuttunaisista oli luokiteltu pääasiassa kuivia ja kuivahkoja kankaita läheneviin ryhmiin. Myös Saraston (1957) tulosten mukaan PsR:stä voi muodostua Ptkg:n kasvustoja, vaikka hän (1961a) synteessissään toteaa lyhytkorsisararämeiden ryhmästä (PsR + TSR) muodostuvan etupäässä Vatkg. Tässä tutkimuksessa korpisrämeiden (KR) ja laihojen korprien (PK, MrK) muuttunaiset keskittyivät kuivahkoja kankaita läheneviin ryhmiin. Sarasto (1961a) sijoitti KR-syntyiset turvekankaat Vatkg-luokkaan luokan rehevimpänä varianttina ja PK-syntyiset turvekankaat Mtkg-luokkaan luokan karuimpana varianttina. Korpisrämeet ja karut korvet ovatkin tyyppiryhminä varsin heterogeenisiä (Hotanen 1989).

Kuivahkoja kankaita lähenevässä ryhmässä (C) (kuva 17) oli koealat VMI:ssa luokiteltu tätä työtä selvästi useammin III-ravinteisuusluokkaan. Koska tämän tutkimuksen maastoluokittelussa kyseisen ryhmän koealojen katsottiin olevan joko karuja korpia (PK, MrK) tai korpisia rämeitä (KgR, PsR, KR), ovat korpisuuden merkit olleet nähtävissä. Tämä on ilmeisesti VMI:n luokittelussa johtanut Huikarin järjestelmän 'liian herkkään' soveltamiseen. Ryhmään (C) johtavaa haaraa TWINSPANin kolmannella jakotasolla indikoivat lajit ovat kaikki rämeisyyden osoittajia erotuksena samalta jakotasolta karuja tuoreita kankaita lähenevään ryhmään (B), jossa korpisuus voimistui. Tähän ryhmään (B) oli molemmissa luokittelussa merkitty yhtenevästi yhä enemmän III-ravinteisuusluokkaa. Tässäkin ryhmässä yli puolet (56 %) koealoista katsottiin kuuluviksi IV-ravinteisuusluokan korpisiin rämeisiin (lähinnä KgR).

Ojitusala-aineiston pääjaon rehevämällä puolella oli runsaasti (16 kpl) ohutturpeisten soiden muuttunaisia. Etenkin suhteellisen ohutturpeisten suotyyppien, PsR:n ja MK:n kohdalla (Eurola & Kaakinen 1978, Heikurainen 1986), voi turpeen painuminen ojituksen jälkeen aiheuttaa niiden luokittelun

KgR- ja KgK:ksi vastaavasti.

Ravinteisuusluokan määrittäminen ja tyyppittely muuttamalla, joiden nimeämisessä pitää 'kantaa' mukana alkuperäistä suotyyppiä, ei ole helppoa eikä yksiselitteinen asia. Laine (1989) onkin esittänyt, että ojitettu suokuvio luokiteltaisiin jo ennen turvekangasvaiheen alkamista siihen tkg-tyyppiin, johon se tulee todennäköisesti kehittymään. Eri maastoluokitteluisia määritetyt sukkessioasteet vastasivat varsin hyvin toisiaan huolimatta ohjeiden tulkinnanvaraisuudesta ja Saras-ton (1961a) kuvaamista ongelmista.

432. Luokittelu ja suokasvillisuuden päävaihtelu-uunnat

Kasvillisuustaulukkojen, TWINSPAN- ja DCA-kuvien perusteella oli pääteltävissä, että suotyypit muodostavat suhteellisen selkeän jatkumon karuista viljaviin tyypeihin vaihettuen toisikseen ilman jyrkkiä rajoja. Suotyypit on ajateltava vain kiinnostukseksi suokasvillisuuden moniulotteisessa avaruudessa (Eurola ym. 1984, vrt. Hotanen 1989). Selvin epäjatkuvuuskohta muodostui rusko-rahkasammal-valtaisten tyyppien ja muiden tyyppien välille (joskin karuimpien soiden koealamäärä oli pieni).

Nevakoealojen kasvillisuus, erityisesti kalvasrahkasammal ja muun minerotrofisen lajiston esiintyminen niillä osoitti, että ombro- ja minerotrofisten kasvupaikkojen erottamiseen kytkeytyy myös alueellisuuden näkökulma (myös Pakarinen 1976, 1979). Ilmastollisella vaihteluväylävyöhykkeellä ombro- ja minerotrofisen kasvillisuus tahtoo sekoittua. Esim. Pohjois-Karjalassa yleisellä RamTR:llä on Tolosen (1967) mukaan ombrotrofisuudesta huolimatta yhä piirteitä aiemmasta minerotrofiasta (mm. pullosara, siniheinä). Myös tässä tutkimuksessa ko. tyyppillä saattoi esiintyä yksittäin minerotrofisia lajeja.

TWINSPAN-analyysin pääjaon karumpaa, rämeiden pääryhmää (myös ojitusaloidella) indikoivat useat tavalliset rämeisyyttä/ nevaisuutta ilmentävät lajit (ks. myös Reinikainen 1988). Kangas-, jokasuon- ja varvikkorahkasammal, jotka mm. olivat indikaattoreina ojitusaloidella alemmilla jakotasoidella etenkin lähtökohdaltaan oligotrofisilla tyypeillä, sietävät ojitusaluiden olosuhteita pitkään (Sarasto 1957, 1961a, Mannerkoski 1976). Kangasrah-

kasammal oli jo enemmän kuivuneiden suhteellisen karujen ryhmien indikaattorina. Selkeimmin ojitussukcession progressiota yksittäisistä lajeista indikoi kuitenkin seinäsammal (Sarasto 1957, 1961a).

Tyypillinen korpisuuden osoittaja korpisrahkasammal taas indikoi ojitattamattomien metsäisten soiden pääjaossa korpia, esiintyen pääjaon karummalla puolella vain yhdellä koealalla (KR). Ojitusalujen TWINSPAN-ryhmiä laji indikoi vasta 5. jakotasolla (MKmu-ryhmää). Vastaava tulos näkyy myös Reinikaisen (1988) analyysissä. Korpisrahkasammal pitää sitkeästi puoliaan ojituksen kuivatusvaikutusta vastaan, joskin sen esiintyminen sukkession loppuvaiheissa on niukkaa (Sarasto 1961a, Mannerkoski 1970).

Mustikka osoitti mm. ojitusala-aineiston pääjakoa sen rehevämällä puolella. Ojitussukcession edetessä se hieman runsastuu myös karuimmilla ojitusaloidella (Sarasto 1957, 1961a). Mustikan kanssa samansuuntaisesti käyttäytyi puolukka, joka lajina on vähemmän vaateliias kuin mustikka (Ingestad 1973). Molemmissa metsäisten soiden osa-aineistoissa puolukka oli indikaattorina TWINSPANin toisella jakotasolla karumman puolen rehevämmässä ryhmässä. Laji esiintyi kuitenkin (kuten myös mustikka) myös muutamilla päägradientin aivan karuimman puolen koealoilla. Kyseisten lajien käytössä indikaattoreina on kiinnitettävä erityistä huomiota niiden runsauteen – ja varsinkin ojitusaloidella. Yleensäkin valtalajien käyttö luokittelussa edellyttää myös nykyistä selkeämpiä määrittelyjä niiden runsauksien ja runsaussuhteiden kriteereistä.

Ojitusaluiden kohdalla, aineiston niukka suotyyppivalikoima huomioiden, räme- ja korpityyppien sijoittuminen ordinaatiossa vastasi hyvin Reinikaisen (1988) esittämän suotyyppijärjestelmän kuvausta Heikuraisen & Pakarisen (1982) laatimassa kosteus-ravinteisuus-koordinaatistossa (vaikka se ei ole aito kasvillisuusordinaatio, ks. Reinikainen & Hotanen 1988) ja rinnastettuna turvekangas- ja metsätyyppisiin sekä Huikarin (1952) ravinteisuusluokkiin. Reinikaisen (1988) TWINSPAN-jaottelussa pääjako toimi vastaparien: karu – rehevä, rämeisyys/nevaisuus – korpisuus/kg-metsäisyys, ja keskusta – reunavaikutteisuus vedenjakajana. Tämän tutkimuksen tulokset em. päävaihtelu-uun-tiin nähden olivat samansuuntaiset, vaikka aineistot esim. ojitusiän ja tyyppijakauman suhteen eivät suoraan olleet rinnastettavia.

Tässä tutkimuksessa ojitusalojen pääjaon rehevämällä puolella esiintyi runsaasti myös rämeisyyden piirteitä, mikä näkyi mm. toisen ja kolmannen jakotason indikaattorilajistossa päägradientin keskivaiheilla. Ojittamattomien soiden ryhmittelyssä näin ei tapahtunut. Etenkin reunavaikutteiset, korpiet rämeet näyttivät siten ojitussukcession myötä siirtyvän pintakasvillisuuden koostumusta analysoitaessa korprien puolelle (vrt. Melin 1917). Ohutturpeiset suot olivat niin ojittamattomina kuin ojitetuina varsin heterogeenisiä ja vaikeasti ryhmiteltäviä.

Huolimatta siitä, että aineistot kattoivat vain osan suotyypivaihtelusta, ja tiettyjen tyyppienkin osalta koealamäärä oli niukka, havaittiin useita vaihtelusuuntia sisältävien aineistojen järkevän analysoinnin edellyttävän aineistojen osittamista. Toinen vaihtoehto olisi 2-ulotteisia ordinaatioita useampiulotteisten ratkaisujen käyttäminen (esim. Parkinen 1979, Kuusipalo & Vuorinen 1981, Oksanen 1985). Vielä turvekangasvaiheen ordinaatioissa kasvupaikan nevasyntyisyys voi paljastua (Reinikainen 1988).

Myös turvemaan koealoista tehdyn ryhmitelytuloksia tarkasteltaessa jäi lannoitusvaikutus taustamuuttujan rooliin. Selvimmin lannoituksesta näytti hyötynneen neva-ojituskella tupasvilla ja vaivaiskoivu sekä maitohorsma eri tyypeillä (ks. myös mm. Reinikainen 1965, Päivänen & Seppälä 1968, Backeus 1980, Kuusipalo & Vuorinen 1981, Silfverberg & Hotanen 1989).

433. Selluloosan hajoaminen, maatumisaste

Luonnontilaisilla soilla vesitalous aiheutti häiriöitä sellunhajotuksen ja trofiasarjan väliseen riippuvuuteen. Tuomisen (1981) mukaan pohjavesiolot selittävät pitkälti etenkin nevatyyppien ja rämeiden tasapintojen välisiä eroja hajotusmäärissä ja jakaumissa (ks. myös Lähde 1966b, Karsisto 1979a).

Hajotusprosentit olivat karikkeessa hieman pienemmät kuin pintaturpeessa – ilmeisesti samasta syystä kuin kivennäismailla. Ojittamattomissa korvissa karikkeeseen jätetyt selluloosaluiskat peittyvät kuitenkin nopeasti voimakkaan sammalkasvun alle, jolloin myös pintapalojen hajotus oli nopeaa. Valoisat, kuivien mätäspintojen (mm. suhteellisen hidaskasvuinen seinäsammal) vallitsevat koealat poikkesivat muista tässä suh-

teessa (= hakattu MrK ja VNK) (ks. myös Tuominen 1981).

Ojitusaloilla selluloosan hajoamisnopeuden suhde turvekerroksen paksuuteen oli hieman ojittamattomia soita löyhempi. Ilmeisesti ojitus (taustamuuttujana lannoitus, ks. Karsisto 1979a,b, Paavilainen 1980, Finer 1986) vilkastuttaa suhteellisesti enemmän paksuturpeisten ja karujen tyyppien hajotustoimintaa. Tätä osoitti myös se, että poistettaessa aineistosta ohutturpeiset (< 30 cm turvetta) koealat suhde löystyi entisestään, ojittamattomilla soilla näin ei tapahtunut.

Hajotusnopeuteen vaikuttaa Lähteen (1966b) mukaan myös ojitusalueen ikä. Tässä työssä sekundäärigradientin (= pääosin kuivatusastegradientti) ja hajotusaktiivisuuden väliset positiiviset riippuvuudet olivat heikkoja. Vahteran (1955) mukaan pintaturpeessa ojituksen jälkeen tapahtuva aikaisempaa nopeampi maatumisen jälleen hidastuu saraturpeissa usein metsittymisen yhteydessä. Tähän on edellytyksenä puumaisen karikesadon riittävä kasvu. Karuissa rahkaturpeissa ilmiötä ei todennäköisesti esiinny.

Hajotukseen verrattuna lähes yhtä vahva riippuvuus todettiin viljavuussarjan ja turpeen maatumisasteen välillä (von Post, 5–10 cm). Tulos rämeiden ja korprien yhteisessä viljavuussarjassa karkealla von Postin menetelmällä on yhtenevä Westmanin (1981) tulokseen nähden. Westmanin tutkimuksessa turpeen maatumisasteen kuvaajana ollut orgaanisen aineen tilavuuspaino (Pyavchenkon asteikko, ks. Sarasto 1960) kasvoi trofiasarjan myötä.

434. Puustotunnukset

Tilavuus ja pohjapinta-ala, jotka soillakin kuvaavat tuotospotentiaalia väljästi, kasvoivat päägradientilla (= trofia- /boniteettiakseli). Ojitusaloilla ne kasvoivat myös pääosin kuivatusasteakseliksi tulkittulla sekundäärigradientilla. Lähempi analysointi soveltuvan taksatorisen mittaustiedon puuttumisen vuoksi ei ollut mahdollista (ks. kuitenkin Heikurainen 1959, 1973 käsitteistä trofia/metsäojitusboniteetti). Parhaimman kuvan suotyypien puuntuotoskyvystä antaisivat kasvuluvut, etenkin keskimääräiset kasvuluvut koko puuston kehityksen ajalta (Heikurainen 1959, vrt. myös Laine & Starr 1979, Penttilä 1984).

5. Päätelmät

Käytetyt yhteisöekologiset menetelmät, TWINSPAN ja DCA näyttivät soveltuvan hyvin metsä- ja suokasvillisuudessa esiintyvän vaihtelun analysoimiseen. Näytealojen ryhmittelyn tulos oli loogisessa yhteydessä kasvupaikkojen ravinteisuusarjaan nähden ja rinnastettavissa aiemmin tehtyihin vastaavia kasvupaikkoja koskeneisiin, alueellisesti kattavampiin tyyppikuvauksiin. Ei ollut odotettavissakaan, että menetelmät lohkoisivat aineistosta juuri määriteltujen metsä- ja suotyyppien mukaisia kasvillisuuden yksiköitä. Tähän vaikuttavat jo yhtäältä Cajanderin tyyppien väljät määrittelyt ja toisaalta esim. TWINSPAN menetelmän dikotominen luonne. Ekologiaaltaan moniulotteisen kasvillisuusaineiston ryhmittely edellytti sen mielekästä osittamista. Ryhmien määrän muodostamista ja kasvillisuusgradienttien tulkitsemista helpottivat tilastolliset menetelmät, esim. yksisuuntainen varianssianalyysi ja korrelaatioanalyysi.

TWINSKAN tulostamat indikaattorilajit ovat usein tavallisia, konstantteja, usein dominantteja nk. valtalajeja. Käytettäessä näitä lajeja kasvupaikkojen erotteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota niiden runsauteen. Monet yksinkertaiset tunnuksot, esim. humuskerroksen paksuus, turpeen maatumisaste, selluloosan hajoamisnopeus jne. tukevat pintakasvillisuuden perusteella saatavaa kuvaa kasvupaikasta.

Numeerisilla menetelmillä saatujen, tämän tutkimuksen kenttätöissä sekä vuoden 1980 puustoinventoinnissa nimettyjen tyyppien vertailujen perusteella oli pääteltävissä, että luokittelun vaikeudet kivennäismailla keskittyivät kuivien ja kuivahkojen kankaiden väliseen määrittelyyn. Luokitteluvaikeuksia aiheutti myös valoisa, pintakasvillisuudeltaan karuleimainen tuore kangas, jota edustaneen TWINSPAN-ryhmän koalat luokiteltiin niin VMI:ssa kuin tämän tutkimuksen maastotöissä lähes tasan tuoreiksi ja kuivahkoiksi kankaiksi. Niillä kasvupaikoilla, joilla vallitseva puulaji voi vaihdella, tulisi tämä huomioida tyyppittelyohjeita tarkennettaessa. Ts. sekundääristen tekijäin vaikutukset on kyettävä erottamaan primääristen te-

kijäin vaikutuksista. Nuorissa kangasmaiden metsissä maastoluokittelu näytti onnistuneen lähes yhtä hyvin kuin sulkeutuneissa metsissä, vaikka nuorten sukkessiovaiheiden luokittelu yleensä koetaan vaikeampana.

Luonnontilaisilla soilla luokitteluongelmiin törmättiin lähinnä ravinteisuusgradientin karussa päässä – ojitetuilla soilla jokseenkin yleisesti, varsinkin kohtalaista ravinteisuutta osoittavien tyyppien kohdalla. Näiden tyyppien turvekankaita läheneviin ryhmiin kasautui alkuperäiseltä suotyyppiltään varsin väljä vaihtelu. Soiden metsätaloudelliseen luokitukseen tarkoitettua Huikarin järjestelmää käytettäessä tulisi tarkempaa huomiota kiinnittää eri ravinteisuusastojen indikaattorien runsausvaatimukseen ja bonitoinnin lisämääreiden johdonmukaiseen käyttöön. Myös itse järjestelmän ohjeita tulisi täsmentää alimman ravinteisuusluokan osalta (ruskorahkasammalen 75 % sääntö vs. keidasräme).

Vaikka tutkimuksessa todettiin vertailumateriaaleihin rinnastettavia metsä- ja suotyyppijä, eivät tyyppien välimuodotkaan näytä olevan harvinaisia. Kasvillisuuden vaihtuminen ravinteisuusgradientin suunnassa vaikutti varsin jatkuvalta, etenkin ojitusalojen sukkessioyhdyskunnissa. Tulokset tukevat metsätyyppijärjestelmän vallitsevan eli ravinteisuusgradientin voimakkuutta (= yksilulotteisuutta) tutkimusalueella. Kivennäismaiden nuorten metsien varhaiset sukkessiovaiheet aiheuttivat selvimmän 'lisägradientin', mutta sen merkitys vallitsevaan gradienttiin nähden oli kuitenkin verraten heikko ainakin alueen tavallisimmilla kasvupaikkatyypeillä: kuivilla, kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla.

Pysyvien koealojen perusajatus toteutuu vasta uusintamittausten jälkeen. Tällöin voidaan selvittää mm.

- (1) mitä kangasmetsien kliimakstyyppijä kohti (a) kangasmaiden sukkessiot, (b) turvemaiden sekundäärisuukkessiot etenevät,
- (2) hakkuiden vaikutus turvemaiden pintakasvillisuuden muutokseen ja niiden luokitteluun, sekä
- (3) muutokset sulkeutuneiden kankaiden ja luonnontilaisten soiden kasvillisuudessa.

Kirjallisuus — References

- Aaltonen, V.T. 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppija käsikirja. Porvoo-Helsinki. 615 s.
- 1941. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. Referat: Die finnischen waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung. Commun. Inst. For. Fenn. 29 (5). 71 s.
- Ahti, T. 1981. Jäkälien määrittämisopas. Helsingin Yliopiston Kasvitieteen Laitoksen Monisteita 71: 79 s.
- Hämet-Ahti, L. & Jalas, L. 1968. Vegetation zones and their sections in north-western Europe. Ann. Bot. Fenn. 5: 169–211.
- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. New York. 472 s.
- Backeus, I. 1980. Vegetation changes after fertilization on drained peatlands. Teoksessa: Sjögren, E. (toim.). Studies in plant ecology. Acta Phytogeogr. Suec 68. s. 17–30.
- Berg, B., Kärenlampi, L. & Veum, A.K. 1975. Comparison of decomposition rates measured by means of cellulose. Teoksessa: Wielgolaski, F.E. (toim.). Fennoscandian tundra ecosystems. Part I. Plants and micro-organism. Berlin-Heidelberg-New York. s. 261–267.
- Brenner, W. 1921. Studier över vegetationen in en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. Referat: Studien über die Vegetation im westlichen Nyland (Süd-Finnland) und ihr Verhältnis zu den Eigenschaften des Bodens. Fennia 43(2): 1–105.
- 1922. Några ord om bonitering av skogsmark på grund av vegetationen. Metsätal. Aikak. 39: 155–163.
- Cajander, A.K. 1909. Ueber Waldtypen. Fennia 28(2). 176 s. (myös Acta For. Fenn. 1(1). 176 s.).
- 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta For. Fenn. 2(3). 208 s. (myös Fennia 35(5). 208 s.).
- 1921. Ueber Waldtypen im allgemeinen. Die uebrigen Untersuchungen ueber die Waldtypen. Teoksessa: Cajander, A.K. & Ilvessalo, Y. Ueber Waldtypen II. Acta For. Fenn. 20(1): 1–41, 64–77.
- 1923. Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Acta For. Fenn. 23(11). 32 s.
- 1926. The theory of forest types. Acta For. Fenn. 29(3). 108 s.
- 1949. Forest types and their significance. Acta For. Fenn. 56(5). 71 s.
- & Ilvessalo, Y. 1921. Ueber Waldtypen II. Acta For. Fenn. 20(1). 77 s.
- Dierssen, K. & Dierssen, B. 1985. Suggestion for a common approach in phytosociology for Scandinavian and Central European mire ecologists. Aquilo Ser. Bot. 21: 33–44.
- Eurola, S. 1962. Über die regionale Einteilung der süd-finnischen Moore. Ann. Bot. Soc. Vanamo 33(2). 243 s.
- & Kaakinen, E. 1977. Näkökohtia suotyypijärjestelmästämme. Summary: The Finnish mire classification. Suo 28: 25–32.
- 1978. Suotyypipiopas. Porvoo. 87 s.
- , Hicks, S. & Kaakinen, E. 1984. Key to Finnish mire types. Teoksessa: Moore, P.D. (toim.). European mires, Academic Press. London. s. 11–117.
- & Holappa, K. 1984. Luonnontilaisten soiden ekologia ja soiden metsänojituskelpoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 90–108.
- & Holappa, K. 1985. The Finnish mire type system. Aquilo Ser. Bot. 21: 101–110.
- Fewster, P.H. & Orloci, L. 1983. On choosing a resemblance measure for non-linear predictive ordination. Vegetatio 54: 27–35.
- Finer, L. 1986. Decomposition of cellulose in the peat of a low-shrub pine bog. Sammankomst för Nordiska samarbetsgruppen för skogsgödlingsfrågor, den 12–14 augusti 1986, Joensuu. 8 s. The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station.
- Frey, T.E.A. 1973. The Finnish school and forest-site types. Teoksessa: Whittaker, R.H. (toim.). Classification and ordination of communities. The Hague. s. 403–433.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge studies in ecology. Cambridge University Press. 298 s.
- & Whittaker, R.H. 1981. Hierarchical classification of community data. J. Ecol. 69: 537–557.
- Gimingham, C.H. 1978. Calluna and its associated species: some aspects of co-existence in communities. Vegetatio 36: 179–186.
- Grandtner, M.M. & Vaucamps, F. 1982. Vegetation science and forestry in Canada. Teoksessa: Jahn, G. (toim.). Handb. Vegetat. Sci. 12: 15–45. The Hague.
- Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. New York. 257 s.
- Grönlund, A. 1988. Typpi- ja fosforilannoituksen vaikutus kangasmetsien pintakasvillisuuteen. Syventävien opintojen tutkielma, 56 s. Joensuun yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, biologian laitos.
- Gustavsen, H.G. 1980. Talousmetsien kasvupaikkaluokittelun valtapituuden avulla. Summary: Site index curves for conifer stands in Finland. Folia For. 454: 1–31.
- 1981. Metsikön valtapituus kasvupaikkojen luokitukseen. Metsä ja Puu 3: 14–16.
- 1984. Kasvupaikan luokittelu puuston valtapituuden ja iän avulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 132–141.
- Havas, P. 1961. Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore. Ann. Bot. Soc. Vanamo 31(2). 188 s.
- 1963. Suovesien elektrolyyttien määrästä johtokyvyn mittausten perusteella. Summary: On the amount of electrolytes in bog water based on measurements of electrical conductivity. Aquilo Ser. Bot. 1: 1–11.
- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Acta For. Fenn. 4(2). 264 s.
- Heikkilä, H. 1987. The vegetation and ecology of mesotrophic and eutrophic fens in western Finland. Ann. Bot. Fenn. 24: 155–175.
- Heikurainen, L. 1951. Eräs suokasvillisuuden analysoimismenetelmä. Referat: Ein Verfahren zur Analyse der Moorvegetation. Silva Fenn. 70: 1–18.
- 1953. Die kiefernbewachsenen eutrophen Moore Nordfinnlands. Eine Moortypenstudie aus dem Gebiet des Kivalo-Höhenzuges. Ann. Bot. Soc. Vanamo 26(2). 189 s.

- 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta For. Fenn. 69(1). 279 s.
- 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatland for forest drainage. Acta For. Fenn. 131: 1–35.
- 1979. Peatland classification in Finland and its utilization for forestry. Teoksessa: Kivinen, E., Heikurainen, L. & Pakarinen, P. (toim.). Classification of peat and peatlands. International Peat Society. s. 135–146.
- 1980. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. Acta For. Fenn. 167. 39 s.
- 1986. Suo-opas. Helsinki. 51 s.
- & Laine, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilizations, drainage and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150. 138 s.
- & Pakarinen, P. 1982. Mire vegetation and site types. Teoksessa: Laine, J. (toim.). Peatlands and their utilization in Finland. Finnish Peatland Society. s. 14–23.
- Hesselman, H. 1926. Studier över barrskogens humus-täcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Medd. Statens Skogsforsk. anst. 22: 169–552.
- Hill, M.O. 1979a. TWINSPAN – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York. 48 s.
- 1979b. DECORANA. A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York. 52 s.
- & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetatio 42: 47–58.
- Hotanen, J.-P. 1988. Tutkimus Ylä-Karjalan metsä- ja suotyypin luokittelusta. Lisensiaattitutkielma, 191 s. Joensuu Yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, biologian laitos.
- 1989. Korpirämeet ja laihat korvet suomalaisissa suo-luokitusjärjestelmissä. Summary: The place of spruce-pine mires and oligotrophic spruce mires in Finnish peatland site type classifications. Suo 40: 21–30.
- 1990. Esimerkki pseudolajien runsauskynnysten muuntelun vaikutuksesta TWINSPAN-luokittelusta. Summary: The effect of pseudospecies cut level settings on the results of TWINSPAN classification. Suo 41: 43–53.
- & Kuusipalo, J. 1988. Metsätyypit kiinnostavat jälleen. Abstract: The Finnish forest site type approach: revival of classical influence. Luonnon Tutkija 92: 64–74.
- Huikari, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types, especially considering their drainage value for agriculture and forestry. Silva Fenn. 75: 1–22.
- 1974. Site quality estimation on forest land. Teoksessa: Heikurainen, L. (toim.). Proc. Int. Symp. Forest Drainage, 2nd–6th September, 1974. Jyväskylä-Oulu, Finland, s. 15–24.
- , Muotiala, S. & Wäre, M. 1964. Ojitusopas. Helsinki. 244 s.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T., Uotila, P. & Vuokko, S. (toim.) 1986. Retkeilykasvio. Helsinki. 598 s.
- Ingestad, T. 1973. Mineral nutrient requirements of *Vaccinium vitis-idaea* and *Vaccinium myrtillus*. Physiologia Plant. 29: 239–246.
- Jalas, J. 1950. Zur Kausalanalyse der Verbreitung einiger nordischen Os- und Sandpflanzen. Ann. Bot. Soc. Vanamo 24(1). 365 s.
- Jukola-Sulonen, E.-L. & Salemaa, M. 1985. A comparison of different sampling methods of quantitative vegetation analysis. Silva Fenn. 19(3): 325–337.
- Jäppinen, J.-P., Hotanen, J.-P. & Salo, K. 1986. Marja- ja sienisadot ja niiden suhde metsikkötunnuksiin mustikka- ja puolukkatyyppien kankailla Ilomantsissa vuosina 1982–1984. Summary: Yields of wild berries and larger fungi and their relationship to stand characteristics on MT and VT-type mineral soil sites in Ilomantsi, eastern Finland, 1982–1984. Folia For. 670. 25 s.
- Kalela, A. 1952. Kainuun alueen metsätyypeistä. Referat: Über die Waldtypen des Kainuu-Gebietes zwischen Mittel- und Nord-Finnland. Commun. Inst. For. Fenn. 40(26). 17 s.
- 1960. Classification of the vegetation, especially of the forests, with particular reference to regional problems. Silva Fenn. 105: 40–49.
- 1961. Waldvegetationszonen Finnlands und ihre klimatischen Paralleltypen. Arch. Soc. Vanamo 16(Suppl.): 65–83.
- Kalliola, R. 1973. Suomen kasvimaantiede. Helsinki. 308 s.
- Karjula, M., Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P.K. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kiennäismailla. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. 103 s.
- Karsisto, M. 1979a. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobin aktiivisuuteen suometsissä osa I. Pohjaveden etäisyyden ja NPK-lannoituksen vaikutus Vilppulan ja Kivalon rämeillä ja korvessa. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatlands part I. Effect of drainage and NPK fertilization in the spruce and pine swamps at Kivalo and Vilppula. Suo 30: 49–58.
- 1979b. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobin aktiivisuuteen suometsissä osa II. Tuhkalannoituksen vaikutus. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatlands part II. Effect of ash fertilization. Suo 30: 81–91.
- Keltikangas, V. 1959. Suomalaisista seinäsammaltyypeistä ja niiden asemasta Cajanderin luokitusjärjestelmässä. Summary: Finnish feather-moss types and their position in Cajander's forest site classification. Acta For. Fenn. 69(2). 266 s.
- Kielland-Lund, J. 1982. Forest types and their application in forestry in Norway. Teoksessa: Jahn, G. (toim.). Handb. Vegetat. Sci. 12: 377–386. The Hague.
- Kilki, P. 1987. Tutkimusmenetelmät tiedon tuotannon välineinä. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 258: 20–26.
- & Ojansuu, R. 1981. Pituusbonitoinnin ongelmia. Metsä ja Puu 3: 26–28.
- Kivinen, E. 1933. Suokasvien ja niiden kasvualustan kasvinravintoainesuhteista. Referat: Untersuchungen

- über den Gehalt an Pflanzennährstoffen in Moorpflanzen und an ihren Standorten. *Acta Agralia Fenn.* 27. 140 s.
- 1935. Über Elektrolytgehalt und Reaktion der Moorpflanzen. *Agrogeol. julk.* 38. 71 s.
- Knapp, R. (toim.) 1984. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. *Handbook of vegetation science* 4. The Hague. 370 s.
- Kolkkki, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpötilasta kaudelta 1931–1960. Tables and maps of temperature in Finland during 1931–1960. Supplement to the Meteorological Yearbook of Finland 65(1a). 42 s.
- Koponen, T., Isoviita, P. & Lammes, T. 1977. The bryophytes of Finland: An annotated checklist. *Flora Fenn.* 6. 77 s.
- Kotilainen, M. 1927. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Eine pflanzenökologische Studie mit Rücksicht auf die praktische Bewertung der Ergebnisse. *Wiss. Veröff. Finn. Moorkulturver.* 7. 219 s.
- 1932. Luontien kasvipteite maaperän happamuuden tunnuksena. *Suomen Laiduntalous* 4: 33–54.
- Kruskal, J. 1977. The relationship between multidimensional scaling and clustering. *Teoksessa: Ryzin, J. Van (toim.). Classification and Clustering.* London. s. 17–44.
- Kujala, V. 1921. Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuolisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. Referat: Beobachtungen über die Wald- und Moortypen von Kuusamo und der südlich von dort gelegenen Fichtenwaldgebieten. *Acta For. Fenn.* 18(4). 65 s.
- 1926. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I Zur Kenntnis des ökologischbiologischen Charakters der Pflanzenarten unter Spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefäßpflanzen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 10(1). 154 s.
- 1936. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. Referat: Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 22(4). 95 s.
- 1938. Metsätyyppien paralleelisuudesta. Referat: Über die Parallelität der Waldtypen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 27(1). 17 s.
- 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista Suomessa. Vuosina 1951–1953 suoritettujen valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. Referat: Über die Frequenzverhältnisse der Wald- und Moorpflanzen in Finnland – Ergebnisse der III. Reichswaldabschätzung 1951–1953. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59(1). 137 s.
- 1979. Suomen metsätyypit. Abstract: Forest types of Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 92(8). 45 s.
- Kurimo, H. & Uski, A. 1988. Short-term changes in vegetation on pine mires after drainage for forestry. Symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions. Joensuu, Finland 6–8 June. *Suomen Akatemian Julkaisuja* 4: 256–269.
- Kuusela, K. 1982. Maan bonitointi metsätaloudellisena käsitteenä. *Metsä ja Puu* 3: 4–7.
- 1984. Maan luokitus valtakunnan metsien inventoinnissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 113–117.
- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979–1982, sekä koko Etelä-Suomessa 1977–1982. Summary: Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979–1982, and in the whole of South Finland, 1977–1982. *Folia For.* 568. 79 s.
- Kuusipalo, J. 1985. An ecological study of upland forest site classification in southern Finland. *Acta For. Fenn.* 192. 78 s.
- 1988. Dominance pattern with understorey bryophyte vegetation in southern boreal coniferous forests. *Teoksessa: Barkman, J. & Sykora, K. (toim.). Dependent Plant Communities.* The Hague. s. 111–117.
- & Vuorinen, J. 1981. Pintakasvillisuuden suknessiosta vanhalla ojitusalueella Itä-Suomessa. Summary: Vegetation succession on an old, drained peatland area in eastern Finland. *Suo* 32: 61–66.
- 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.
- Laine, J. 1989. Metsäojitettujen soiden luokittelu. Summary: Classification of peatlands drained for forestry. *Suo* 40: 37–51.
- & Starr, M.R. 1979. An analysis of the post-drainage stand increment in relation to the peatland site type classification in Finland. *Teoksessa: Kivinen, E., Heikurainen, L. & Pakarinen, P. (toim.). Classification of peat and peatlands.* International Peat Society. s. 147–159.
- & Vasander, H. 1990. *Suotyypit.* Helsinki. 80 s.
- Lehto, J. & Leikola, M. 1987. Käytännön metsätyypit. Helsinki. 98 s.
- Leikola, M. 1982. Tarvitsemme uuden metsätyypin – seinäsammaltypin. *Metsä ja Puu* 12: 4–6.
- 1984a. Miten metsätyyppiteoria kehittyi v. 1909–1925. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 6–20.
- 1984b. Miten metsätyyppijärjestelmä kehittyi v. 1909–1925. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 21–37.
- Lihtonen, V. 1918. Metsämaan ja metsikön bonitoimisesta. *Metsätal. Aikak.* 11: 333–345.
- Lindholm, T. & Vasander, H. 1987. Vegetation and stand development of mesic forest after prescribed burning. *Silva Fenn.* 21: 259–278.
- Linkola, K. 1916. Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee I. *Acta Soc. Fauna Flora Fennica* 45(1). 429 s.
- Loven, L. 1984. Metsämaiden veroluokitus Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 152–160.
- Lukkala, O. 1919. Tutkimuksia viljavan maa-alan jakaantumisesta etenkin Savossa ja Karjalassa. Referat: Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareales hauptsächlich in den Landschaften Savo (Sawolax) und Karjala (Karelien). *Acta For. Fenn.* 9(1). 223 s.
- 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmällä pitäen. Referat: Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. *Commun. Inst. For. Fenn.* 15. 301 s.
- & Kotilainen, M. 1951. Soiden ojituskelpoisuus. Helsinki. 56 s.
- Lähde, E. 1966a. Kokeita selluloosan hajaantumismuutoksesta erilaisissa metsiköissä. Summary: Experiments on the decomposition rate of cellulose in different stands. *Silva Fenn.* 119(1). 12 s.
- 1966b. Tutkimuksia biologisesta aktiviteetista eräiden luonnontilaisten ja ojitettujen soiden soiden turpeissa. Summary: Studies on the biological activity

- in the peat of some virgin and drained swamps. *Suo* 17: 77–84.
- 1984. Pohjois-Suomen kasvupaikkojen erityispiirteistä ja luokituksen kehittämisestä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 38–46.
 - & Nioppola, J. 1986. Metsäkasvillisuuden muutoksista Etelä-Suomen vanhoissa männiköissä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 220: 21 s.
- Mannerkoski, H. 1970. Ojituksen vaikutus kasvilajien runsauden kehitykseen turvealustalla. Summary: On the development of plant cover after drainage on peatlands. *Suo* 21: 99–103.
- 1976. Puuston ja pintakasvillisuuden kehitys ojituksen jälkeen saraisella suolla. Summary: Changes in the tree cover and ground vegetation of a sedge bog following drainage. *Suo* 27: 97–102.
 - 1979. Comparison of methods in classification of vegetation on a drained peatland area. Teoksessa: Kivinen, E., Heikurainen, L. & Pakarinen, P. (toim.). Classification of peat and peatlands, International Peat Society, 109–120 s.
- Melin, E. 1917. Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. *Norrländskt Handbibliotek* 7: 426 s.
- Mikkola, K. & Jukola-Sulonen, E.-L. 1984. Yhteisöekologisten aineistojen käsittely ja analysointi VAX-tietokoneella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 168: 36 s.
- Mikkola, K. & Sepponen, P. 1986. Kasvupaikkatekijöiden ja kasvillisuuden suhteet Luoteis-Enontekiön tunturikoivikoissa. Summary: Relationships between site factors and vegetation in mountain birch stands in northwestern Enontekiö. *Folia For.* 674: 30 s.
- Mikola, P. 1954. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajoantumisnopeudesta. Summary: Experiments on the rate of decomposition of forest litter. *Commun. Inst. For. Fenn.* 43(1): 50 s.
- 1982. Application of vegetation science to forestry in Finland. Teoksessa: Jahn, G. (toim.). *Handb. Vegetat. Sci.* 12: 199–224. The Hague.
- Multamäki, S.E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. *Acta For. Fenn.* 27(1): 121 s.
- Mälkönen, E., Kellomäki, S. & Holm, J. 1980. Typpi-, fosfori- ja kalilannoituksen vaikutus kuusikon pintakasvillisuuteen. Summary: Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on ground vegetation in norway spruce stands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(3): 35 s.
- Kellomäki, S. & Aro-Heinilä, V. 1982. Lannoituksen ja kastelun vaikutus männikön pintakasvillisuuteen. Summary: Effect of fertilization and irrigation on the ground vegetation of a scots pine stand. *Silva Fenn.* 16(1): 27–42.
- Nioppola, J. 1969. Cajanderin metsätyyppiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Cajander's theory of forest site types. Literature review. *Folia For.* 654: 42 s.
- Oinonen, E. 1969. The time table of vegetative spreading of the Lily-Of-The-Valley (*Convallaria majalis* L.) and the Wood Small-Reed (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) in Southern Finland. *Acta For. Fenn.* 97: 35 s.
- Oksanen, J. 1983. Vegetation of forested inland dunes in North Karelia, eastern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 20: 281–295.
- 1984. Lichen-rich forests and related communities in Finland: ordination and classification studies. *University of Joensuu Publications in Sciences* 1: 35 s.
 - 1985. Cluster-seeking with non-centred component analysis and rotation in forested sand dune vegetation in Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 22: 263–273.
 - & Vuorinen, J. 1983. Yhteisöekologiset kirjasto-ohjelmat CEP, TABORD ja WILDI VAX 11/780-tietokoneessa. 34 s. Joensuun koekeakoulu, Biologian laitos.
- Paasio, I. 1933. Über die Vegetation der Hochmoore Finnlands. *Acta For. Fenn.* 39(3): 210 s.
- 1941. Zur pflanzensoziologischen Grundlage der Weissmoortypen. *Acta For. Fenn.* 49(3): 84 s.
- Paarlahti, K. 1964. Havaintoja pohjaveden vaikutuksesta selluloosan hajoantumiseen rämeen ja korven turpeessa. Konekirjoite. Helsingin Yliopiston Metsänhoitotieteen laitos, Helsinki.
- Paavilainen, E. 1980. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(5): 71 s.
- Pakarinen, P. 1976. Agglomerative clustering and factor analysis of south Finnish mire types. *Ann. Bot. Fenn.* 13: 35–41.
- 1979. Ecological indicators and species groups of bryophytes in boreal peatlands. Teoksessa: Kivinen, E., Heikurainen, L. & Pakarinen, P. (toim.). Classification of peat and peatlands. International Peat Society, s. 121–134.
 - 1982. Etelä-Suomen suo- ja metsätyyppien numeerisesta luokittelusta. Summary: Numerical classification of south Finnish mire and forest types. *Suo* 33: 97–103.
 - 1985. Numerical approaches to the classification of north Finnish mire vegetation. *Aquilo Ser. Bot.* 21: 111–116.
 - & Ruuhijärvi, R. 1978. Ordination of northern Finnish peatland vegetation with factor analysis and reciprocal averaging. *Ann. Bot. Fenn.* 15: 147–157.
- Palo, M.S. 1982. Ajatuksia metsätyyppikoulukunnasta. *Metsä ja puu* 8: 7–9.
- Penttilä, T. 1984. Suometsien puustobonitoinnin mahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 79–89.
- Pienimäki, T. 1982. Kasvillisuuden ojituksen jälkeinen kehitys erällä suotyypeillä Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Development of vegetation on some drained mire site types in North-Ostrobothnia. *Suo* 33: 113–123.
- Pohjois-Karjalan luonnonympäristö 1974. Pohjois-Karjalan seutukaavaliiton julkaisu A 10: 64 s.
- Post, L. von 1922. Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. *Sv. Mosskulturför. Tidskrift* 1: 1–27.
- Puustjärvi, V. 1968. Suotyypin muodostumiseen vaikuttavista tekijöistä. Summary: Factors determining bog type. *Suo* 19: 43–50.
- Päivänen, J. & Seppälä, K. 1968. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuteen. Summary: Effect of broadcast fertilizer on the ground vegetation of a low sedge swamp. *Suo* 19: 51–56.
- Reinikainen, A. 1965. Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungs-Versuchsfeld des Moores Kivisuo, Kirchsp. Leivonmäki, Mittelfinnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59(5): 62 s.
- 1984. Soiden ja metsäojitettujen turvemaiden luokittelun perusteet ja nykyohjelmat. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148: 65–78.
 - 1988. Metsäojitettujen soiden kasvupaikkaluokituksen suunnanhakua. Summary: The need of improving the site classification of mires drained for forest-

- ry. Suo 39: 61–71.
- & Päivänen, J. 1983. Turvemaiden luokittelu. Moniste 13 s. Helsingin Yliopisto, metsänparannuksen kenttärussa.
- & Nousiainen, H. 1985. Biologien työohjeet VMI 8:n pysyviä koaloja varten. Moniste 42 s. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosasto.
- & Hotanen, J.-P. 1988. Soiden luokitus metsänkasvatusta varten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 5–28.
- Roiko-Jokela, P. 1984. Pituusboniteettien käyttömahdollisuudet Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 142–147.
- Ruuhijärvi, R. 1960. Über die regionale einteilung der nordfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. Vanamo 31 (1). 360 s.
- 1963. Zur Entwicklungsgeschichte der nordfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. Vanamo 34(2). 40 s.
- 1982. Mire complex types in Finland. Teoksessa: Laine, J. (toim.). Peatlands and their utilization in Finland. Finnish Peatland Society. s. 24–28.
- 1983. The Finnish mire types and their distribution. Teoksessa: Gore, A.J.P. (toim.). Ecosystems of the world. 4 B. Mires: swamp, bog, fen and moor. Regional studies. Elsevier. Amsterdam. s. 47–67.
- Sarasto, J. 1952. Metsäojituksen aiheuttamista aluskasvillisuuden muutoksista eräissä suotyypeissä. Referat: Über Veränderung in der Untervegetation einiger Moortypen als Folge der Waldentwässerung. Commun. Inst. For. Fenn. 40(13). 32 s.
- 1957. Metsän kasvatamiseksi ojitettujen soiden aluskasvillisuuden rakenteesta ja kehityksestä Suomen eteläpuoliskossa. Referat: Über Struktur und Entwicklung der Bodenvegetation auf für Walderziehung entwässerten Mooren in der südlichen Hälfte Finnlands. Acta For. Fenn. 65(7). 108 s.
- 1960. Turpeen maatumisuuden määrittämisestä. V. Postin maatumisasteen ja Pjvatshenkon maatumisprosentin vertailu. Referat: Zur Bestimmung der Zersetzung des Torfes. Ein Vergleich des Zersetzungsgrades v. Posts mit dem Zersetzungsprozent Pjvatshenkos. Acta For. Fenn. 71(2). 16 s.
- 1961a. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Acta For. Fenn. 74(5). 47 s.
- 1961b. Ojitettujen soiden luokittelusta. Summary: How the drained peatlands are classified. Suo 12: 75–77.
- Sarvas, R. 1937. Havaintoja kasvillisuuden kehityksestä Pohjois-Suomen kuloaloilla. Referat: Beobachtungen über die Entwicklung der Vegetation auf den Waldbrandflächen Nord-Finnlands. Silva Fenn. 44: 1–64.
- 1952. Pohjois-Suomen kuivien kangasmetsien ekologiasta. Summary: On the ecology of dry moss-lichen forests in North Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 41(1). 27 s.
- Sepponen, P. 1980. Kangasmetsien kasvupaikkaluokituksen vaihtoehtoista. Metsä ja Puu 4. s. 24.
- 1982. Kivennäismaiden maalajiluokitus ja sen merkitys metsäekologiselle tutkimukselle ja metsänhoidolle. Abstract: Mineral soil classification and its importance in forestry and research on forest ecology. Luonnon Tutkija 86: 77–81.
- 1984. Kangasmetsien kasvupaikkojen syntyprosessi ja eräitä luokitusmahdollisuuksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 47–56.
- 1985. The ecological classification of sorted forest soils of varying genesis in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 129. 77 s.
- 1987. Kasvillisuuden vaihtelun selittämisen ongelmia. Abstract: Problems in explaining vegetation variation. Luonnon Tutkija 91(2): 62–64.
- Sevola, Y. 1983. Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: seurantajärjestelmä ja tuloksia. Summary: Intensive timber growing in a state forest district: monitoring system and results. Folia For. 574. 83 s.
- Silfverberg, K. & Hotanen, J.-P. 1989. Puuntuhkan pitkäaikaisvaikutukset ojitetulla mesotrofisella kalvakkanevalla Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Long-term effects of wood-ash on a drained mesotrophic Sphagnum papillosum fen in Oulu district, Finland. Folia For. 742. 23 s.
- Singer, S.B. 1980. DATAEDIT – A FORTRAN program for editing data matrices. Cornell University, Ithaca, New York. 43 s.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Acta For. Fenn. 62(4). 408 s.
- Solantie, R. 1980. Jatkokeskustelua kangasmetsien kasvupaikkaluokituksesta. Metsä ja Puu 8. s. 28.
- SPSSx User's Guide 1983. McGraw-Hill. New York. 807 s.
- Tamm, O. & Petrini, S. 1922. I skogstypsfrågan. Svenska Skogsvårdsför. Tidskr. 20: 169X–170X.
- Tanttu, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsitymisestä. Referat: Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. Acta For. Fenn. 5(2). 245 s.
- Teivainen, L. 1952. Pohjois-Suomen tuoreiden kangasmetsien kasvillisuudesta. Referat: Über die Vegetation der frischen Heidewälder in Nordfinland. Ann. Bot. Soc. Vanamo 25(2). 147 s.
- Tilman, D. 1982. Resource competition and community structure. Princeton University Press. 296 s.
- Tolonen, K. 1967. Über die Entwicklung der Moore im finnischen Nordkarelien. Ann. Bot. Fenn. 4: 219–416.
- Tonteri, T., Hotanen, J.-P. & Kuusipalo, J. 1990. The Finnish forest site type approach: ordination and classification studies of mesic forest sites in southern Finland. Vegetation 87: 85–98.
- Trass, H. & Malmer, N. 1978. North European Approaches to Classification. Teoksessa: Whittaker, R.H. (toim.). Classification of Plant Communities. The Hague, s. 201–246.
- Tuomikoski, R. 1942. Untersuchungen – ber die Untervegetation der Bruchmoore in Ostfinland. I. Zur Methodik der pflanzenzoologischen Systematik. Ann. Bot. Soc. Vanamo 17(1). 203 s.
- Tuominen, L. 1981. Selluloosan hajoaminen eräillä luonnontilaisilla räme- ja nevatyypeillä. Summary: Decomposition of cellulose in the peat of some pine bogs and fens. Suo 32: 130–133.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määrytyminen maalajin ja maaperän kemiallisen ominaisuuksien perusteella. Maatal.tiet. Aikak. 46: 307–319.
- Vahtera, E. 1955. Metsänkasvatusta varten ojitettujen soitten ravinnepitoisuuksista. Referat: Über die Nährstoffgehalte der für Walderziehung entwässerten Moore. Commun. Inst. For. Fenn. 45(4). 108 s.
- Valtakunnan metsien 7. inventoinnin kentätöyön ohjeet, yleinen osa 1977. 59 s. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto, metsäinventoinnin tutkimussuunta. Helsinki.
- Varmola, M. 1984. Taimikoiden pituusbonitoiminnan ongelmia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148: 148–151.
- Vasander, H. 1987. Diversity of understorey biomass in virgin and in drained and fertilized southern

- mires in eastern Fennoscandia. *Ann. Bot. Fenn.* 24: 137–153.
- Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Helsinki 256 s.
- 1982. Pituusboniteetit kiinnostavat jälleen. *Metsä ja Puu* 5: 10–11.
- Waren, H. 1926. Untersuchungen über Sphagnumreiche Pflanzengesellschaften der Moore Finnlands unter Berücksichtigung der soziologischen Bedeutung der einzelnen Arten. *Acta Soc. Fauna Flora Fennica* 55 (8). 133 s.
- Westman, C.J. 1981. Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. *Acta For. Fenn.* 172. 77 s.
- 1987. Site classification in estimation of fertilization effects on drained mires. *Acta For. Fenn.* 198. 55 s.

Total of 196 references

Summary

The parity between numerical units and site types of forest and mire vegetation

Introduction

The classification of forest sites in Finland has primarily been based on A. K. Cajander's doctrine of forest site types (Cajander 1926, 1949), which comprises the theory of forest site types and its practical application, i.e. the forest site type system (Nieppola 1986). The understorey vegetation plays an important and independent role in the system: the forest site type, as determined on a vegetational basis, is considered to display the so-called biological value of the site and therefore also the productivity of the site (see also Frey 1973). The most significant advance made in forest site type theory since Cajander (1909) first presented the unidimensional series of forest site types, has been the classification of corresponding parallel types within each climatic zone of boreal forest vegetation (Kalela 1961). The equivalent forest site types in different zones are, for practical reasons, combined to form so-called site type classes (Lehto & Leikola 1987), called here the CIT, CT, VT, MT, and OMT groups.

The Finnish doctrine of mire site types has essentially the same theoretical basis (Cajander 1913). In practice, the mire types are formed in an even more accurate fashion in accordance with the site ecology. According to the site type principle, the mire types form an ecologically multidimensional system with numerous type names. The development of mire classification for different purposes has resulted in several parallel versions of the mire type system. (1) The botanical typology is the most detailed one (Ruuhijärvi 1983, Eurola et al. 1984) (2) A condensed system of about 40 botanical mire types is used in forest research and ecological inventories (Lukkala & Kotilainen 1951, Heikurainen 1979, 1986, Heikurainen & Pakarinen 1982, Laine & Vasander 1990). (3) Huikari (1952, 1974) developed a system (with 18 type categories) for practical forestry that is analogous to the site type classes of mineral soils. This system, used for instance in the National Forest Inventory (NFI), makes it possible to classify the sites of virgin mires, different succession phases of drained mires (see Sarasto 1957, 1961a) and mineral soil forest sites in six compatible fertility classes.

Criticism of Cajander's doctrines has mainly concentrated on four points: the subjectivity of site type determination, underestimation of the tree stand / un-

derstorey interactions, the minimum attention paid to intermediate phases between forest types, and the lack of knowledge about succession series belonging to a certain type (see e.g. Teivainen 1952, Siren 1955, Sepponen 1985, Kuusipalo 1985, Lahti & Väisänen 1987).

Theoretical and practical forest site type studies have gained considerable benefit from the introduction of recent multivariate methods of community ecology. They have been widely used in studies on forest types (e.g. Oksanen 1984, Sepponen 1985, Kuusipalo 1985, Lahti & Väisänen 1987) and on virgin and drained peatland sites (Pakarinen 1976, 1979, 1982, 1985, Pakarinen & Ruuhijärvi 1978, Mannerkoski 1979, Heikkilä 1987, Westman 1987, Kurimo & Uski 1988, Reinikainen 1988, Laine 1989).

The main results of a vegetation study made in 1981–83 on the permanent NFI sample plots located in Northern Karelia (see Fig. 1) are presented in this paper. A more detailed report of the data has been presented in an unpublished thesis (Hotanen 1988). The aim of the study was (1) to describe and analyze the variation in the forest and mire vegetation in the area, and to generate natural groups of data (= vegetation units) objectively, (2) to test the validity of the present forest and mire type systems on the basis of systematic samples taken from a stochastic area, and to compare the results of site classification in this work: (a) the numerical grouping of this data against earlier descriptions of forest and mire site types, (b) the two different subjective field classifications of the same sites made by different field groups (the NFI and botanist groups).

Material and methods

The study area lies in the border zone between the southern and middle boreal subzones of boreal coniferous forests (Ahti et al. 1968, see Figs. 1 and 2). The sites within the area are mainly relatively poor till and peat soils. The sample plots (totalling 338) belonged to the NFI network, and were square plots 100 m² in area (see Figs. 3 and 4). Site classification was carried out on the plots according to the forest and mire types on two different occasions: in 1980 by the

group leader of the NFI mensuration group (symbol NFI) and again during 1981–1983 by the botanists of the biological field team (symbol B). The botanists also described the vegetation on the sample plots by means of eight 1 m² sample quadrats. Coverage estimations of the plant species were made in the quadrats. In addition certain environmental variables were measured on the sample plots. The variables used in the more detailed vegetation analyses were: depth of the organic layer (forest humus or peat), degree of humification of the surface peat (5–10 cm), decomposition rate of cellulose over a one-year period, and the degree of canopy shading estimated as tree-crown cover percentages. Stand data such as total volume, developmental class and tree species composition were obtained from the ordinary NFI material.

TWINSPAN-classification (Hill 1979a) and DCA-ordination (Hill 1979b, Hill & Gauch 1980) were used as basic methods in the numerical analysis of the data. In addition to standard procedures for determining pseudospecies cut levels and downweighting of rare species, an attempt was made to minimize the disturbing effects of the material itself on the ordination environment, for instance, by dividing the data. This was done after the preliminary TWINSPAN analyses. The mineral soil data were later treated in two groups: 'young forests' comprising developmental classes 0–3, i.e. treeless sites, open areas or seed tree stands, small seedling stands and advanced seedling stands, and 'closed forests' consisting of classes 4–7, i.e. young and advanced thinning stands, mature stands and shelterwood stands. Peatlands were divided into virgin and forest drained groups. Open mires were treated as a group of their own.

Young and closed forests were analysed both separately and together by DCA ordination. The vegetation classes of closed forests given by TWINSPAN were also ordinated with a reference data consisting of the forest types of southern Finland and the Ostrobothnia-Kainuu area as presented by Kalliola (1973). A corresponding comparison of virgin pine and spruce mires to 'existing types' was carried out by ordinating them with the mire types of southern Finland presented by Euroala (1962). Old drained areas ('peatland forests') were also ordinated with forest types.

Results and discussion

Methods

An attempt was made to improve the suitability of the numerical methods for the aims of this study by utilizing certain, rather new applications. The number of divisions needed in TWINSPAN was tested stepwisely using the environmental variables. This apparently made it easier to find the 'right number' of natural classes and to determine the discontinuity points of the data. Interpretation of the ordinations would have been impossible without any preliminary division of the data. The main gradient did not only become clearer, but also the two-axis solution was easier to interpret, when the site groups mentioned above were used. When used together with the application of downweighting options, the effect of rare species and deviating samples was diminished so much that only one disturbing group had to be eliminated in two cases (Figs. 10 and 11).

Vegetation of mineral soil forests

TWINSPAN classification produced, to a moderate degree of accuracy, the clusters which corresponded to the site types subjectively determined in the field. These groups were frequently found in the third or even second level of division. However, adjacent forest types of the fertility series often occurred in the same TWINSPAN groups, and one type in two different groups, respectively. The subjective (NFI and B) classifications under comparison were also rather uniform (see Tables 1 and 3, Appendix 1). The majority of the differences occurred in the VT and CT site groups and corresponding TWINSPAN clusters. The ambiguity of the classification appeared to be concentrated on the most continuous part of the main gradient. Differences between the two subjective classifications and between TWINSPAN clusters and forest types were as common in the groups of young forests and of closed forests.

In the DCA ordination of young forests the extreme ends of the main gradient clearly differed. This was accentuated by the fact that the coverage of carpet mosses decreases and that of lichens increases on poor sites as a response to decreasing canopy shading (Oksanen 1983). On fertile sites, on the other hand, a corresponding apparent increase in vegetational fertility – increasing dominance of grasses and herbs – was found (Lehto & Leikola 1987). The results supported the concept of a unidimensional series of forest types with a strong main gradient. The most important reason for the strengthening of the secondary gradient appeared to be the increasing illumination. However, the changes in stand climate linked to canopy shading were obvious. Removal of the transpiring tree stand appeared to have an effect on soil moisture: paludification and the occurrence of mire plant species were connected to the secondary gradient (see e.g. Sarvas 1937, Lehto & Leikola 1987). Generally speaking, the secondary axes were weak (eigenvalues: 0.232 in young, and 0.140 in closed forests). Non-regularity and diversity were the best attributes of these axes. The factors behind the secondary axis were varied: in addition to those mentioned above, they also included e.g. succession and fertilization (Tables 2 and 4).

The results of the TWINSPAN classification performed in this study agreed with those of Kuusipalo (1985). However, there were clear differences due to the study area and material. In our data the main gradient was shorter, and there were fewer indicator species discriminating fertile sites than in Kuusipalo's data. At the poorer end of the main gradient, on the other hand, the *Cladina* lichens have to have higher abundance values before they can attain the position of indicator species. This displays the regional differences between the compared data (see Kujala 1979).

Correspondence was found between the clusters of this material and the forest types of Cajander. The effect of canopy shading and/or that of tree species, however, was clear. Among the closed forests, for instance, part of the gradient, namely the poorer cluster of the MT group (see Fig. 10, group 2, see also Appendix 1 b, groups 3 and 4) was classified in the field almost equally to either the MT group or the VT group. This cluster was interpreted as an intermediate forest type between the MT and VT groups. The group was statistically explained by dominant tree species (pine on 85 % of the sample plots) and weak

canopy shading (= 27 % against 48 % and 43 % in the other clusters of the MT group). The cluster was indicated by light-demanding species. It was also found in this study that the vegetation of a certain forest type can occur on several different soil types (see e.g. Cajander 1909, Aaltonen 1941, Urvas & Erviö 1974, Sepponen 1985). There is, however, a clear trend along the main gradient: the proportion of fine soils increases and that of coarse soils decreases along with increasing soil fertility and moisture (see Table 4).

The only timber production parameters measured, i.e. total volume and basal area, were found to increase in the highest development class (class 6, 'mature stand') along with an increase in the fertility as indicated by the vegetation. Since a mature stand (class 6) in the NFI is a loose concept with regard to stand age, these parameters can only roughly depict the potential productivity of a type.

The correlation between the thickness of the humus layer and the fertility axis (1st axis) of DCA was positive in both parts of the mineral soil data, but clearly stronger in the closed forests ($r = 0.61$ vs. 0.36). The biological activity of the humus layer, as depicted by the rate of cellulose decomposition, increased along the fertility gradient (see Mikola 1954, Lähde 1966a). Differences between the forest types were greater in the surface litter than in the humus layer proper. In all vegetation clusters the decomposition rate was faster in the humus than in the litter layer (see Tables 1 and 3). Cellulose was decomposed somewhat more rapidly in young forests, especially within the humus layer, than in closed forests (also Mikola 1954, Jäppinen et al. 1986). The favourable temperature conditions in younger stands appeared to improve decomposition most clearly in the humus layer, where the probability of suboptimal moisture conditions is also the lowest.

Peatland vegetation

The first division of TWINSPAN in both the virgin and drained mires followed the distribution of pine bog species and spruce-hardwood mire species (Figs 12 and 15). The main gradient was thus interpreted primarily as an axis of pine bog influence (hummock, ombrotrophy, mire centre effect) against spruce mire influence (minerotrophy, mire margin effect) (see Euroala et al. 1984). The TWINSPAN and DCA results both demonstrated that the mire vegetation of the area formed a rather clear continuum from poor to rich types.

The differences in subjective classifications (NFI and B) of virgin mires were concentrated at the poorer end of the main gradient (see Appendices 1 and 2). This was obviously due a degree of systematic bias since the site type classification of Huikari (1952, 1974) as used in NFI is too schematic. This bias results in overestimation of the fertility level. The vegetation criteria used in NFI and in this study (B) also differ to some extent. At the poorer end of the fertility series the NFI field instructions presuppose a *Sphagnum fuscum* coverage of 75 % or more in the VI nutritional mire class, although the occurrence of this species alone varies widely in the pine bog types of this class (Euroala 1962, Heikurainen & Pakarinen 1982, Euroala et al. 1984). The mixing of ombrotrophic and minerotrophic mire vegetation evident in this

area, which is located in the intermediate zone between the southern and middle-boreal vegetation, is a regional phenomenon. This was especially clear on some open mires and cottongrass pine bogs in the material (see also Tolonen 1967).

When the southern-boreal mire types presented by Euroala (1962) were compared to the virgin mire types of this data in the same DCA ordination, good correspondence was found with respect to the fertility gradient (main gradient). The differences mainly occurred on the secondary axis which, however, was of less importance (see Fig. 14).

The difficulties of classification were most obvious in the drained mire data. In the middle of the fertility gradient, especially, there was a wide range of original mire types in the same clusters of TWINSPAN, and also the worst contradictions with the compared subjective classification (see Appendices 1 and 3). The NFI has used class III significantly more than in this study. The reason for this could be two-fold. First, the post-drainage succession of many types of mire has been found to lead to relatively uniform types of peatland forest (see Tantt 1915, Multamäki 1923, Lukkala 1929, Cajander 1949, Sarasto 1961b, Reinikainen 1988, Laine 1989). Secondly, there are many sample plots in the data which, in the DCA ordination, lie close to the VT group of forest sites and which have originally belonged to the body of poor spruce mires and closely related pine mires. This part of the mire type system, located in fertility class IV of Huikari, is heterogeneous and problematic with respect to classification. The analyses showed that, in general, there is a conspicuous diversity of shallow-peated mire margin types.

The poorest pine bogs (class VI, RaR, *Sphagnum fuscum* pine bogs, two sample plots), were classified one step higher by the NFI than in this study. The post-drainage succession communities of the different mire types of this study and those presented by Sarasto (1957, 1961a) were in good agreement, except as regards the poor spruce mires and spruce pine mires. The drained sites of these types were concentrated closer to the VT group than the MT one. A wide range of original mire types was grouped in the peatland forests of the VT and MT groups, as found earlier by Sarasto (1961a), Reinikainen (1988) and Laine (1989).

The stages of post-drainage succession determined in the two inventories (NFI and B) corresponded rather well to each other. The small differences were evenly distributed between the three estimated stages: recently drained site, transitional mire and old peatland forest (see Appendix 3).

There was positive correlation between the fertility series and the rate of cellulose decomposition in the virgin pine bog and spruce mire data ($r = 0.56 - 0.68^{***}$). The dependence was slightly stronger in the litter layer ($r = 0.66 - 0.68^{***}$) than in the surface peat (depth about 5 cm) ($r = 0.56 - 0.58^{***}$). This uniform trend was broken by lower values in wet surfaces, hollows and flarks (see Tuominen 1981), and by higher ones in shallow peated spruce mires (KgK). Almost as strong correlation was found between the fertility axis and the degree of humification in the surface peat (von Post scale, 5–10 cm) ($r = 0.55^{**} - 0.59^{**}$). The rate of cellulose decomposition was slightly faster in drainage areas than in corresponding virgin sites. Correlation with the secondary axis (interpreted mainly as a succession gradient), however, was insignificant ($r = 0.03 - 0.14$). The difference was

unimportant in shallow-peated spruce mires and in poor pine bogs. Other factors affecting cellulose decomposition, such as fertilization (see Karsisto 1979a,b, Paavilainen 1980, Finer 1986) and the duration of the post-drainage succession (Vahtera 1955, Lähde 1966b), which both have a promoting effect on decomposition, were not investigated.

The stand volume and basal area increased along the main gradient. The correlations were $r = 0.72^{***}$ and 0.58^{**} in virgin spruce mires and pine bogs, and $r = 0.50^{***}$ and 0.54^{***} in corresponding drained sites, seedling stands excluded. In drained stands there was also a clear positive correlation between the stand parameters and the second axis, succession gradient ($r = 0.44^{***}$ and 0.33^{***}). The peatland data also included sample plots fertilized at different times. The effect of fertilization on the vegetation was not revealed in the numerical analyses, but merged with the variation as a background variable.

Conclusions

The methods used in the numerical analysis of community data, TWINSPAN and DCA, appeared to be very suitable with respect to forest and mire vegetation. The grouping of sample plots logically followed the fertility series of the sites, and ran parallel with earlier site type studies that areally covered more representative variation. A better result with regard to forest site types was hardly to be expected. It was improbable due to the subjectivity of Cajander's site type determination, on the other hand, and to the dichotomic character of TWINSPAN method. In attempts to form natural groups considerable advantages were gained (1) through preliminary divisions of the multidimensional data, (2) and through statistical methods (dependence of community variation and environmental factors).

The indicator species output of TWINSPAN are often constant or dominant species. When these taxa are used as site discriminants, special attention must be paid to their abundance.

On the basis of comparison between the subjective classifications (NFI and B), it was concluded that the most serious difficulties were associated with the determination of dryish (VT group) and dry (CT group) forests. Another problematic group was found in the poorer margin of moist forests (MT group), where a variant with light-demanding species composition existed. Better instructions for type determination were needed on those sites where the dominant tree species could vary. More generally, the effect of so-called secondary site factors must be taken into account more accurately. The fairly successful classification of young forests showed that the difficulties due to different succession phases could be avoided by grouping the data according to stand age and development class. In virgin mires the problems of classification were concentrated at the poorer end of the fertility gradient, and in drained mires on the sites of moderate fertility. In the late phases of post-drainage succession, in old peatland forests, a wide range of original site types often accumulated in the same clusters. A need for more accurate instructions for practical classifications was revealed: when the site type system of Huikari (1952) is used more attention has to be paid to the abundance criteria of indicator species, and to the logical and regular use of additional criteria.

Although clusters that almost corresponded to the conventional forest and mire types were found, the continuum character of the vegetation pattern was also obvious. The results supported the existence of a strong one-way gradient within the forest type system. The major factor disturbing this was succession. In general, the secondary gradient was weak, especially on the most common site types in the area: dry (CT), dryish (VT) and moist (MT) forests. The use of permanent sample plots in the NFI will not be realized until the next inventory cycle. Questions which then will have to be answered include: (1) how the succession of forest sites and drained peatlands progresses towards the mature (climax) vegetation, (2) how silvicultural treatments affect this succession and the classification of communities, and (3) what kind of dynamics are evident in the vegetation of closed semi-mature stands?

Liite 1. VMI:ssa (V) ja tässä tutkimuksessa (B) määritettyjen kasvupaikkatyyppien suhteelliset osuudet TWINSPAN'in 3. jakotason ryhmissä (= 1–(7)8, n = koealojen lukumäärä). Kasvupaikat ilmaistu ravinteisuusluokkina: ▨ = VI, □ = V, ▩ = IV, ▧ = III, ■ = II.

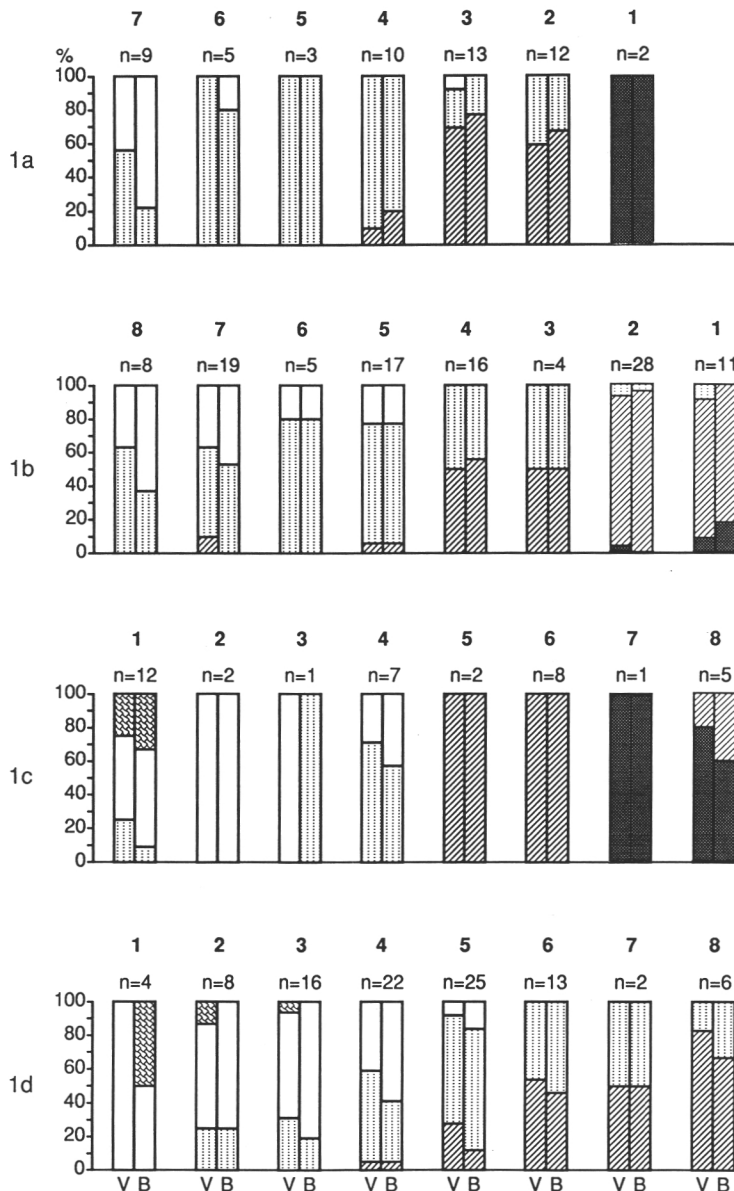
Osa-aineistot:

- 1a = nuoret kangasmetsät (kehitysluokat 1–3),
- 1b = sulkeutuneet kangasmetsät (kehitysluokat 4–7),
- 1c = ojittamattomat rämeet ja korvet,
- 1d = ojitetut rämeet ja korvet.

Appendix 1. Relative proportions of site types determined in the national forest inventory (symbol V) and in this study (B) as the grouping result formed in TWINSPAN's 3. division (1–(7)8 = group number, n = number of sample plots). Site types are presented as trophic classes: ▨ = VI, □ = V, ▩ = IV, ▧ = III, ■ = II (see list of symbols).

Division of the data:

- 1a = young mineral soil forests (development classes 1–3),
- 1b = closed mineral soil forests (development classes 4–7),
- 1c = undrained forested peatlands,
- 1d = drained forested peatlands.



Liite 4. Kasvilajien tieteelliset ja suomenkieliset nimet (täydellinen lajilista, ks. Hotanen (1988)).

Appendix 4. Latin and Finnish names of the plant species in this publication. (Other plant species on the sample plots, see Hotanen (1988)).

**PUUT JA PENSAAT
TREES AND SHRUBS**

<i>Betula pubescens</i>	hieskoivu
<i>Juniperus communis</i>	kataja
<i>Picea abies</i>	kuusi
<i>Pinus sylvestris</i>	mänty
<i>Populus tremula</i>	haapa
<i>Rubus idaeus</i>	vadelma
<i>Salix caprea</i>	raita
<i>Salix phylicifolia</i>	kiiltopaju
<i>Salix repens</i> coll.	hanhenpaju
<i>Salix</i> spp.	pajut
<i>Sorbus aucuparia</i>	pihlaja

**VARVUT
DWARF-SHRUBS**

<i>Andromeda polifolia</i>	suokukka
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	sianpuolukka
<i>Betula nana</i>	vaivaiskoivu
<i>Calluna vulgaris</i>	kanerva
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	vaivero
<i>Empetrum nigrum</i> coll.	variksenmarja
<i>Ledum palustre</i>	suopursu
<i>Vaccinium microcarpum</i>	pikkukarpalo
<i>Vaccinium myrtillus</i>	mustikka
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	isokarpalo
<i>Vaccinium uliginosum</i>	juolukka
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	puolukka

**RUOHOT JA HEINÄT
HERBS AND GRASSES**

<i>Agrostis tenuis</i>	nurmirölli
<i>Athyrium filix-femina</i>	hiirenporras
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	metsäkastikka
<i>Calamagrostis purpurea</i>	korpikastikka
<i>Cornus suecica</i>	ruohokanukka
<i>Deschampsia flexuosa</i>	metsälauha
<i>Drosera anglica</i>	pitkälehtikiikokki
<i>Drosera intermedia</i>	pikkukiikokki
<i>Drosera rotundifolia</i>	pyöreälehtikiikokki
<i>Dryopteris carthusiana</i>	metsäälvejuuri
<i>Dryopteris filix-mas</i>	kivikkoälvejuuri
<i>Epilobium angustifolium</i>	maitohorsma
<i>Equisetum palustre</i>	suokorte
<i>Equisetum sylvaticum</i>	metsäkorte
<i>Geranium sylvaticum</i>	metsäkurjenpolvi
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	metsäimarre
<i>Linnaea borealis</i>	vanamo
<i>Luzula pilosa</i>	kevätippo
<i>Lycopodium annotinum</i>	riidenlieko
<i>Lysimachia thysiflora</i>	terttualpi
<i>Maianthemum bifolium</i>	oravanmarja
<i>Melampyrum pratense</i>	kangasmaitikka
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	metsämaitikka
<i>Melica nutans</i>	nuokkuhelmikkä
<i>Menyanthes trifoliata</i>	raate
<i>Molinia caerulea</i>	siniheinä
<i>Phalaris arundinacea</i>	helpi
<i>Potentilla palustris</i>	kurjenjalka
<i>Rubus chamaemorus</i>	muurain
<i>Rubus saxatilis</i>	lillukka
<i>Scheuchzeria palustris</i>	leväkkö
<i>Solidago virgaurea</i>	kultapiisku
<i>Trientalis europaea</i>	metsätähti
<i>Viola palustris</i>	suo-orvokki

**SARAT JA SARAMAISET KASVIT
SEDGES AND SEDGE-LIKE PLANTS**

<i>Carex canescens</i>	harmaasara
<i>Carex chordorrhiza</i>	juurtosara
<i>Carex echinata</i>	tähtisara
<i>Carex globularis</i>	pallosara
<i>Carex lasiocarpa</i>	jouhisara
<i>Carex limosa</i>	mutasara
<i>Carex magellanica</i>	riippasara
<i>Carex pauciflora</i>	rahkasara
<i>Carex rostrata</i>	pullosara
<i>Eriophorum angustifolium</i>	luhtavilla
<i>Eriophorum vaginatum</i>	tupasvilla
<i>Scirpus cespitosus</i>	tupasluikka

**RAHKASAMMALET
SPHAGNA**

<i>Spagnaum fuscum</i>	ruskorahkasammal
<i>Sphagnum angustifolium</i>	jokasuonrahkasammal
<i>Sphagnum compactum</i>	paakkurahkasammal
<i>Sphagnum fallax</i>	sararahkasammal
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	korpirahkasammal
<i>Sphagnum lindbergii</i>	aaparahkasammal
<i>Sphagnum magellanicum</i>	punarahkasammal
<i>Sphagnum majus</i>	vajorahkasammal
<i>Sphagnum nemoreum</i>	kangasrahkasammal
<i>Sphagnum papillosum</i>	kalvasrahkasammal
<i>Sphagnum riparium</i>	haparahkasammal
<i>Sphagnum rubellum</i>	rusorahkasammal
<i>Sphagnum russowii</i>	varvikkorahkasammal
<i>Sphagnum</i> spp.	rahkasammalet
<i>Sphagnum subsecundum</i>	keräpäärahkasammal
<i>Sphagnum tenellum</i>	hento rahkasammal

**MUUT SAMMALET
OTHER MOSSES**

<i>Aulacomnium palustre</i>	suonihuopasammal
<i>Barbilophozia barbata</i>	metsäpykäsammal
<i>Brachythecium</i> spp.	saukerosammalet
<i>Dicranella cerviculata</i>	ojanukkasammal
<i>Dicranum fuscescens</i>	kantokynsisammal
<i>Dicranum majus</i>	isokynsisammal
<i>Dicranum polysetum</i>	kangaskynsisammal
<i>Dicranum scoparium</i>	dikankynsisammal
<i>Dicranum undulatum</i>	rämeäkynsisammal
<i>Drepanocladus fluitans</i>	nevasirppisammal
<i>Drepanocladus</i> spp.	sirppisammalet
<i>Hepaticae</i> spp.	maksasammalet
<i>Hylocomium splendens</i>	kerrossammal
<i>Mnium</i> spp.	lehväsammalet
<i>Mylia anomala</i>	rahanäivesammal
<i>Plagiothecium</i> spp.	laakasammalet
<i>Pleurozium schreberi</i>	seinäsammal
<i>Pohlia nutans</i>	nuokkuvarstasammal
<i>Polytrichum commune</i>	korpikarhunsammal
<i>Polytrichum juniperinum</i>	kangaskarhunsammal
<i>Polytrichum piliferum</i>	karvakarhunsammal
<i>Polytrichum strictum</i>	rämeakarhunsammal
<i>Ptilidium ciliare</i>	korallisammal

**JÄKÄLÄT
LICHENS**

<i>Cetraria islandica</i>	isohirvenjäkälä
<i>Cladonia arbuscula</i>	valkoporonjäkälä
<i>Cladonia chlorophaea</i>	jauhepikaritorvijäkälä
<i>Cladonia cornuta</i>	puikkotorvijäkälä
<i>Cladonia deformis</i>	harmaapikaritorvijäkälä
<i>Cladonia gracilis</i>	silotorvijäkälä
<i>Cladonia rangiferina</i>	harmaaporonjäkälä
<i>Cladonia stellaris</i>	palleroporonjäkälä

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 82 912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 13 81

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* PL 16
96301 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 1514 000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Field Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420



- No 755 Salonen, Tommi & Oja, Seppo (toim.): Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1989.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1989.
- No 756 Isomäki, Antti & Niemistö, Pentti: Ajourien vaikutus puuston kasvuun Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa.
Effect of strip roads on the growth and yield of young spruce stands in southern Finland.
- No 757 Kaila, Erkki & Saarenmaa, Hannu: Tietokoneavusteinen päätöksenteko metsätaloudessa.
Computer-aided decision making in forestry.
- No 758 Ylitalo, Esa, Mäki-Simola, Elina & Turunen, Jukka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1988.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1988, by districts.
- No 759 Pätilä, Antti & Nieminen, Mika: Turpeen emäsravinne- ja rikkittase karuilla ojitetuilla rämeillä laskeuma huomioon ottaen.
Base cation nutrients and sulphur status of drained oligotrophic pine mires considering the atmospheric input.
- No 760 Aarne, Martti, Uusitalo, Matti & Herrala-Ylinen, Helena (toim.): Metsätalastollinen vuosikirja 1989.
Yearbook of forest statistics, 1989.
- No 761 Poikolainen, Jarmo: Hailuodon jäkäläkankaiden taimikot ja niiden hirvituhot.
Condition of sapling stands on the lichen heaths of Hailuoto and damage by moose.
- No 762 Saarenmaa, Liisa: Viljelyketjun valinta asiantuntijajärjestelmän avulla Lapissa.
Choice of reforestation method based on an expert system in Finnish Lapland.
- No 763 Hotanen, Juha-Pekka & Nousiainen, Hannu: Metsä- ja suokasvillisuuden numeerisen ryhmittelyn ja kasvupaikkatyyppien rinnastettavuus.
The parity between the numerical units and site types of forest and mire vegetation.
- No 764 Hirvelä, Hannu & Hynynen, Jari: Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latvavaurioihin ja tuulituhouttiuteen Lapissa.
Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland.