



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1988

722

Jari Mikola & Pentti Sepponen

RINTEEN SUUNNAN JA HAKKUUN VAIKUTUS TIILIKKAJÄRVEN
HARJUN KASVILLISUUTEEN

Effect of exposition and cuttings on the vegetation
on Tiilikajärvi esker

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
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-Ahvonen
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 722

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1988

Jari Mikola & Pentti Sepponen

RINTEEN SUUNNAN JA HAKKUUN VAIKUTUS TIILIKKA- JÄRVEN HARJUN KASVILLISUUTEEN

Effect of exposition and cuttings on the vegetation on Tiilikkajärvi esker

Approved on 22.7.1988

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSALUE, AINEISTO JA MENETELMÄT	3
3. TUTKIMUSTULOKSET	6
31. Vuorokautiset ääriämpötilat harjun rinteillä	6
32. Maan ominaisuudet	6
33. Kasvillisuus	8
4. TULOSTEN TARKASTELU	13
KIRJALLISUUS – REFERENCES	17
SUMMARY	19

MIKOLA, J. & SEPPONEN, P. 1988. Rinteen suunnan ja hakkuun vaikutus Tiilikjärven harjun kasvillisuuteen. Summary: Effect of exposition and cuttings on the vegetation on Tiilikjärvi esker. *Folia Forestalia* 722. 19 p.

Kasvillisuusaineisto kerättiin mittaamalla lajien peittävyys neliömetrin ruuduilta, jotka sijoitettiin harjun poikki vedetyille linjoille. Harjun eri osista mitattiin myös lämpötilojen vaihtelua ja tutkittiin metsämaan ominaisuuksia.

Paisterinteen vuorokautinen korkein lämpötila oli 3,5 °C korkeampi kuin varjorinteen, alin taas oli 0,5 °C alempi. Suurimmillaan paisterinteen vuorokausivaihtelu oli 30,0 °C. Maalajiltaan harju oli hienoa hiekkaa (Md = 0,59 mm) ja humuskerros oli melko hapan (pH = 3,7) ja niukkaravinteinen. Harjun kasvilajisto koostui havumetsävyöhykkeen kangasmetsien tyypillisimmistä lajeista; hakkaamattoman harjunosan laki ja paisterinne olivat *Empetrum-Vaccinium*-tyypin kangasta ja varjorinne tuoreempaa *Vaccinium-Myrtillus*-tyyppiä.

Hakkuun todettiin johtaneen etenkin mustikan (*Vaccinium myrtillus*), puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) ja suopursun (*Ledum palustre*) vähenemiseen, kun taas kanerva (*Calluna vulgaris*) ja jäkälät (*Cladonia* spp.) lisääntyivät. Eri rinteiden kasvillisuuserot ja hakkuun vaikutus tulivat näkyviin selvästi myös ordinaatio- ja klusterointikäsitelyissä.

The vegetation material was collected by determining the coverage on one-square-meter plots laid out along lines running at right angles to the esker. Variations in air temperature were monitored, and that of a number of soil properties determined in different parts of the esker.

The maximum daily mean air temperature on the southern slope was 3.5 °C higher than that on the northern slope, and the minimum daily mean temperature correspondingly 0.5 °C lower. At its greatest, the variation in the daily mean temperature on the southern slope was 30.0 °C. The texture class of the soil on the esker was fine sand (Md = 0.59 mm) and the humus layer was rather acid (pH = 3.7) and nutrient deficient. The flora on the esker consisted of species most typical of mineral soil sites in the coniferous vegetation zone; the uncut top of the esker and the southern slope were of the *Empetrum-Vaccinium vitis-idaea* forest site type, and the northern slope of the moist *Vaccinium vitis-idaea*–*V. myrtillus* forest site type.

Cutting was found to have resulted in a reduction in the coverage of *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *Ledum palustre* especially, while that of *Calluna vulgaris* and various lichens (*Cladonia* spp.) had increased. The effect of cuttings and the differences in vegetation between the different slopes were also clearly evident in the ordination and clustering analyses.

Key words: esker, northern slope, southern slope, vegetation, ordination
ODC 114.467 + 114.5 (480.9 + 480.99) + 54

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, PL 16, SF-96301 Rovaniemi, Finland.

1. JOHDANTO

Harjuihin liittyy niiden syntytavasta johtuvaa kasviekologista vaihtelua. Tämä koskee paitsi maan fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia (Rajakorpi 1984 ja Sepponen 1985), myös topografiasta aiheutuvaa vaihtelua, joka vaikuttaa ennen kaikkea tuuli- ja säteilyolosuhteisiin.

Tunnusomaisesta muodosta ja säännöllisestä suuntautuneisuudesta johtuen harjuihin liittyy pienilmastollinen kaksijakaisuus. Rinteen eksposition eli kaltevuuden suunnan vaikuttaessa maan pintaan tulevan säteilyn määrään (Franssila 1949) harjun rinteet jakautuvat valoisiin ja lämpimiin etelän-lännen puoleisiin paisterinteisiin sekä pohjoisen-idän puoleisiin varjorinteisiin (Franssila 1949, Jalas 1949, 1950, 1961, Elomaa 1970).

Eksposition määräämän pienilmastollisen vaihtelun on useissa tutkimuksissa todettu vaikuttavan harjurinteiden kasvillisuuteen (Kujala 1926b, Jalas 1949, 1950, 1953, 1961, Elomaa 1970, Aartolahti 1973, Lyytikäinen 1977, 1982), josta Jalas (1950, 1961) ilmoittaa täsmälliseen analyysiin perustuvia peittävyystietoja. Suomalainen harjukasvillisuustutkimus on keskittynyt lähinnä varsinaisten harjukasvien jääkauden jälkeisen leviämishistorian sekä nykyisen levinneisyyden ja sen taustalla olevien syiden selvittelyyn (Jalas 1950, Repo 1955, 1963).

Eksposition ohella tärkeä maan pintaan

tulevan auringonsäteilyn säätelijä on peitteenä oleva puusto. Erilaisissa metsissä metsän pohjalle tulevan säteilyn määrä on usein vain joitakin kymmeniä prosentteja avoimen alueen säteilystä (Kauttu 1952, Sirén 1955, Perttu 1970, Leikola 1976, Havas & Kubin 1983) puuston säteilyä pidättävän vaikutuksen kasvaessa likimain suorassa suhteessa latvuspeittävyuden lisääntymiseen (Leikola 1976). Avohakkuu lisää maan pintaan tulevan säteilyn määrän moninkertaiseksi muuttaen näin pienilmastoa (Odin 1974). Kun tiedetään valon määrän merkitys monille aluskasvillisuuden lajeille (esim. Kujala 1926a), hakkuun voi olettaa vaikuttavan myös aluskasvillisuuteen.

Tässä työssä pyritään selvittämään eksposition vaikutusta tyypillisen suomalaisen harjun kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuteen. Samalla kiinnitetään huomiota puuston avo- ja siemenpuuhakkuun aiheuttamiin mahdollisiin aluskasvillisuuden muutoksiin.

Jari Mikola keräsi aineiston ja valmisti sen pohjalta opinnäytetyönsä Oulun yliopiston kasvitieteen laitokselle. Tässä työssä häntä ohjasi Pentti Sepponen. Opinnäytetyön pohjalta tekijät valmistelivat yhdessä lopullisen käsikirjoituksen. Käsikirjoituksen tarkastivat apul.prof. Erkki Jauhiainen ja dos. Eero Kubin. Puh- taaksikirjoituksessa avusti Liisa Reijonen. Kiitokset kaikille työn valmistumiseen myönteisesti vaikuttaneille.

2. TUTKIMUSALUE, AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuskohteena olivat pääosaltaan Rautavaaran, osaksi myös Sotkamon kunnan alueella Kuopion ja Oulun läänien rajalla sijaitsevan Tiilikajärven harju- niemet.

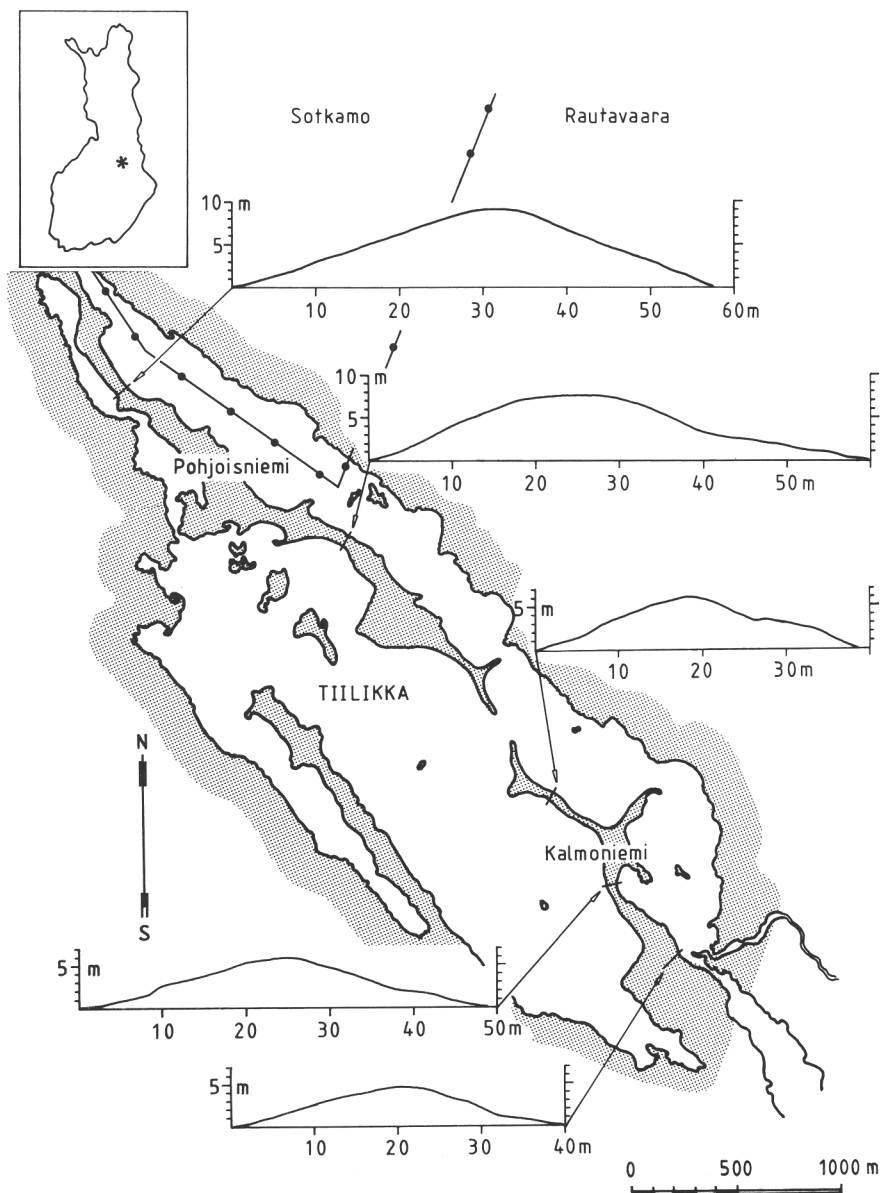
Alueen kallioperä koostuu vanhoista graniittigneis- seistä, eikä näkyviä kallioperän muotoja esiinny (Vilk- man 1921). Korkokuva on tästä syystä tasainen moniin muihin Kainuun tai Pohjois-Savon seutuihin verrattu- na, ja ympäristöään korkeammalle kohoavat mäet ovat lähinnä drumliinimaisia moreeniselänteitä tai -kumpu- ja (Lyytikäinen 1974). Suhteelliset korkeuserot ovat Tiilikajärven ympäristössä vain 10–30 metriä.

Tiilikan alueen merkittävin geologinen muodostu- ma on järven poikki kaakosta luoteeseen kulkeva pit- kittäisharju, joka keskellä järveä mataloituu vedenpin-

nan alapuolelle muodostaen näin järveen kaksi pitkää, polvekkeista niemeä: Pohjoisniemen ja Kalmoniemen (kuva 1).

Harju on mittasuhteiltaan vaatimaton, joskin se suo- raan järvestä kohoavana on maisemassa näkyvä muo- dostuma. Korkeimmillaan harju on Pohjoisniemen ty- vellä, missä harjun laki kohoaa lähes kymmenen met- riä järvenpintaa korkeammalle (kuva 1). Täällä harju on myös lähimpänä klassista terävaselkäistä, poikki- leikkaukseltaan symmetrisen kolmiomaista harjumuo- toa.

Kasvillisuudeltaan Tiilikajärven alue on mielen- kiintoinen edustaessaan niin metsä- kuin suokasvilli- suudenkin vaihteluväyhykettä (kuva 2). Etelä-Suo- men metsäkasvillisuusvyöhyke vaihtuu Pohjanmaan-



Kuva 1. Tutkimusalue: Tiilikajärven harjuniemet. Kuvaan piirretty esimerkkejä harjun poikkileikkausprofiileista.

Fig. 1. The study area: Tiilikajärvi esker. A number of cross-sections through the esker are drawn in the figure.

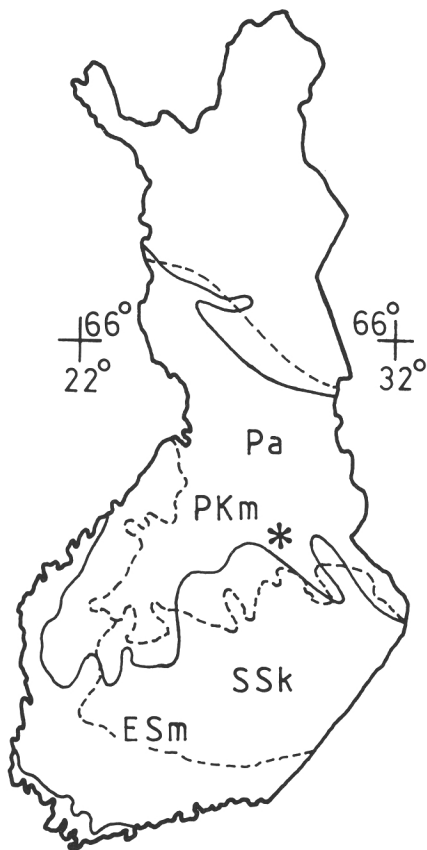
Kainuun vyöhykkeeksi (Kalela 1958, 1961, Ahti ym. 1968), ja Sisä-Suomen keidassuot muuttuvat Pohjanmaan aapasoiiksi (Eurola & Ruuhijärvi 1961).

Ilvessalon (1960) mukaan Kainuun ja Pohjois-Savon raja-alueiden metsät ovat enimmäkseen mustikka (MT), puolukka (VT), puolukka-mustikka (VMT) tai variksenmarja-puolukkatyyppejä (EVT). Tiilikajärven lähiympäristössä ja järven harjuniemillä puolukka- ja kanervatyypin kangasmetsät ovat vallitsevia (Lyytikäinen 1974). Soistuminen on alueella ollut voimakasta

ja noin 60 % järven ympäristön maapinta-alasta on suota (Lyytikäinen 1974).

Työssä käytetty aineisto kerättiin vuoden 1983 heinä- ja syyskuun aikana. Kasvillisuustiedot koottiin käyttäen ruutumenetelmää, jossa näyteruudun koko oli 1 m². Kultakin ruudulta määritettiin sillä kasvavat kenttä- ja pohjakerroksen kasvilajit sekä niiden peittävyydet.

Ruudut sijaitsivat harjun poikki kohtisuoraan vedetyillä linjoilla, joita oli harjulla 50 metrin välein. Kul-



Kuva 2. Tutkimusalueen sijainti metsä- ja suokasvillisuusvyöhykkeisiin nähden. Metsäkasvillisuusvyöhykkeet (yhtenäiset viivat rajoina) Kalelan (1958, 1961) mukaan ja suokasvillisuusvyöhykkeet (katkoviivoilla rajattuna) Eurolan ja Ruuhijärven (1961) mukaan. ESm = Etelä-Suomen metsäkasvillisuusvyöhyke, PKm = Pohjanmaan-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhyke, SSk = Sisä-Suomen keidassuot ja Pa = Pohjanmaan aapasuot.

Fig. 2. Location of the study area with respect to forest and peatland vegetation zones. The forest vegetation zones (solid lines) are according to Kalela (1958, 1961), and the peatland vegetation zones (dashed lines) according to Eurola and Ruuhijärvi (1961). ESm = southern Finland forest vegetation zone, PKm = Ostrobothnia-Kainuu forest vegetation zone, SSk = raised bogs of inland Finland, and Pa = aapa bogs of Ostrobothnia.

takin linjalta tutkittiin yksi näyteruutu harjun laelta sekä tämän jälkeen ruutuja harjun rinteiltä metrin korkeusvälein. Ruutuja sijoitettiin kummallekin rinteelle niin alas kuin harjukasvillisuuden kyseessä ollen oli tarkoituksenmukaista (Rinteiden alaosassa eli useimmiten järven rannassa kasvillisuus muuttui tyyppilliseksi ranta- ja vesikasvillisuudeksi). Mikäli kanto tai iso kivi sattui näyteruudulle, ruutua siirrettiin linjan suunnassa välttämätön matka.

Poikittaislinjoja oli yhteensä 43, joista 33 oli harjun luonnontilaisella osalla ja 10 hakatulla alueella. Näyteruutuja kertyi yhteensä 488, joiden tarkempi jakautuminen on seuraava:

	Luonnon- tilainen	Hakattu	Yhteensä
Paisterinne	116	64	180
Varjorinne	115	63	178
Harjun laki + tasaiset osat	118	12	130
Yhteensä	349	139	488

Maan pintaan tulevan säteilyn määrää eri ekspositiioilla mitattiin epäsuorasti lämpötilaa havainnoimalla. Mittaamaan asetettiin kaksi maksimi-minimi-lämpömittaria, toinen paiste- ja toinen varjorinteelle. Mittarit olivat varputasossa alumiinisen foliokotelon alla suojassa auringon suoralta säteilyltä. Ne asetettiin kummallekin rinteelle sen puoliväliin ja luettiin keran vuorokaudessa.

Maanäytteet otettiin erikseen maannosprofiilin humus-, huuhtoutumis- ja rikastumiskerroksesta. Näytekuoppia oli 35, joista näin saatiin 105 näytettä. Näytekuopista 30 oli rinteillä (15 paiste- ja 15 varjorinteellä) ja viisi harjun tasaisella osalla.

Kasvillisuusaineisto analysoitiin DECORANA-ordinaatioanalyysillä ja TWINSPAN-klusterianalyysillä (Gauch 1982, myös Sepponen 1985). Maa-analyysituloksia testattiin varianssianalyysillä.

Maanäytteiden raakoostumus selvitettiin kuivaseulonnalla. Kalsium, magnesium, kalium, fosfori ja natrium uutettiin kuumalla 2 N suolahapolla käyttäen 50 ml suolahappoa kahta näytettä kohti. Ca, Mg, K ja Na määritettiin liuoksesta atomiabsorptiospektrofotometrin avulla, jolloin Ca:n ja Mg:n määrityksessä lisättiin 5 % La_2O_3 . Fosfori määritettiin liuoksesta kolorimetrisesti. Humuksen kokonaistyyppi määritettiin Kjeldahl-menetelmällä, ja alumiinin sekä raudan määrityksessä käytettiin ns. Tammin (1922) uuttoa.

3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Vuorokautiset äärilämpötilat harjun rinteillä

Vuorokautiset maksimi- ja minimilämpötilat varputasossa harjun paiste- ja varjorinteellä (heinäkuun 13. ja syyskuun 1. päivän välisenä aikana) näkyvät kuvassa 3. Paisterinteen maksimilämpötila oli keskimäärin 22,8 °C ja varjorinteen 19,3 °C, minimilämpötilat olivat vastaavasti keskimäärin 8,2 ja 8,6 °C. Paisterinteen maksimi oli näin keskimäärin 3,5 °C korkeampi, minimi taas 0,4 °C alhaisempi kuin varjorinteellä. Vuorokautisten ääriarvojen keskimääräiseksi eroksi tuli paisterinteellä 14,6 °C ja varjorinteellä 10,7 °C.

Rinteiden keskimääräisiä eroja tasoittivat viileät päivät (kuten 20. ja 30.7.) sekä kylmän sään jaksot (13. – 17.8. ja 25.8. – 1.9.), joihin liittyneet järvenselän yli puhaltaneet voimakkaat länsituulet viilensivät paisterinnettä.

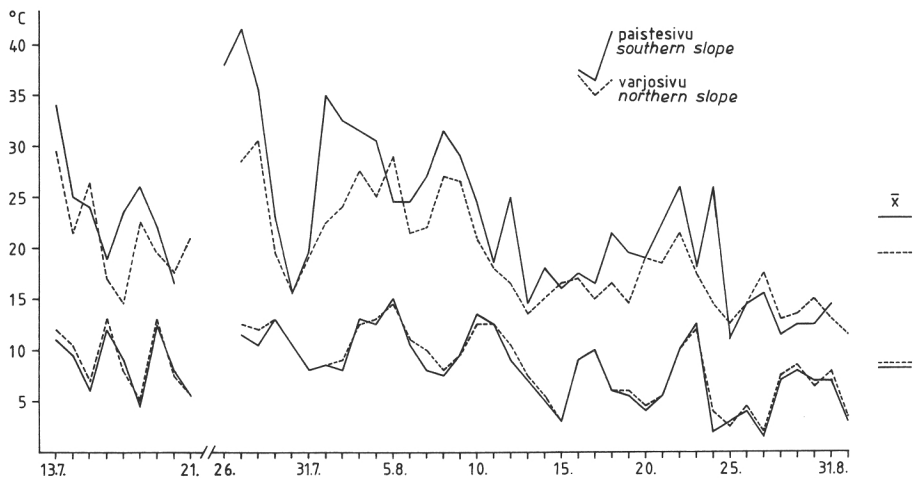
Aurinkoisina ja lämpiminä päivinä rinteiden väliset erot olivat odotetusti suurimmat. Tällöin auringon lämmittämän paisterinteen maksimilämpötila kohosi korkealle, ja samalla lämpötilan vuorokausiäärevyys kasvoi varsin suureksi. Kuutena vuorokautena pais-

terinteen ääriarvojen ero oli yli 24 °C, suurimmillaan 30,0 °C. Varjorinteellä erotus oli suurimmillaan vain 19,5 °C.

32. Maan ominaisuudet

Keskiraekoko (Md) maa-aineksessa on 0,59 mm, jonka mukaan harju on maalajiltaan hienoa hiekkaa (Aaltonen ym. 1949). Rakeisuuskäyrän muoto (kuva 4) osoittaa, että harjun maa-aines on hyvin lajittunutta: lähes 80 % on hienoa ja karkeaa hiekkaa. Hienoja lajitteita (< 0,06 mm) siinä on hyvin vähän.

Tutkittavan harjun maa oli varsin hapanta (taulukko 1). Humuksen pH-arvo oli keskimäärin vain 3,7, huuhtoutumiskerroksen 4,2 ja rikastumiskerroksen 4,8. Humuskerroksen orgaanisen aineen pitoisuus oli keskimäärin 77 %, alempien horisonttien vain 1–3 %. Vesilietoksesta mitattu johtoluku oli humuskerroksessa keskimäärin 6,6, huuhtoutumis- ja rikastumiskerroksissa noin 2,0.



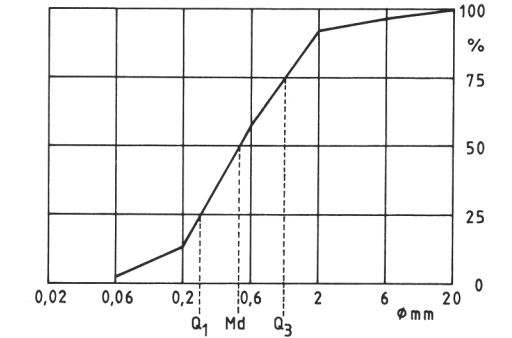
Kuva 3. Vuorokauden maksimi- ja minimilämpötilat Tiilikajärven harjun paiste- ja varjorinteellä varputasosta mitattuna. Kuvan oikeassa laidassa näkyvät ajanjakson keskiarvot.

Fig. 3. Daily maximum and minimum temperatures measured at the dwarf-shrub level on the northern and southern slopes of Tiilikajärvi esker. Average values for the study period are marked on the right of the figure.

Taulukko 1. Harjun humuskerroksen (A₀) huuhtoutumiskerroksen (A) ja rikastumiskerroksen (B) kemiallisia ominaisuuksia eri ekspositioilla. Ekspositioiden keskiarvoja on verrattu toisiinsa Tukeyn keskiarvotestillä (merkitsevyystaso: * = 95 %, ** = 99 %).

Table 1. The chemical properties of soil samples taken from the humus layer (A₀), eluviated layer (A) and enriched layer (B) at points with different exposition the esker. The mean values for sampling points with different exposition are compared with each other using Tukey's mean test (significance level: * = 95 %, ** = 99 %).

Horisontti Horizon	Ekspositio Exposition	Humus-%	N _{tot}	pH	Johtoluku Elect. conduct. index.	K	P	Ca	Mg	Fe	Al	Na
mg · 100 g ⁻¹												
A ₀	paiste southern slope	75,2	1,0	3,7	7,1	54	26	164	54	151	210	7
	tasamaa level	76,1	1,0	3,9	5,6	57	25	103	69	312	426	7
	varjo northern slope	79,6	0,9	3,6	6,4	49	23	223	64	93	180	7
	$\bar{x}$	77,2	1,0	3,7	6,6	52	24	181	60	149	228	7
A	paiste southern slope	1,2		4,3	2,2	11	3	50	36	81	78	13
	tasamaa level	1,3		4,1	1,8	24	2	41	28	82	82	11
	varjo northern slope	1,3		4,1	1,5	11	3	34	18	60	92	11
	$\bar{x}$	1,2		4,2	1,9	13	3	42	27	72	85	12
B	paiste southern slope	2,5		4,8	2,3	16	55	48	123	740	1006	6
	tasamaa level	3,2		4,9	2,0	10	30	35	54	464	910	7
	varjo northern slope	3,0		4,8	2,3	20	44	42	159	707	1027	7
	$\bar{x}$	2,8		4,8	2,3	17	47	43	129	687	1001	6



Kuva 4. Tiilikajärven harjun keskimääräinen rakeisuuskäyrä. Md = keskiraekoko; Q₁ ja Q₃ = ala- ja yläkvartiiliarvot.

Fig. 4. Mean particle size distribution curves for the soil on Tiilikajärvi esker. Md = mean particle size; Q₁ and Q₃ = lower and upper quartile values.

Typeä oli humuksessa keskimäärin < 1 % kuivapainosta. Muista tärkeistä ravinteista humuksessa oli eniten kalsiumia ($\bar{x}$ = 181 mg sadassa grammassa maata), kaliumia ja magnesiumia tästä noin kolmannes ($\bar{x}$ = 52

ja 60 mg/100 g) sekä fosforia näiden määräs-
tä noin puolet ($\bar{x}$ = 24 mg/100 g).

Huuhtoutumis- ja rikastumiskerroksissa kalsiumia oli vain vajaa neljäsosa humuksen pitoisuudesta, kun taas fosforia ja magnesiumia oli rikastumiskerrokseen kertynyt kak-
sinkertainen pitoisuus humukseen verrattu-
na. Huuhtoutumiskerroksessa fosforia oli
erityisen niukasti. Kalium jakautui lähinnä
kalsiumin tavoin; huuhtoutumiskerroksessa
oli noin neljännes ja rikastumiskerroksessa
noin kolmannes humuksen kaliumpitoisuu-
desta.

Rautaa ja alumiinia oli odotetusti eniten
rikastumiskerroksessa, jossa kumpaakin oli
noin viisinkertainen pitoisuus humukseen ja
kymmenkertainen pitoisuus huuhtoutumis-
kerrokseen verrattuna.

Kaikki tilastollisesti merkitsevät erot ovat
harjun "latistuneimman", tasaisen osan ja
jomman kumman rinteiden välisiä. Paiste- ja
varjorinteiden happamuudessa tai ravinteissa
ei tämän suppean aineiston perusteella ollut
tilastollisesti merkitseviä eroja. Tasaisen har-
junosan humuksen pH oli hieman korkeam-

pi kuin rinnemaiden pH, ravinteissa selvim-
mät erot olivat kalsiumissa ja raudassa. Kal-
siumia oli tasaisen alueen humuksessa ja ri-
kastumiskerroksessa selvästi vähemmän kuin
harjun paiste- ja varjorinteillä. Rautaa oli ta-
saisen alueen humuksessa kaksi kertaa
enemmän kuin rinteillä, rikastumiskerroses-
sa taas selvästi vähemmän kuin rinteiden
maannoksessa. Maannoksen kerrostuneisuus
näytti näin ollen raudan suhteen selvemmäl-
tä ylempänä olevilla rinteillä kuin harjun
matalimmilla osilla (taulukko 1).

33. Kasvillisuus

Tutkitun harjun kasvillisuus oli lajistoltaan
köyhää. Kenttäkerroksessa havaittiin 13 ja
pohjakerroksessa 37 kasvilajia, joista 17 oli
sammalia ja 20 jäkäliä (taulukko 2). Harjun
hakkaamattomalla osalla löytyi paisterinteel-
tä ja harjun laelta selvästi enemmän lajeja
kuin varjorinteeltä, hakatulla harjunosalla
sen sijaan löytyi eniten lajeja varjorinteeltä.
Kaikkiaan aluskasvillisuudessa tavatuista 50
kasvilajista 49 esiintyi luonnontilaisella har-
julla, hakatulla harjulla tavattiin vain 38 la-
jia.

Luonnontilaisen harjun kenttäkerroksen
valtalajeina olivat paisterinteellä sekä harjun
laella puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja va-
riksenmarja (*Empetrum nigrum* coll.) (tau-
lukkan 2). Harjuniemen laakeiden kärkeosien
patjamaiset variksenmarjakasvustot nostivat
variksenmarjan keskimääräistä peittävyysar-
voa tasaisella alueella. Luonnontilaisella var-
jorinteellä puolukan keskimääräinen peittä-
vyys oli hieman pienempi kuin paisterinteel-
lä, ja mustikka sekä suopursu (*Ledum palustre*)
kohosivat peittävyydeltään puolukan oh-
i. Mustikan ja suopursun peittävyudet muodos-
tivat selvän nousevan sarjan siirryttäessä har-
jun paisterinteeltä laen yli varjorinteelle,
puolukan osalta tilanne oli päinvastainen.

Muista lajeista kanervan (*Calluna vulgaris*)
ja metsälauhan (*Deschampsia flexuosa*) peit-
tävyys oli paisterinteellä suurempi kuin var-
jorinteellä, vanamo (*Linnaea borealis*) ja
kangasmaitikka (*Melampyrum pratense*) taas
viihtyivät paremmin varjorinteellä. Sianpuo-
lukkaa (*Arctostaphylos uva-ursi*) ja keltalie-
koa (*Diphasium complanatum*) tavattiin vain
paisterinteen tai lakiosan näyteruuduissa.

Taulukko 2. Tiilikajärven harjun kenttä- ja pohjaker-
roksesta tavattu kasvilajisto peittävyyksineen (%)
luonnontilaisen ja hakatun harjunosan eri ekspo-
sitiolla. Alle 1 %:n peittävyys merkillä ”+”. I = pais-
terinne, II = tasamaa, III = varjorinne.

Table 2. The occurrence and coverage values (%) of
plant species in the field and bottom layers growing
in unmanaged and in cut forest with different ex-
positions on Tiilikajärvi esker. Coverage of < 1 %
is denoted by a ”+”. I = southern slope, II = level,
III = northern slope.

	Luonnontilainen Unmanaged			Hakattu Cut		
	I	II	III	I	II	III
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	+	+		+		
<i>Calluna vulgaris</i>	4	2	3	34	30	21
<i>Diphasium complanatum</i>	+			+	+	+
<i>Empetrum nigrum</i>	8	25	4	3	20	11
<i>Ledum palustre</i>	+	2	18		1	4
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	5	32	+	+	2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	+			+	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	17	18	14	3	6	10
<i>Calamagrostis epigejos</i>					+	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	+	+	+	+		+
<i>Epilobium angustifolium</i>		+				
<i>Linnaea borealis</i>	+		+			
<i>Melampyrum pratense</i>	+	+	+	+		+
<i>Aulacomnium palustre</i>			+			
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>			+			
<i>Dicranum undulatum</i>	+	+				
<i>Dicranum drummondii</i>	+	+	+		+	+
<i>Dicranum fuscescens</i>	+	+	1	+	+	1
<i>Dicranum majus</i>	+	+	+			+
<i>Dicranum polysetum</i>	4	3	3	2	2	3
<i>Dicranum scoparium</i>	+	1	+	+	+	+
<i>Hylocomium splendens</i>	1	3	18		+	3
<i>Pleurozium schreberi</i>	45	61	54	37	44	67
<i>Pohlia nutans</i>	+	+				
<i>Polytrichum commune</i>			+			
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	+		+		+
<i>Polytrichum piliferum</i>	+	+		+		
<i>Ptilidium ciliare</i>		+	+			+
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	+	+	7	+		+
<i>Tetraplodon</i> spp.			+			
<i>Cetraria crispa</i>	+	+				
<i>Cetraria islandica</i>	+	1				+
<i>Cladonia stellaris</i>	2	2		3	3	1
<i>Cladonia rangiferina</i>	15	8	+	9	18	8
<i>Cladonia sylvatica</i>	17	9	+	27	11	6
<i>Cladonia uncialis</i>	+	+		1	+	
<i>Cladonia botrytes</i>	+			+		+
<i>Cladonia cenotea</i>	+	+		+	+	+
<i>Cladonia chlorophaea</i>	+	+		+	+	+
<i>Cladonia coccifera</i>	+					
<i>Cladonia cornuta</i>	+	+		+	+	+
<i>Cladonia crispata</i>	+	+		+		+
<i>Cladonia deformis</i>	+	+		+	+	+
<i>Cladonia fimbriata</i>	+	+		+		+
<i>Cladonia furcata</i>		+				
<i>Cladonia gracilis</i>	+	+		+		+
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+		+		+
<i>Cladonia squamosa</i>		+				
<i>Peltigera aphotosa</i>		+	+		+	
<i>Stereocaulon</i> spp.	+					

Hakkuin käsitellyn harjunosan kenttäkerros poikkosi varsin selvästi luonnontilaisen alueen kasvillisuudesta. Kanerva oli ehdoton valtalaji kaikilla ekspositioilla ja etenkin hakatulla paisterinteellä, jolla kaikkien muiden kenttäkerroksen lajien yhteinen keskimääräinen peittävyys oli vain viidesosa kanervan peittävyydestä. Luonnontilaiseen alueeseen verrattuna kanervan peittävyys eri ekspositioilla oli 7–15-kertainen. Harjun lakiosissa myös variksenmarjaa oli runsaasti, ja hakatulla varjorinteellä puolukka ja variksenmarja olivat valtalajeja kanervan ohella. Puolukka muodosti näin päinvastaisen sarjan kuin luonnontilaisella alueella peittävyyden kasvassa varjorinteelle siirryttäessä.

Kanervan runsastumisen ohella selvin ero luonnontilaiseen alueeseen nähden oli mustikan selvä taantuminen (taulukko 2). Varjorinteelläkin mustikan keskimääräinen peittävyys oli vain runsas kaksi prosenttia, kun se luonnontilaisella varjorinteellä oli yli 32 %. Myös suopursun ja kangasmaitikan peittävyydet olivat hakatulla alueella selvästi pienempiä kuin luonnontilaisella, ja vanamo oli kadonnut kokonaan. Sianpuolukka ja keltaliekko sen sijaan olivat runsastuneet.

Pohjakerroksen sammalista seinäsammalla (*Pleurozium scherebri*) oli valta-asema kaikilla ekspositioilla niin luonnontilaisella kuin hakatullakin alueella. Kankaan kynsisammal (*Dicranum polysetum*) oli luonnontilaisella paisterinteellä seinäsammalen ohella runsain sammalaji. Siirryttäessä harjun laen yli varjorinteelle seinäsammalen peittävyys kasvoi jonkin verran ja seinäsammalen rinnalla runsastuivat kerrossammal (*Hylocomium splendens*) ja sulkasammal (*Ptilium crista-castrensis*), joiden keskimääräinen yhteispeittävyys luonnontilaisella varjorinteellä oli yli 25 %. Kerros- ja sulkasammalen lisäksi *Dicranum fuscescens* ja *Dicranum majuksen* peittävyydet muodostivat kasvavan sarjan paisterinteeltä varjorinteelle. *Aulacomnium palustre*, *Barbilophozia lycopodioides* ja *Politrichum commune* tavattiin ainoastaan luonnontilaisella varjorinteellä.

Dicranum undulatum, *Dicranum drummondii*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum juniperinum* ja *Polytrichum piliferum* sen sijaan näyttivät menestyvän parhaiten harjun paisteisimmilla osilla, ja *Dicranum polysetum*in peittävyys oli paisterinteellä keskimäärin hie-man suurempi kuin varjorinteellä.

Hakkuun myötä seinäsammal näytti jonkin verran taantuneen paisterinteellä ja harjun

laella, kun taas varjorinteellä keskimääräinen peittävyys oli jonkin verran kasvanut. Kerros- ja sulkasammal sekä *Dicranum majus* olivat kenttäkerroksen mustikan ja suopursun tavoin vähentyneet voimakkaasti hakkuun myötä. *Dicranum fuscescens*, *Dicranum polysetum*in ja *Dicranum scoparium*in peittävyydet olivat pienentyneet etenkin harjun paisteisilla osilla, eikä *Aulacomnium palustrea*, *Barbilophozia lycopodioides*, *Dicranum undulatum*ia, *Pohlia nutans*ia ja *Polytrichum commune*a tavattu hakatun alueen näyteruuduilta ollenkaan.

Jäkälistä *Cladonia rangiferina* ja *Cladonia sylvatica*in peittävyydet pienenevät jyrkkänä sarjana luonnontilaiselta paisterinteeltä varjorinteelle (taulukko 2). *Cetraria* sp., *Cladonia stellaris*, *Cladonia uncialis* ja lukuisat torvijäkälälajit puuttuivat täysin luonnontilaiselta varjorinteeltä. Hirvenjäkäliä *Cetraria crisp*a ja *Cetraria islandica* saavuttivat suurimmat peittävyytensä harjun tasaisella osalla, missä ne parhaiten näyttivät viihtyvän harjun lakea seurailevan polun laitamilla. Poronjäkälien lisäksi vain *Peltigera aphthosa* tavattiin varjorinteeltä.

Hakkuu näytti lisänneen huomattavasti jäkälien osuutta harjun pohjakerroksen kasvillisuudessa. Poronjäkälien yhteispeittävyys oli kasvanut kaikilla ekspositioilla, ja *Cladonia rangiferina* sekä *Cladonia sylvatica* yltyivät hakatulla varjorinteelläkin yhdessä keskimäärin lähes 14 %:n peittävyyteen, kun vastaavasti luonnontilaisella varjorinteellä peittävyys oli alle prosentti pinta-alasta. Hakkuun myötä myös *Cladonia stellaris* sekä lukuisat torvijäkälät olivat saaneet jalansijaa varjorinteeltä sen lisäksi, että peittävyydet paisterinteellä olivat kasvaneet.

Koealoille tehtiin kasvillisuuden vaihtelun DECORANA-ordinaatioanalyysi. Päällekkäisyyden välttämiseksi luonnontilaisen ja hakkuin käsitellyn alueen näytealat jaettiin eri kuvioihin (kuva 5). Kuviin on lisäksi piirretty TWINSpan-klusterianalyysin tuloksena syntyneet neljä näytealaryhmää (I–IV).

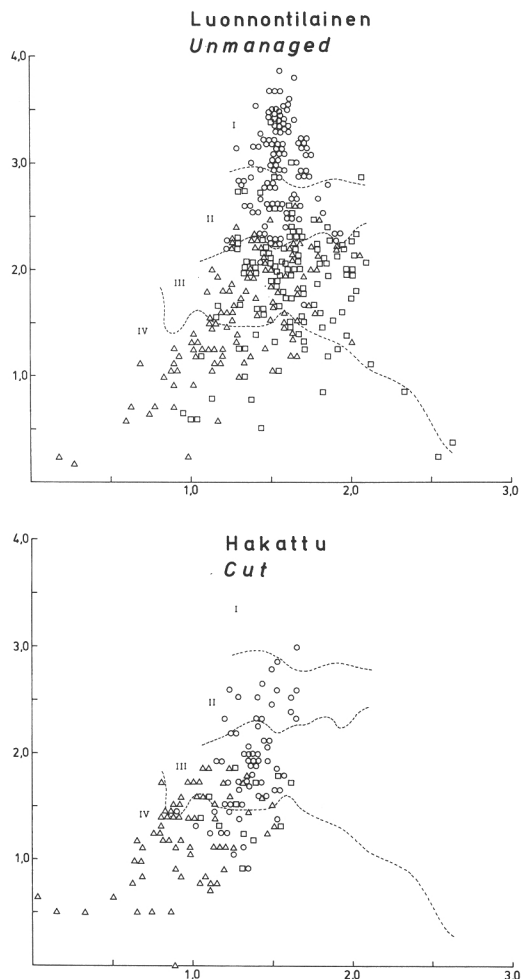
Luonnontilaisen harjunosan eri ekspositioilta kuvatut näyteruudut erottuvat ordinaatiossa osittain selvästi omiksi ryhmikseen (kuva 5). Varjo- ja paisterinteen ruudut erotuvat selvimmän ordinaation päävaihtelusuunnan suhteen varjorinteen näyteruutujen sijoituessa kuvassa paisterinteen ruutujen yläpuolelle. Harjun laelta ja muilta tasaisilta alueilta tehty kasvillisuusruudut sijoittuvat ordinaatiokuvassa varjo- ja paisterinteen

ruutujen välille ollen kuitenkin suurelta osin päällekkäin etenkin paisterinteent ruutujen kanssa. Tässä suhteessa ordinaation antama tulos vastaa keskimääräisiä peittävyystietoja, joiden mukaan harjun lakialueiden edellä todettiin useiden kasvilajien osalta edustavan rinteiden välimuotoa. Erilleen kaikista muista kuvan 5 oikeaan alakulmaan asettuvat muutamat tasaisen alueen näyteruudut ovat harjuniemien "latistuneilta" ja tallaamisen kenties eniten kuluttamilta kärkeosilta. Näillä polkujen vierustoilla viihtyvät hirvenjäkälet sekä korallisammal ovat poikkeuksellisen runsaita aiheuttaen näin näytealojen poikkeavan sijainnin ordinaatiokuvassa.

Hakutun alueen eri näytealatyypin keskinäinen sijainti (kuva 5) vastaa pääpiirteisään luonnontilaisen alueen kuvaa: Varjorinteen ruudut ovat ordinaatiokuvassa paisterinteent ruutujen yläpuolella ja lakiruudut (joita tosin on vain 12) asettuvat kuvan keskiosaan. Kaikkien näiden ryhmien painopiste on kuitenkin siirtynyt selvästi luonnontilaisen alueen kuvaan nähden alemmas ja samalla hieman vasemmalle. Näin ollen varjorinteen ruuduistakin valtaosa sijoittuu alueelle, jolla luonnontilaiselta harjunosalta on lähinnä vain paisterinteent ruutuja. Ekspositioiden erot näyttävät kokonaisuudessaan hakkuun myötä pienentyneen ja samankaltaistumisen johtaneen "paisteisen" kasvillisuustyyppin suuntaan.

TWINSPAN-klusterianalyysin klusteri I koostuu lähes pelkästään luonnontilaisen varjorinteen näytealoista (kuvat 5 ja 6). Myös klusterista II luonnontilaisen varjorinteen ruudut muodostavat pääosan, mutta klusteriin kuuluu myös tasamaan ja paisterinteent näyteruutuja. Klusteriin III kuuluu kaikkia näytealatyyppejä ja klusteri onkin suurin neljästä. Tässä klusterissa päällekkäisyys on suurinta luonnontilaisen tasamaan ja paisterinteent ollessa suurimpia näytealatyyppejä. Klusteri IV edustaa lähinnä niin luonnontilaisen kuin hakatunkin paisterinteent näyteruutuja.

Klusterin I valtalajeja ovat mustikka ja suopursu. Myös puolukkaa on runsaasti, variksenmarjaa niukasti ja kanerva lähes puuttuu. Kenttäkerroksen lajeista vain mustikan frekvenssi on 100 %, puolukan 99 % ja suopursun 88 %. Laikuttaisemman esiintymisen vuoksi suopursun frekvenssi on pienempi kuin puolukan, vaikka suopursun keskimääräinen peittävyys on selvästi suurempi. Pohjakerroksen runsain laji on seinäsammal,

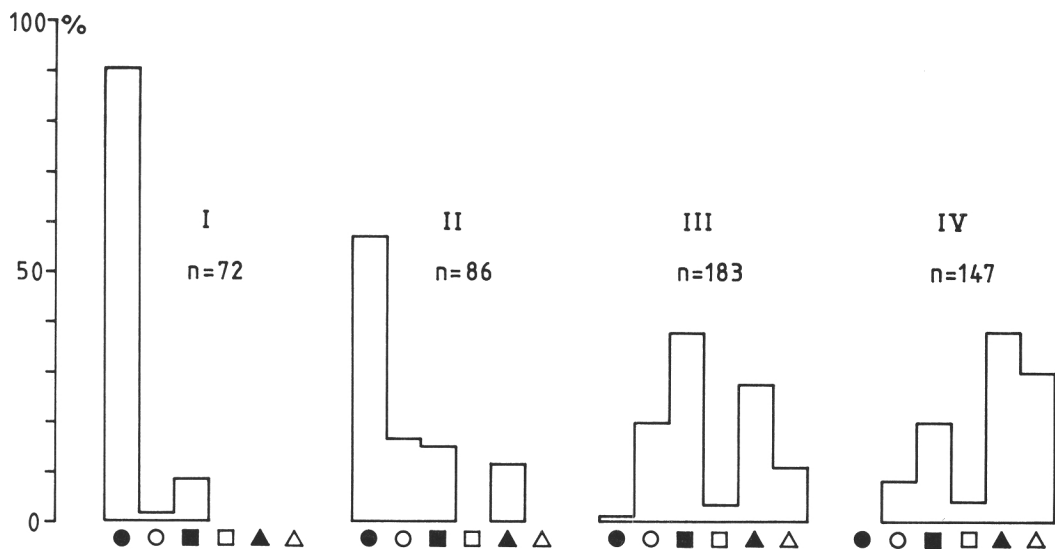


Kuva 5. DECORANA-ordinaatio näytealoista luonnontilaisella ja hakatulla harjunosalla. Kuvissa on eroteltu myös TWINSPAN-klusteroinnin muodostamat ryhmät I–IV. ○ = varjorinne, □ = tasamaa ja □ = paisterinne.

Fig. 5. DECORANA ordination of the sample plots situated on the unmanaged and cut parts of the esker. The clusters (I–IV) formed in TWINSPAN cluster analysis are also differentiated in the figure, ○ = northern slope, □ = flat area, □ = southern slope.

mutta selvimmin klusterin I erottaa muista klustereista kerros- ja sulkasammalen huomattava osuus. Jäkälät puuttuvat lähes täysin. Näytealaryhmää parhaiten luonnehtivien kasvilajien perusteella klusteri I voitaisiin nimetä *Hylocomium-Myrtillus-Ledum* -ryhmäksi.

Klusterin II kenttäkerrosta hallitsevat mustikka ja puolukka lähes tasavertaisesti.



Kuva 6. Eri ekspositioita edustavien näytealojen esiintyminen kussakin klusterissa. Mustat symbolit kuvaavat luonnontilaisen ja valkeat symbolit hakatun alueen näyteruutuja. ○ = varjorinne, □ = tasamaa ja □ = paisterinne.

Fig. 6. The occurrence of sample plots representing different expositions in both clusters. The black symbols indicate plots in unmanaged forest, while the white symbols plots in cut areas. ○ = northern slope, □ = flat area, □ = southern slope.

Variksenmarjaa ja kanervaa on selvästi enemmän kuin klusterissa I, suopursua taas vähemmän ja suopursun frekvenssi on vain 37 %. Sammalista seinäsammal on selvästi runsain, kerros- ja sulkasammalta esiintyy niukasti, ja *Dicranum polysetum* onkin seinäsammalen ohella tärkein sammal. Poronjäkäliä on niukasti, joskin selvästi enemmän kuin klusterissa I. Peittävimpien varpujen perusteella klusteri II voidaan nimetä *Vaccinium-Myrtillus* -ryhmäksi.

Puolukka, variksenmarja ja kanerva ovat klusterin III kenttäkerroksen valtalajeja. Selvänä erona muihin klustereihin on variksenmarjan huomattava runsaus. Mustikkaa sen sijaan on hyvin niukasti ja suopursua tuskin ollenkaan. Seinäsammal on tässä klusterissa runsaimmillaan ja kerros- sekä sulkasammalen puuttuessa hallitsee selvästi pohjakerrosta. Seinäsammalen ohella poronjäkäliä ovat peittävyydeltään tärkeimpiä pohjakerroksen lajeja. Luonteenomaisimpien lajien mukaan klusteri III saa nimen *Empetrum-Pleurozium* -ryhmä.

Klusteria IV hallitsevat kanerva ja poronjäkäliä. Kanervan ohella kenttäkerroksen valtalajina on puolukka, variksenmarjaa on vähemmän kuin klusterissa III, ja mustikan peittävyys on hyvin pieni. Pohjakerroksessa seinäsammalen kuten kaikkien sammalien yhteinenkin peittävyys on pienempi kuin

muissa klustereissa, ja pohjakerrosta hallitsevat *Cladonia sylvatica* ja *Cladonia rangiferina*. Myös *Cladonia stellaris*, eri torvijäkälälajit sekä hirvenjäkäliä ovat tässä klusterissa runsaimmillaan. Klusteri IV voidaan näin nimetä *Calluna-Cladonia* -ryhmäksi.

Kuvassa 6 luonnontilaisen ja hakkuun käsitellyn alueen vertailua vaikeuttaa hakatun alueen näyteruutujen vähyys. Kuvassa 7 eri näytealatyypin jakautuminen klustereihin sekä hakkuun vaikutus tulevat havainnollisemmin esille. Luonnontilaisen varjorinteen ruudut sijoittuvat kahta näyteruutua lukuun ottamatta klustereihin I ja II, luonnontilaisen tasamaan painopiste on selvästi klusterissa III, ja luonnontilaisen paisterinteen ruudut sijoittuvat klustereihin III ja IV.

Hakkuu siirtää kaikkien ekspositioiden painopistettä kuvassa 7 oikealle (ja ordinaatiokuvassa 5 alaspäin). Suurin muutos tapahtuu varjorinteellä, jonka näyteruutujen painopiste siirtyy klusterista I klusteriin III. Tasamaan painopiste jakautuu hakkuun myötä klusterilta III klusterille III ja IV, ja paisterinteen painopiste säilyy klusterilla IV, joskin korostuen.

Lajiordinaation tuloksena on näytealaordinaatiota muistuttava kuvio (kuva 8). Kuvassa 8 on TWINSPAN-klusterianalyysin muodostama dendrogrammi tutkitulla harjulla tavatuista lajeista. Ordinaatiokuvassa

ylimmäksi asettuvat *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* ja *Barbilophozia lycopodioides*. Kuvan yläosasta löytyvät myös *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Ledum palustre*, *Linnaea borealis* ja *Melampyrum pratense* sekä sammalista *Hylocomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis* ja *Dicranum majus*.

Ordinaatiokuvan keskelle sijoittuvat *Vaccinium vitis-idaea*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum* sekä *Dicranum fuscescens*, joka klusteroinnissa (kuva 8) eroaa muista lajeista jo ensimmäisellä jakotasolla.

Ordinaatiokuvan alaosassa lajit jakautuvat kahdeksi ryhmäksi kuvan laidoilte. Vasemmanpuoleisen ryhmän yläosassa ovat *Calluna vulgaris* ja *Deschampsia flexuosa*, joiden alapuolelle sijoittuvat *Arctostaphylos uva-ursi*, *Diphasium complanatum*, poronjäkälistä *Cladonia sylvatica* ja *Cladonia rangiferina*, eri torvijäkälälajit sekä sammalista *Pohlia nutans* ja *Polytrichum juniperinum*.

Kuvan oikeaan alakulmaan sijoittuvat *Empetrum nigrum* ja *Calamagrostis epigejos*, sammalista *Dicranum scoparium*, *Dicranum undulatum*, *Dicranum drummondii* sekä aivan kuvan alaosaan *Polytrichum piliferum* ja *Ptilidium ciliare*. Jäkälistä tähän ryhmään kuuluvat *Cladonia stellaris* sekä hirvenjäkälet *Cetraria islandica* ja *Cetraria crispa*, lähellä kuvan keskiosaa myös *Peltigera aphthosa*.

Klusteroinnin tuottamassa dendrogrammissa (kuva 8) kolmannella jakotasolla erotuvat klusterit on merkitty omilla symboleilla. Klusterianalyysin muodostamat lajiryhmät erottuvat ryhmiksi myös ordinaatiokuvan yläosassa, mutta ordinaatiokuvan alaosassa klusterit osittain hajaantuvat vaaka-akselin suhteen. Esimerkiksi *Cladonia stellaris* eroaa *Cladonia sylvaticasta* ja *Cladonia rangiferinasta*, samoin *Polytrichum piliferum* *Polytrichum juniperinumista*, vaikka klusterointi asettaa nämä läheisiksi "sukulaislajeiksi".

4. TULOSTEN TARKASTELU

Maan raekoolla on suuri vaikutus maan fysikaalis-kemiallisiin ominaisuuksiin. Sekä vedenpidätyskykyä kuvaava kenttäkapasiteetti että kationinvaihtokapasiteetti ovat maaperän keskiraekokoon korrelaatioissa. Tärkeäksi ekologiseksi tekijäksi on osoittautunut hienoimman, raekooltaan alle 0,06 mm:n aineksen osuus, joka on selvässä korrelaatioissa maan kenttäkapasiteetin kanssa (Sepponen 1981) vaikuttaen kasvilajien peittävyysiin sekä esimerkiksi mäntytaimikoiden menestymiseen (Lähde 1974, Sepponen ym. 1979).

Sepposen (1985) eri puolilta Pohjois-Suomea tutkimissa glasifluviaalisissa muodostumissa raekooltaan alle 0,06 mm:n ainesta oli keskimäärin 6,0 % vaihdellen eri alueilla 0,7 %:sta 11,2 %:iin. Tiilikkajärven harjun maassa hienoimman lajitteen osuus oli vain noin kaksi prosenttia (kuva 4), mikä kertoo huonosta veden ja ravinteiden pidätyskyvystä. Harjun maaperä tarjoaa näin karun ja kuivan kasvualustan.

Maanäytteistä mitatut keskimääräiset pH-arvot, humuksessa 3,7, huuhtoutumiskerroksessa 4,2 ja rikastumiskerroksessa 4,8 (taulukko 1), kertovat varsin happamasta kasvualustasta. Sepposen (1985) tutkimissa glasifluviaalisissa maissa humuksen pH oli keski-

määrin hieman korkeampi (4,1). Happamuu-den väheneminen maannoksessa alapäin mentäessä (taulukko 1) on podsolimaannokselle tyypillinen piirre, joka on todettu hyvin erilaisilla mailla ja metsätyypeillä tuoreista paksusammalkuusikoista (Havas & Kubin 1983, Kubin 1983, Tikkanen 1985) mäntymetsiin (Mälkönen 1975) ja jopa karujen dyynihietikoiden jäkäläkankaille (Jauhiainen 1970, Sepponen 1985).

Humuksen ravinnepitoisuudet olivat Tiilikkajärven harjulla kokonaistyyppä ja magnesiumia lukuun ottamatta jonkin verran pienempiä kuin Sepposen (1985) esittämät keskimääräiset pitoisuudet Pohjois-Suomesta (taulukko 1). Suurimmat erot olivat raudan, alumiinin ja natriumin pitoisuuksissa, jotka Tiilikkajärvellä olivat vain noin puolet Sepposen (1985) ilmoittamista. Erot johtuivat lähinnä pienistä rauta- ja alumiinipitoisuuksista harjun rinteiden humuksessa, tasamaalta mitatut pitoisuudet olivat selvästi korkeammat (taulukko 1).

Sepposen (1985) mukaan lajittuneiden maiden perusmaassa kaliumin, fosforin ja kalsiumin määrä kasvaa maan pohjoispuolisiskolla pohjoiseen päin mentäessä, kun taas humuskerroksen ravinteissa ei vastaavaa

muutosta ole havaittavissa. Näin ollen Tiilik-kajärven sijainti Sepposen (1985) tutkimus-kohteita etelämpänä tuskin selittää pienempiä ravinnepitoisuuksia. Harjun humuksen ravinteisuus kuvastaakin lähinnä Tiilik-kajärven alueen paikallista kallio- ja maaperää, joiden antamaan karuun vaikutelmaan ravin-neanalyysin tulokset sopivat hyvin.

Raudan ja alumiinin rikastumista maan-noksen rikastumiskerrokseen eli ns. B-hori-sonttiin on pidetty podsolimaannokselle tun-nusomaisena piirteenä (Aaltonen 1951, Jau-hiainen 1969). Sepposen (1985) tutkimissa lajittuneissa maissa myös fosfori käyttäytyi raudan ja alumiinin tavoin. Sama tuli esille Tiilik-kajärven harjussa, jossa fosforin pitoi-suus rikastumiskerroksessa oli lähes kaksi kertaa suurempi kuin humuksessa ja noin kahdeksantoista kertaa suurempi kuin huuh-toutumiskerroksessa (taulukko 1).

Paiste- ja varjorinteiden maan ravinteisuu-dessa ei tässä työssä käytetyn pienen näyteai-neiston perusteella ollut merkitseviä eroja (taulukko 1). Harjun ”latistuneimpien” osien humuksessa sen sijaan näytti olevan vähemmän kalsiumia, mutta enemmän rau-taa ja alumiinia kuin harjun rinteillä.

Podsoloitumisen asteen on todettu riippu-van ajasta, joka maannoksella on ollut aikaa kehittyä (Aaltonen 1951). Sepponen (1985) totesi raudan ja alumiinin rikastumisen maannoksessa olevan selvästi korrelaatiossa alueen korkeuteen merenpinnasta. Tässä työssä havaittu harjun tasaisten osien hei-kompi podsoloituminen kiinnittää huomiota, vaikka aineisto onkin varsin suppea. Lyyti-käisen (1977) mukaan Tiilik-kajärvellä tava-taan muinaisia rantamuodostumia 190 m ny-kyisen merenpinnan yläpuolella ja juuri tä-mä korkeus on tasamaan ja rinteiden näyt-teennottopaikkojen välissä. Näin ollen mui-naisen merenrannan sijoittuminen harjun rinteeseen saattaisi ainakin osaksi selittää maannoksessa eri korkeudella havaittuja eroja. Tällöin myös harjun paikoittainen ”la-tistuneisuus” saisi lisäselitystä rantavoimien tasoittavasta vaikutuksesta.

Eksposition vaikutukseen on kiinnitetty huomiota useissa harjukasvillisuutta koske-vissa tutkimuksissa ja kirjoituksissa. Kujala (1926) esitti diagrammin Punkaharjun poikki vedetyn profiilin kasvillisuudesta, jossa eks-position eroavat toisistaan useiden lajien osalta. Jalas (1950) totesi harjujen etelä-län-sirinteiden pienilmastolla olevan ratkaisevan merkityksen harjukasvien levinneisyyteen.

Myöhemmin Jalas (1961) kuvasi eteläisen Suomen harjuriinteiltä suoranaisia metsätyyp-pien rinnakkaisyyppettä.

Sekä Jalas (1953) että Aartolahti (1973) totesivat Rokuan harju- ja dyynikompleksissa ekspositioon liittyvää vaihtelua aluskasvilli-suudessa. Pienialaiset tuoreet metsät keskit-tyvät pohjoisrinteille, ja Rokuan alueen sijai-tesa metsäkasvillisuuden vaihteluväyhyk-keellä tulevat monet pohjoiset piirteet esille varjorinteiden lajistossa ja lajien peittävyys-sissä, kun taas suotuisilla eteläekspositioilla tavataan kasvillisuudessa eteläisiä piirteitä (Jalas 1953, Aartolahti 1973). Eteläisten la-jien, kuten hietakastikan (*Galamagrostis epi-geios*), kalliokielen (*Polygonatum odoratum*), kielon (*Convallaria majalis*) ja kangasajuruo-hon (*Thymus serpyllum*) luonnehtimaa kasvilli-suutta Jalas (1950, 1953) nimittää *Pinus-Convallaria-Thymus-Cladina* -tyypiksi, jota vastaavaa nummimaista ja usein puoliavointa kasvillisuutta myös Lyytikäinen (1977, 1982) on kuvannut Pohjois-Savon ja Pohjois-Karja-lan harjujen paisterinteiltä.

Tiilik-kajärven harjun aluskasvillisuus koos-tui tavanomaisista kangasmetsän lajeista, varsinaisia harjukasveja ei tavattu. Ekspositi-on vaikutus tuli kuitenkin selvästi esille niin kenttäkerroksessa kuin pohjakerroksen sam-malissa ja jäkälissäkin. Paisterinteitä suosi-vien harjukasvien puuttuessa huomio kiinnit-tyy joihinkin varjorinteiden mielenkiintoisiin piirteisiin, etenkin mustikan ja suopursun suhteellisen suureen peittävyysarvoon (tau-lukko 2).

Suopursu ja juolukka runsastuvat kangas-mailla pohjoiseen mentäessä ja ovat Perä-Pohjolassa ja Metsä-Lapissa kankaiden tun-nusomaisia varpuja (Kalela 1961, 1973, Ahti ym. 1968). Kainuun kangasmetsissä suopur-sua ja juolukkaa jo tavataan, kuitenkin lähin-nä yksittäisinä yksilöinä, jolloin lajit ovat peittävyydeltään merkityksettömiä (Kalela 1952). Rokuan sammalvaltaisilla pohjoisrin-teillä suopursu ja juolukka esiintyvät, mutta peittävyys on täälläkin yleensä pieni (Jalas 1953, Aartolahti 1973). Jalas (1953) kuvaa Rokualta kuitenkin yhden pohjoisrinteellä olevan koealan, jolla suopursua on runsaasti, sammalpeite on paksu ja sisältää seinäsam-malen ohella myös kerros- ja sulkasammalta. Kuvaus sopii hyvin Tiilik-kajärven harjun varjorinteelle, jolla paksusammalliset suopursu-kasvustot paikoin nousevat yhtenäisinä har-jun laelle asti. Jalaksen (1953) kuvaus Roku-alta vastaa Tiilikan harjun varjorinnettä

myös sammalpeitteen suhteen, sillä kerros- ja sulkasammalen peittävytydet ovat huomattavat harjun varjorinteellä (taulukko 2).

Lyytikäisen (1982) mukaan myös Pohjois-Karjalan harjujen varjoisilla pohjois- ja koillirinteillä suopursu esiintyy paikoin varsin runsaana, joten tällä Rokualta Pohjois-Savon kautta Pohjois-Karjalaan ulottuvalla alueella (ja samalla Etelä-Suomen sekä Pohjanmaan-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykkeiden vaihtumisalueella) harjut näyttävät varjorinteillään tarjoavan olosuhteet, jotka ainakin suopursulle vastannevat pohjoisemman Suomen olosuhteita.

Suopursun esiintyminen näyttää liittyvän harjujen varjorinteiden paksuun raakahumuskerrokseen (Lyytikäinen 1982), mikä tuli esille myös Tiilikjärven harjussa. Maanäytteiden keräämisen yhteydessä ei mitattu maannoksen eri kerrosten paksuuksia, mutta silmämääräisesti arvioiden humuskerros oli selvästi paksuin mustikan ja suopursun hallitsemilla varjorinteiden osilla, ohuin puolestaan jäkälävaltaisella paisterinteellä. Paisterinteiden humuskerroksen ohuus on aikaisemmin todettu useilla harjuilla (Jalas 1949, 1950, 1953, 1961, Lyytikäinen 1982).

Variksenmarjan esiintyminen yhtenä kenttakerroksen valtalajina on suopursun ja juolukan runsauden ohella tunnusomainen piirre Pohjois-Suomen metsäkasvillisuudessa (Kujala 1936). Jo Kainuun alueella variksenmarja on kuivilla ja kuivahkoilla kankailla metsätyypin tunnuslaji (Kalela 1952, 1961, 1973), ja antaa runsaudellaan Rokuankin harjudyynimuodostuman varjoisille rinteille pohjoisen leiman (Jalas 1953, Aartolahti 1973). Lyytikäisen (1977) mukaan variksenmarja esiintyy Pohjois-Savon harjuilla usein valtalajina harjuselänteiden laella ja varjorinteiden yläosissa laikkumaisina kasvustoina. Myös Tiilikjärven harjun lakiosissa variksenmarja oli peittävydeltään tärkein laji ja rinteilläkin puolukan ja mustikan veroinen (taulukko 2).

Kangasmetsien pohjakerroksen peruslajiin kuuluvien kynsisammalien runsaussuhteissa tapahtuu lajienvälisiä muutoksia kasvillisuusvyöhykkeeltä toiselle siirryttäessä. Yhtenä selvänä muutoksena Kujala (1936) esittää *Dicranum polysetumin* vähenemisen ja *Dicranum fuscescensin* runsastumisen siirryttäessä Etelä-Suomen metsäkasvillisuusvyöhykkeeltä Pohjanmaan-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykkeelle. Kainuussa *Dicranum fuscescens* on kuivilla ja kuivahkoilla kankailla

yleinen, joskin peittävydeltään vähäinen laji (Kalela 1952, 1961), ja Rokualla lajin esiintyminen on Jalaksen (1953) ja Aartolahden (1973) mukaan yksi varjorinteiden pohjoisista piirteistä. Tiilikjärvellä *Dicranum fuscescens* oli *Dicranum majuksen* ohella kynsisammal, jonka keskimääräinen peittävyys kasvoi paisterinteeltä varjorinteelle siirryttäessä. *Dicranum polysetumin* ollessa runsaampi paisterinteellä antoivat kynsisammalet näin osaltaan ekspositioille pohjoisen ja eteläisen leiman.

Eri ekspositioiden lajistossa ja lajien peittävyyksissä havaituista eroista ordinaatiossa muodostuva kokonaiskuva osoittaa ekspositi- on selvän vaikutuksen luonnontilaiseen aluskasvillisuuteen (kuva 5). Paiste- ja varjorinteiden näyteruutujen erottuessa ordinaation päävaihtelusuunnan suhteen omiksi ryhmikseen tulee ordinaatiokuvan tärkeimmäksi tulkinnalliseksi ongelmaksi ekologisesti mielekkään selityksen löytäminen ordinaation pystyakselille, joka parhaiten selittää aineistossa esiintyvää kokonaisvaihtelua.

Ordinaation tulkintaa helpottaa lajiordinaatio (kuva 8), jossa esiintyvien lajien ekologiset vaatimukset kertovat ordinaatioken- tän eri osissa vallitsevista olosuhteista. Lajiordinaatiossa ylimmäksi asetuvat lajit, kuten mustikka, vanamo, sulkasammal, kerrossammal sekä kynsisammal suosivat tuoretta, usein myös paksuhumuksista kasvualustaa (Kujala 1926) ollen näin tyypillisiä tuoreen, mustikkatyyppin kangasmetsän lajeja (esim. Kalela 1961, 1973). Ordinaation kaksi ylintä lajia, *Aulacomium palustre* ja *Polytrichum commune*, ovat jo suoranaisia soistumisen indikaattoreita.

Lajiordinaatiokuvan keskivaiheille asettuvat kuivahkoilla, puolukkatyyppin kankailla runsaimmillaan olevat puolukka, seinäsammal sekä kankaan kynsisammal, ja alimpana kuvassa ovat poronjäkälät, monet torvijäkälät sekä karhunsammalista *Polytrichum piliferum* ja *Polytrichum juniperinum*, jotka kaikki ovat kuivimpien, kanerva- ja jäkälätyypin kankaiden tyypillisiä lajeja (Kujala 1926, Kalela 1961, 1973). Lajiordinaatio kertoo näin ordinaation päävaihtelusuuntaan sisältyvästä kosteusgradientista.

Elomaan (1970) Lammin Untulanharjulla suorittamat mittaukset osoittivat, että korkeampien maksimilämpötilojen lisäksi myös keskilämpötila ja kesän aikana kertyvä tehoisa lämpötilasumma ovat harjun lounaisrinteellä suurempia kuin pohjoisrinteellä. Suu-

Mikola, J. & Sepponen, P.

seen verrattuna (ks. myös Jalas 1961, Lyytikäinen 1977).

Klusteriin I varsin selvästi erottunut mustikan ja suopursun hallitsema varjorinteen kasvillisuus lienee käsitettävissä varjorinteen pienilmastosta ja kenties maaperätekiöistä (paksu humuskerros) johtuvaksi edellä kuvattun puolukka-mustikkatyypin kosteammaksi muunnokseksi, joka vastannee Lyytikäisen (1982) Pohjois-Karjalan harjuilta kuvaamaa suopursu-puolukkatyyppiä. Tiilikkejärvellä nimeksi sopisi paremmin suopursu-mustikkatyypin, sillä mustikka oli tässä tyypissä puolukkaa runsaampi. Tämä pienialainen kasvillisuustyyppi on kuitenkin syytä pitää erillään varsinaisesta suopursu-mustikkatyypistä (LMT), jonka Kalela (1961) erotti yhdeksi Metsä-Lapin tuoreiden kankaiden metsätyypiksi.

Cajanderin (1925, 1949) mukaan tilapäiset, esimerkiksi hakkuista johtuvat muutokset kasvillisuudessa eivät aiheuta metsätyyppin muutosta, koska kasvillisuus ajan mittaan uudelleen kehittyä primääristen kasvupaikkatekijöiden määräämän tyyppiseksi. Viime vuosikymmenien metsänkäsittely on kuitenkin johtanut paikoitellen niin suuriin kasvilli-

suusmuutoksiin, että metsätyyppin määrittäminen on vaikeutunut (esim. Sepponen 1978).

Hakkuun aiheuttama selvä aluskasvillisuuden muutos tuli esille myös Tiilikan harjulla (taulukko 2, kuvat 5, 6 ja 7). Luonnontilaisen varjorinteen näytealojen painopiste oli klusterissa I, hakatun varjorinteen painopiste klusterissa III. Hakattu varjorinne muistuttaakin kasvillisuudeltaan monessa suhteessa luonnontilaista paisterinnettä, ja metsätyyppi voitaisiin nykyisen aluskasvillisuuden vallitessa lukea variksenmarja-puolukkatyyppiksi (EVT). Selvimpinä eroina luonnontilaiseen paisterinteeseen nähden ovat kanervan selvästi suurempi ja poronjäkälien pienempi peittävyys (taulukko 2).

Hakatun harjunosan lakiosien kasvillisuus sopii parhaiten Pohjanmaan-Kainuun vyöhykkeen variksenmarja-kanervatyyppiin (ECT) (Kalela 1952, 1961, 1973), hakatun paisterinteen kanervakangas on variksenmarjan vähäisyyden vuoksi lähempänä eteläsuomalaista kanervatyyppiä (CT). Hakkuun vaikutus näkyy näin metsätyyppisarjassa ainakin tilapäisenä siirtymänä kuivempaan tyyppiin kaikilla ekspositioilla ja paisterinteellä myös eteläisen vaikutelman vahvistumisena.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Aaltonen, V. T. 1951. Soil formation and soil types. A general handbook on the geography of Finland. *Fennia* 72:65–73.
- , Aarnio, B., Hyypä, E., Kaitera, P., Keso, L., Kivinen, E., Kokkonen, P., Kotilainen, M. J., Sauramo, M., Tuorila, P. & Vuorinen, J. 1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Summary: A critical review of soil classification in Finland in the year 1949. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 21:37–66.
- Aartolahti, T. 1973. Morphology, vegetation and development of Rokuanvaara, an esker and dune complex in Finland. *Fennia* 127. 53 s.
- Ahti, J., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968. Vegetation zones and their sections on northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici* 5:169–211.
- Cajander, A. K. 1926. The Theory of Forest Types. *Acta Forestalia Fennica* 29(3) 108 s.
- 1949. Metsätyyppit ja niiden merkitys. Forest types and their significance. *Acta forestalia Fennica* 56. 69 + 71 s.
- Elomaa, E. 1970. Pinnanmuotojen vaikutus lämpötiloihin Lammin Untulanharjulla kesällä 1968. Summary: The influence of topography on the air temperature on an esker at Lammi (Southern Finland) in the summer of 1968. *Terra* 82:97–107.
- Eurola, S. & Ruuhijärvi, R. 1961. Über die regionale Einteilung der finnischen Moore. *Archivum Societatis "Vanamo"* 16:49–63.
- Franssila, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otava, Helsinki. 257 s.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press. 298 s.
- Havas, P. & Kubin, E. 1983. Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland. *Annales Botanici Fennici* 20:115–149.
- Ilvessalo, Y. 1960. Suomen metsät kartakkeiden valossa. Summary: The forests of Finland in the light of maps. Referat: Die Wälder Finnlands im Licht von Karten. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(2). 70 s.
- Jalas, J. 1949. Harjujen ja harjukasvien puolesta. *Suomen Luonto* 8:46–52.
- 1950. Zur Kausalanalyse der Verbreitung einiger nordischen Os- und Sandpflanzen. *Annales Botanici Societatis "Vanamo"* 24. 362 s.
- 1953. Rokua. Suunnitellun kansallispuiston kasvilli-

- suus ja kasvisto. Summary: Vegetation und Flora des geplanten Nationalparks von Rokua in Mittelfinnland. *Silva Fennica* 81. 97 s.
- 1961. Besondere Züge der Vegetation und Flora auf den Osen. *Archivum Societatis "Vanamo"* 16:23–33.
 - Jauhiainen, E. 1969. On soils in the Boreal coniferous region. Central Finland-Lapland-Northern Poland. *Fennia* 98(5). 123 s.
 - Jauhiainen, E. 1970. Über den Boden fossiler Dünen in Finnland. *Fennia* 100(3). 32 s.
 - Kalela, A. 1952. Kainuun alueen metsätyypeistä. Zusammenfassung: Über die Waldtypen des Kainuugebietes zwischen Mittel- und Nordfinnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(26). 15 s.
 - 1958. Über die Waldvegetationszonen Finnlands. *Botaniska Notiser* 111(1):353–368.
 - 1961. Waldvegetationszonen Finnlands und ihre klimatischen Paralleltypen. *Archivum Societatis "Vanamo"* 16:65–83.
 - Kalela, A. 1973. Suomen yleisimpien metsätyyppien floristinen rakenne. Teoksessa: Kalliola, R. Suomen kasvimaantiede. WSOY, Porvoo. s. 260–267.
 - Kauttu, K. 1952. Havaintoja valaistuksen, ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaihteluista eräässä kuusikossa. Referat: Beobachtungen über Schwankungen von Belichtung, Lufttemperatur und relativer Feuchtigkeit in einem Fichtebestand. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(31). 21 s.
 - Kubin, E. 1983. Nutrients in the soil, ground vegetation and tree layer in an old spruce forest in Northern Finland. *Annales Botanici Fennici* 20:361–390.
 - Kujala, V. 1926a. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Waldpflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefäßpflanzen. *Communicationes Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 10(1). 154 s.
 - B. Laubmoose. *Communicationes Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 10(2). 59 s.
 - C. Flechten. *Communicationes Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 10(3). 61 s.
 - 1926b. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. II. Über die Begrenzung der Siedlungen. *Communicationes Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 10(4). 29 s.
 - 1936. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. Referat: Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 22(4). 95 s.
 - Leikola, M. 1976. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön säteilyoloihin. Summary: Effect of the density of the nurse crop on solar radiation inside the stand. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 90(1). 33 s.
 - Lyytikäinen, A. 1974. Tiilikka. Perusselvityksiä. Pohjois-Savon seutukaavaliiton julkaisuja B: 8.
 - 1977. Pohjois-Savon harjuluonnon ja -maiseman yleispiirteet ja suojelu. Valtakunnallinen harjututkimus, Raportti 5. Pohjois-Savon seutukaavaliiton julkaisuja A: 32.
 - 1982. Pohjois-Karjalan harjumaiseman kehitys sekä nykyisen tilan ja maankäytön yleispiirteet. Summary: The development and present state of esker landscape of North Karelia, Eastern Finland. Valtakunnallinen harjututkimus. Raportti 22.
 - Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sampling stands of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(3). 23 s.
 - Mälikönen, E. 1975. Annual primary production and nutrient cycle in some Scotch pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(5). 87 s.
 - Odin, H. 1974. Effects of clear cutting on climate factors. Teoksessa: Bylund, E., Linderholm, H. & Rune, O. (toim.). Ecological problems of the circumpolar area, ss. 91–101. Norrbottens Museum, Luleå.
 - Perttu, K. 1970. Radiation measurements above and in forest. *Studia Forestalia Suecica* 72.
 - Rajakorpi, A. 1984. Microclimate and soils of the central part of Hämeenkan gas interlobate complex in western Finland. *Fennia* 162:237–337.
 - Repo, R. 1955. Piirteitä Jaamankankaan kasvimaantieteellisestä merkityksestä. Referat: Über die geobotanische Bedeutung der Randmoräne Jaamankangas in Nordkarelien, Ostfinnland. *Archivum Societatis "Vanamo"* 9:228–313.
 - 1963. On the Late-glacial Vegetation of Jaamankangas, Finland. *Archivum Societatis "Vanamo"* 18:131–148.
 - Sepponen, P. 1978. Eräitä Cajanderin metsätyyppiteorian sovellutusongelmia Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 1978 (6–7):11–15.
 - Sepponen, P. 1981. Kivennäismaan raekoon tunnuksista ja niiden käyttökelpoisuudesta eräiden maan ominaisuuksien kuvaamiseen. Summary: Particle size distribution characteristics of mineral soil and their applicability describing some soil properties. *Silva Fennica* 15(2): 228–236.
 - 1985. The ecological classification of sorted forest soils of varying genesis in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 129. 77 s.
 - , Lähde, E. & Roiko-Jokela, P. 1979. Metsäkasvillisuuden ja maan fyysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. Summary: On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 402. 31 s.
 - Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in Northern Finland and its ecology. *Acta Forestalia Fennica* 62. 408 s.
 - Tamm, O. 1922. Om bestämning av de organiska komponenterna i markens gelkomplex. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 19:385–404.
 - Tikkanen, E. 1985. Aurasaluen heikkokuntoisten männyntaimien ravinnetaloudesta Pohjois-Suomessa. Abstract: Nutrient metabolism of weakened Scots pine saplings on a ploughed site in Northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 186. 23 s.
 - Vaartaja, O. 1954. Temperature and evaporation at and near ground level on certain forest sites. *Canadian Journal of Botany* 32:760–783.
 - Virkkala, K. 1969. Suomen moreenien rakeisuusluokitus. Summary: Classification of Finnish Tills according to Grain Size. *Terra* 81(3):273–278.
 - Vilkman, W. W. 1921. Vuorilajikartan selitys. Lehti D4, Nurmes. Suomen geologinen yleiskartta. Geologinen tutkimuslaitos.

Total of 48 references

SUMMARY

Effect of exposition and cuttings on the vegetation on Tiilikajärvi esker

The vegetation material was collected by determining the coverage on one-square-meter plots laid out along lines running at right angles to the esker. In addition, soil samples were taken from points representing different forest site types, and the daily extreme temperatures monitored at different expositions using maximum and minimum thermometers. DECORANA ordination and TWINSpan clustering was carried out on the vegetation material.

The temperature conditions on the southern slope were more extreme than those on the northern slope. The daily maximum temperature on the southern slope was on the average 3.5 °C higher than that on the northern slope. And the minimum temperature in turn 0.4 °C lower. At its greatest, the variation in the daily mean temperature on the southern slope was 30.0 °C. The texture class of the soil on the esker was fine sand with a mean particle diameter of 0.59 mm. The soil was rather acid (pH = 3.7) and nutrient deficient. No significant differences were found between soil fertility on the southern and northern slopes, but the lowest parts of the esker differed from the upper slopes in that podzolisation was less developed and the calcium content of the soil was lower.

The flora on the esker consisted of the species most typical of mineral soil sites, and no special esker plants were found. The unmanaged top of the esker and the southern slope were of the *Empetrum-Vaccinium vitis-idaea* forest site type (EVT), and the northern slope of the moister *Vaccinium vitis-idaea* *V. myrtillus* forest site type (VMT).

In places, the vegetation on the northern slope was of the *Ledum-Vaccinium myrtillus* site type. In general,

the species characteristic of moist upland sites became more abundant on moving from the southern to the northern slope, while the trend as regards species typical of drier upland forest site types was the opposite. The lower amount of sunlight on the northern slope was especially evident in the abundance of *Ledum palustre*.

Ordination analysis separated the sample plots with different exposition rather well with respect to the main gradients depicting the moisture gradient. The blocks situated in unmanaged forest on the northern slope were most clearly clustered in the ordination. Almost pure clusters were formed.

Cutting had resulted in a reduction in the coverage of *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *Ledum palustre* especially, while that of *Calluna vulgaris* and various lichens (*Cladonia* spp.) had increased. The bottom layer had become more lichen dominant, while at the same time the moss species of moist mineral soil sites had disappeared almost completely. *Cladonia* spp. had also gained a foothold on the northern slopes. Ordination analysis indicated that cuttings usually change the vegetation on slopes of both exposition into vegetation that is more typical of southern slopes.

The reason for the differences in the vegetation on the northern and southern slopes lies in the different amounts of solar radiation which they receive. The amount of solar radiation falling on slopes of different exposition is the prime factor determining the light, temperature and moisture conditions. This, in turn, results in the appearance of flora with different site requirements, and in the variation in the abundance of different plant species.

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) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — Address: Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — Phone: (981) 431 404

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: Eteläranta 55
96300 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 709 Lipas, Erkki: Typpilannoituksen ajankohta kangasmetsissä.
Timing of nitrogen fertilization on mineral soils.
- No 710 Metsätutkimuslaitoksen julkaisut 1987.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1987.
- No 711 Pajuoja, Heikki: Suomen puunkäyttö ja poistuma 1985—1987.
Wood consumption and total drain in Finland, 1985—1987.
- No 712 Rikkinen, Pentti: Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuden määrittäminen latvaläpimitan perusteella.
Volume determination of small sized logs in southern Finland using top diameter.
- No 713 Mattila, Eero: Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet.
The winter ranges of the Finnish reindeer management area.
- No 714 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Suomen suometsät vuosina 1951—1984.
Peatland forests in Finland in 1951—1984.
- No 715 Metsätilastollinen vuosikirja 1987.
Yearbook of Forest Statistics, 1987.
- No 716 Nevalainen, Seppo & Liukkonen, Kirsi M. H.: Ilman epäpuhtauksien vaikutus bioottisiin metsätuhoihin. Kirjallisuuskatsaus.
The effects of air pollution on biotic forest diseases and pests. A literature review.
- No 717 Mäkinen, Pekka: Metsäkoneurakoitsija yrittäjänä.
Forest machine contractor as an entrepreneur.
- No 718 Valtanen, Jukka: Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä.
Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland.
- No 719 Lääperi, Ari & Löyttyniemi, Kari: Hirvituhot vuosina 1973—1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella.
Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973—1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District.
- No 720 Hyvärinen, Vesa & Sepponen, Pentti: Kivalon alueen paksusammalkuusikoiden puulaji- ja metsäpalohistoriaa.
Tree species history and local forest fires in the Kivalo area of Northern Finland.
- No 721 Uotila, Antti: Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin.
The effect of climatic factors on the occurrence of Scleroderris canker.
- No 722 Mikola, Jari & Sepponen, Pentti: Rinteen suunnan ja hakkuun vaikutus Tiilikkejärven harjun kasvillisuuteen.
Effect of exposition and cuttings on the vegetation on Tiilikkejärvi esker.