

EKOLOGISIA HAVAINTOJA ERÄÄLTÄ OJITETULTA SUOLTA

HANNU MANNERKOSKI

SUMMARY:

ECOLOGICAL INVESTIGATIONS IN A DRAINED PEATLAND AREA

Saapunut toimitukselle 9. 4. 1973

Tutkimuksessa esitetään pintaturpeen pääravinteiden, suon pintakasvillisuuden ja puuston välisiä suhteita yhdeltä suolta. Istutetun kuusipuuston kuutiomäärä ja keskipituus korreloivat negatiivisesti turvekerroksen paksuuden kanssa. Ilmiön havaitaan johtuvan pintaturpeen kaliumpitoisuuden myös negatiivisesta korrelaatiosta turvekerroksen paksuuden kanssa. Kaliumin puute ilmenee neulasissa selvänä puutesymptomina, jonka voimakkuus korreloi vahvimmin tutkituista tunnuksista puustotunnusten kanssa. Pintaturpeen ravinteisuustunnuksista korreloivat kokonaiskaliumpitoisuus ja N/K- ja P/K- suhteet parhaiten puustotunnusten kanssa. Pintakasvillisuudessa erotetut kasvustot erosivat toisistaan turpeen kalsiumpitoisuuden suhteen.

1. JOHDANTO

Monissa ojitettujen soiden puuston kasvua koskevissa tutkimuksissa on kosketeltu luonnollisesti myös puuston kasvuun vaikuttavia tekijöitä. HEIKURAINEN (1959) on tutkinut suotyypin, ilmaston, turpeen paksuuden ja suon sekä puuston käsittelyn vaikutusta. MALMSTRÖM (1952) korostaa suon ravinnevaraston ja turpeen paksuuden vaikutusta. HOLMEN (1964) on tutkinut hyvin yksityiskohtaisesti turpeen ravinteisuuden vaikutusta suon ja puuston ojituksen jälkeiseen kehitykseen. Ojitettujen soiden turpeen ravinnepitoisuuksia on selvittänyt myös VAHTERA (1956). Turpeen sisältämästä fosforista on useita tutkimuksia (KAILA 1956 a, 1956 b, KIVEKÄS 1956, KIVEKÄS ja KAILA 1957, PUUSTJÄRVI 1957). Turpeen ravinteisuus on ollut mukana myös männyn neulasanalyysin käyttökelpoisuutta koskevassa tutkimuksessa (PAARLAHTI ym. 1972). Kuusen neulasanalyysituloksia on esittänyt turvemailta esim. HOLMEN (1964), kivennäismailta esim. AALTONEN

(1950) ja laboratoriosta esim. INGESTAD (1962). Ojitettujen soiden kasviyhdykskuntia ovat selvittäneet esim. SARASTO (1962) ja HOLMEN (1964).

Turpeen ravinteisuuden ja puuston kasvun riippuvuudet ovat kuitenkin hyvin moninaiset ja siksi on katsottu nyt tutkitun pienen erikoistapauksen tulosten esittäminen aiheelliseksi. Tutkimus kohdistuu turpeen ominaisuuksien, suon pintakasvillisuuden ja istutetun kuusipuuston keskinäisiin suhteisiin.

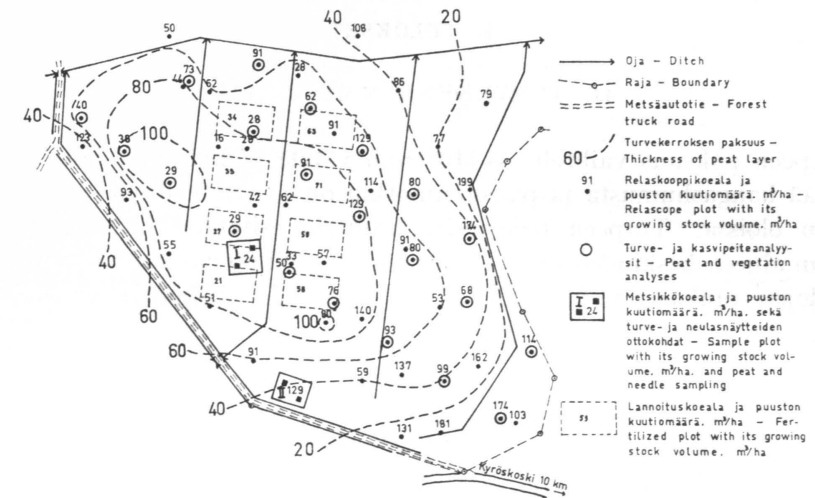
2. KOEALUE

Tutkittu suo sijaitsee Hämeenkyrön kunnan Järvenkylässä noin 6 km Kyröskoskelta länteen Kyro Oy:n omistamalla Hollon ja Selkäniityn tiloilla. Suo kuuluu Hämeenkaan harjumuodostelman kaakkoispuoliseen reuna-alueeseen. Maasto on tasaista ja kivennäismaa on hienojakoista; hiesua ja hietaa. Suo on ollut ennen ojitusta tyypiltään ruohoista sarakorpea ja ruohoista sararämettä. Ojitus on tehty 1930-luvulla avo-ojituksena käyttäen keskimäärin 80 metrin sarkaleveyttä. Ojituksen jälkeen on alueelle istutettu kuusta koivuverhopuuston alle noin vuonna 1935. Koivuja on poistettu useampaankin kertaan, eikä verhopuustoa enää ole. Turvekerroksen paksuus alueella vaihtelee 5–110 cm:n välillä. Kuusikon keskipituus oli vuonna 1970 noin 35 vuoden kuluttua istutuksesta 6–13 metriä ja kuutiomäärä 20–170 m³/ha. Tutkittu alue on muodoltaan säännöllinen ja pinta-alaltaan 7,8 ha.

3. AINEISTON KERUU

Koealueelta tutkittiin keväällä 1970 32 relaskoopikoealaa käyttäen 50 metrin koeala- ja linjaväliä. Koealoilta mitattiin turvekerroksen paksuus ja puustosta pohjapinta-ala ja keskipituus kuutiomäärän laskemista varten. Samalla mitattiin kaksi metsikkökoealaa, joista toinen oli ohut- ja toinen paksuturpeisella alueella. Koealojen paikat on merkitty kuvaan 1.

Keväisten mittausten antamien tulosten tarkempaa selvittämistä varten tehtiin jatkotutkimus syksyllä 1970. Nyt tutkittiin 21 koealaa, jotka olivat kolmella koealueen halki kulkevalla linjalla 50 metrin välein (kuva 1). Koealoilta mitattiin puustosta keskipituus ja relaskoopilla pohjapinta-ala. Puustossa havaittavaa kaliuminpuutesymptomia pyrittiin luokittelemaan silmävaraisesti neulasten keltaisen värin, sen voimakkuuden ja keltaisten neulasten määrän perusteella. Käytetty asteikko oli 0–3. Turpeen paksuus mitattiin viidestä eri kohdasta. Samalla otettiin turvenäytteet kolmesta kohdasta koealaa 30 cm:n syvyyteen asti. Näytteet jaettiin 10 cm:n kerroksiin pinnasta lukien ja kerrososanäytteet sekoitettiin. Joka koealalta tuli siis



Kuva 1. Alueen kartta, jossa ovat myös turvekerroksen paksuuskaivat ja mitatut koealat puuston kuutiomäärineen.

Fig. 1. Map of the study area, showing the depth of the peat layer as well as the sample plots of the study and the growing stock volumes recorded.

yksi analysoitava turvenäyte kustakin syvyyskerroksesta. Turvenäytteistä määritettiin silmävaraisesti turvelaji ja maatumisaste von Postin asteikon mukaan. Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa niistä tehtiin ns. perustutkimus eli varsinainen viljavuustutkimus, jossa määritettiin turpeen pH vesilietteestä ja hapan ammoniumasetaattiuutteesta (pH 4.65) vaihtuva kalsium, vaihtuva kalium ja helppoliukoinen fostori. Lisäksi määritettiin kokonaistyyppi Kjeldahl-menetelmällä ja fosforin ja kaliumin kokonaismäärät tuhkasta suolahappouutolla sekä tilavuuspaino jauhetusta näytteestä ja tuhkapitoisuus.

Kasvipeitteen kuvaamiseksi otettiin joka koealalta kaksi neliömetrin kokoista ruutua, joista määrättiin kasvilajien peittävyysprosentteina. Myöhemmässä käsittelyssä on käytetty näiden ruutujen keskiarvoja. Ruutujen ulkopuolella koealalla olevat kasvilajit merkittiin muistiin arvioimatta kuitenkaan peittävyyttä.

Jo aiemmin mitatuilta metsikkökoealoilta otettiin kummaltakin vastakaisista kulmista kolme turveprofiilia, jotka jaettiin 10 cm:n syvyyskerroksiin turpeen pinnasta kivennäismaahan asti (kuva 1). Analysoitavat näytteet saatiin sekoittamalla saman kulman osanäytteet kerroksittain. Lokakuussa 1970 kummaltakin metsikkökoealalta otettiin kaksi neulasnäytettä kemialliseen analyysiä varten. Näytteisiin kerättiin neulasia noin kymmenen ylimmän latvuskerroksen puun ylimmistä oksakiehkuroista. Neulasnäytteistä määritettiin tyyppi, fosfori, kalium, kalsium ja magnesium.

4. TULOKSET

41. TURVEKERROKSEN LAATU

Turpeen paksuus vaihteli 5–110 cm:n välillä. Ohuimmat kohdat olivat jo selvää kangashumusta ja paksuimmatkin olivat suhteellisen ohuita Etelä-Suomen oloissa. Turpeen paksuuden vaihtelu esitetään kuvassa 1. Koko tutkitun alueen keskimääräinen turpeen syvyys oli 60 cm kaikkien relaskoop-pikoealojen mukaan laskettuna. Ilman kangashumuskohtia on keskiarvo 75 cm.

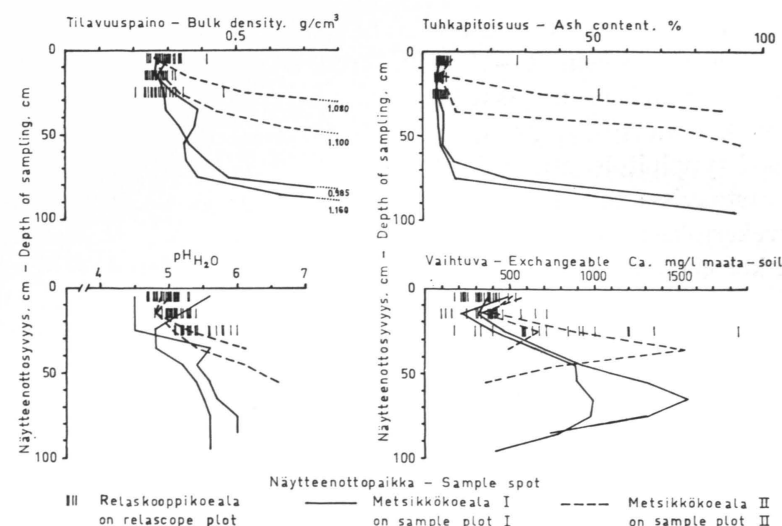
Taulukko 1. Pintaturvenäytteiden jakaantuminen turvelajeihin ja maatumisasteisiin.
Table 1. Distribution of samples from the topmost peat layer by peat type and degree of humification.

Syvyyskerros Depth layer cm	Turvelaji – Peat type				Maatumisaste Degree of humification				
	LC	LSC	SC	LCS	4	5	6	7	8
	Turvenäytteitä kpl – Number of peat samples								
0–10	2	15	6	—	—	1	4	11	7
10–20	2	11	10	—	2	11	8	2	—
20–30	—	9	12	2	2	12	4	3	2
Yhteensä – Total	4	35	28	2	4	24	16	16	9

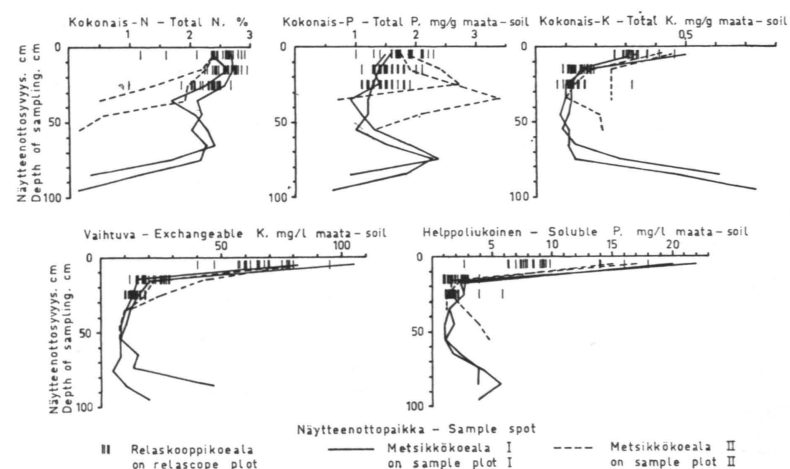
Turve oli rahkasaraturvetta. Pinnassa oli eniten puujäänteitä ja rahkaturvetekijän osuus lisääntyi syvemmälle päin. Maatumisaste oli pinnassa sangen korkea ja laski aluksi syvemmälle päin (taulukko 1). 40 cm:stä alaspäin turvelaji muuttui LCS-turpeeksi, jonka maatumisaste oli 8. Paksuturpeisella metsikkökoelalla pohjamaa oli hiesusavea, ohutturpeisella hietaa.

Pintaturpeen tilavuuspaino jauhetusta turpeesta mitattuna vaihteli välillä 0,21–0,41 g/cm³ (kuva 2) ja keskiarvo oli 0,28–0,29 riippuen kerroksesta. Turpeen tuhkapitoisuus oli alle 10 % (3,2–9,4). Vasta niissä näytteissä, joissa oli jo selvästi kivennäismaata mukana, oli tuhkapitoisuus yli 10 % (kuva 2). Turpeen tuhkapitoisuuden ja tilavuuspainon välillä oli selvä positiivinen korrelaatio 0–10 ja 20–30 cm:n kerroksissa (vrt. HOLMEN 1964). Turpeen tuhkapitoisuus oli 10–20 ja 20–30 cm:n kerroksissa sitä pienempi, mitä paksumpi oli turvekerros. Tilavuuspainon ja turvekerroksen paksuuden väliset suhteet olivat epämääräisiä.

Turpeen pH_{H₂O} mitattiin laboratoriossa pitkään pakastettuna säilytetystä näytteestä. Se suureni pinnalta syvemmälle siirryttäessä (vrt. HOLMEN



Kuva 2. Turveanalyysien tuloksia.
Fig. 2. Results from the peat analyses.

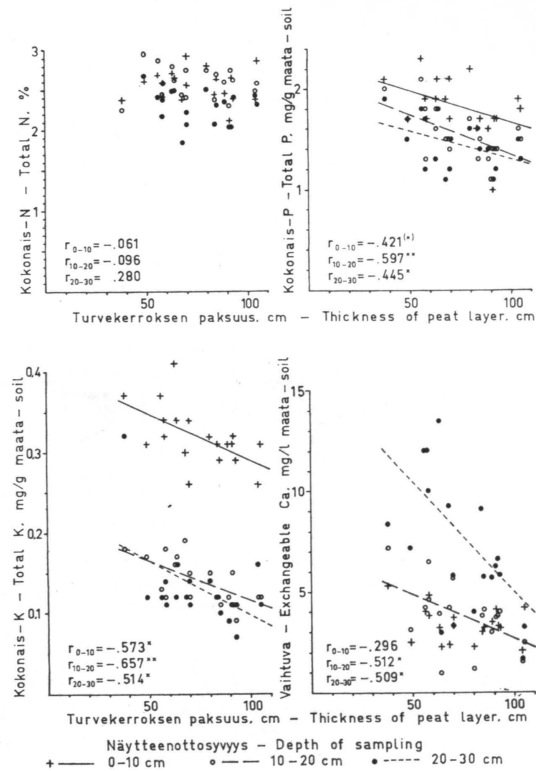


Kuva 3. Turveanalyysien tuloksia.
Fig. 3. Results from the peat analyses.

1964). Monissa yksittäistapauksissa muutos oli tosin aluksi päinvastainen, vaikka keskiarvot suurenevinkin jatkuvasti (kuva 2). Turpeen pH_{H₂O} ei ollut mukana korrelaatiolaskelmissa.

Pintaturpeen typpipitoisuus oli verrattain korkea, sillä se vaihteli välillä 1,8–3,0 % (kuva 3). Koelaloilla 1 ja 16, joilla oli hyvin ohut turvekerros ja jo 0–10 cm:n näytteessä kivennäismaata mukana, oli typpipitoisuus alle mainitun minimiarvon. Kangashumuksen typpipitoisuus on myös yleisesti

jonkin verran alhaisempi kuin turpeen (SJÖRS 1961). Yli puolissa tapauksissa oli typpipitoisuus korkein 10–20 cm:n kerroksessa. 20–30 cm:n kerrokseen siirryttäessä typpipitoisuus laski kaikissa tapauksissa. Tästä alaspäin pitoisuus pysyi keskimäärin samana, kunnes pohjamaan lähellä kivennäismaasekoitus laski typpipitoisuutta selvästi. HOLMENIN (1964) tutkimissa viljavuudeltaan vastaavissa tapauksissa typpipitoisuus nousi syvemmälle siirryttäessä. Turvekerroksen paksuuden ja pintaturpeen typpipitoisuuden välillä ei havaittu korrelaatiota (kuva 4).



Kuva 4. Pintaturpeen ravinnepitoisuuksien suhteita turvekerroksen paksuuteen. Korrelaatiokertoimien merkittävyysrajat kuten taulukossa 3.
Fig. 4. Relationships between the nutrient contents of the peat and the thickness of the peat layer. The confidence limits of the correlation coefficient as in table 3.

Vaihtuvan kalsiumin määrä laski useimmilla koealoilla 0–10 cm:n kerroksesta seuraavaan alempaan ja nousi aina siitä 20–30 cm:n kerrokseen siirryttäessä (kuva 2). Saatu vaihtuvan kalsiumin profiili muistuttaa melkoisesti HOLMENIN (1964) kokonaiskalsiumpitoisuuden profiilia suolla, jonka kalsiumpitoisuus on ollut yleisesti ottaen melko korkea. Pitoisuudet ovat PUUSTJÄRVEN (1957) esittämää suuruusluokkaa. Suhteet olivat siis päinvas-

taiset kuin työllä. Kerroksittain ei typpi- ja kalsiumpitoisuuksien välillä ollut merkitsevää korrelaatiota. 30 cm:stä syvemmälle siirryttäessä kalsiumpitoisuus edelleen nousi, kunnes kivennäismaasekoitus laski pitoisuutta pohjamaan lähellä (kuva 2). Turvekerroksen paksuuden ja 10–20 ja 20–30 cm:n kerrosten kalsiumpitoisuuden välillä oli merkitsevä negatiivinen korrelaatio (kuva 4).

Fosforista määritettiin helppoliukoiset ja totaalimäärät. Kokonaisfosforia oli 0–10 cm:n kerroksessa jonkin verran enemmän kuin kahdessa seuraavassa syvemmällä olevassa kerroksessa. Ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Tulokset pitivät paremmin yhtä suomalaisten (VAHTERA 1956, KAILA 1956 a) kuin ruotsalaisten tutkimusten kanssa (HOLMEN 1964). Noin 20–30 cm:n paksuinen kerros suon pohjalla sisälsi runsaasti fosforia (kuva 3), mikä ehkä selittää sen, että fosforipitoisuudet olivat pintaturpeessakin tavallista korkeampia (esim. KAILA 1956 a, 1956 b, SJÖRS 1961, HOLMEN 1964) vastaten VAHTERAN (1956) esittämiä arvoja.

Pintaturpeen kokonaisfosforin määrä oli merkittävästi sitä pienempi, mitä paksumpi oli turvekerros (kuva 4). Fosfori- ja tuhkapitoisuuden välillä oli positiivinen korrelaatio (vrt. KAILA 1956 b). Fosforin helppoliukoinen osa oli selvästi suurin 0–10 cm:n kerroksessa. Alempien kerrosten välillä ei ollut eroja. KAILA (1956 a) on myös todennut fosforin liukenevuuden suhteellisesti suurimmaksi pinnassa. Kivennäismaan mukaantulo ei laskenut helppoliukoisen fosforin pitoisuutta (kuva 3). 0–10 cm:n kerroksessa helppoliukoisen osan suhde kokonaisfosforiin on noin 1:70 ja 10–20 ja 20–30 cm:n kerroksissa noin 1:230–240 (vrt. KAILA 1956 b). Turvekerroksen paksuudella ei ollut vaikutusta pintaturpeen helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen. Vain 10–20 cm:n kerroksessa oli kokonaisfosforin ja helppoliukoisen fosforin välillä merkitsevä positiivinen korrelaatio.

Kaliumista tutkittiin vaihtuvaa ja kokonaismäärää. Kokonaiskaliumipitoisuus oli noin kaksinkertainen 0–10 cm:n kerroksessa verrattuna kahteen alempaan kerrokseen. Syvemmällä määrä pysyi edelleen samana, kunnes kivennäismaasekoitus jälleen nosti pitoisuutta (kuva 3). Profiilit vastaavat hyvin HOLMENIN (1964) esittämiä. Pintaturpeen kaliumipitoisuus oli selvästi sitä pienempi, mitä paksumpi oli turvekerros näytteenotto paikalla (kuva 4). Turpeen tuhka- ja kaliumipitoisuuden välillä oli positiivinen korrelaatio. Vaihtuvaa kaliumia oli 0–10 cm:n kerroksessa verrattuna syvempiin kerroksiin suhteellisesti vielä enemmän kuin kokonaiskaliumia (vrt. KAILA ja KIVKÄS 1956) (kuva 3). Saadut vaihtuvan kaliumin pitoisuudet ovat vain 0–10 cm:n kerroksessa PUUSTJÄRVEN (1957) esittämien keskiarvojen suuruisia, mikä osoittaa vaihtuvaa kaliumia olevan selvästi vähemmän tällä suolla. Kokonaiskaliumista oli 0–10 cm:n kerroksessa 69 %, 10–20 cm:n kerroksessa 53 % ja 20–30 cm:n kerroksessa 42 % vaihtuvassa muodossa. Vaihtuvan ja kokonaiskaliumipitoisuuden välillä oli positiivinen korrelaatio 10–20

cm:n kerroksessa. Vaihtuvan kaliumin määrä ei riippunut turvekerroksen paksuudesta.

Fosfori ja kalium suhtautuivat tyypeen siten, että vain 0—10 cm:n kerroksessa oli positiivinen korrelaatio (vrt. SJÖRS 1961). Fosforin ja kaliumin kokonaismäärät olivat keskenään positiivisessa korrelaatioissa kaikissa kerroksissa (vrt. PAARLAHTI ym. 1972). Pintaturpeen N/P- ja N/K-suhteet korreloivat positiivisesti turvekerroksen paksuuden kanssa. P/K-suhde ei riippunut turvekerroksen paksuudesta. P/K-suhteet olivat korkeampia kuin HOLMENIN (1964) esittämät.

42. KASVIPEITE

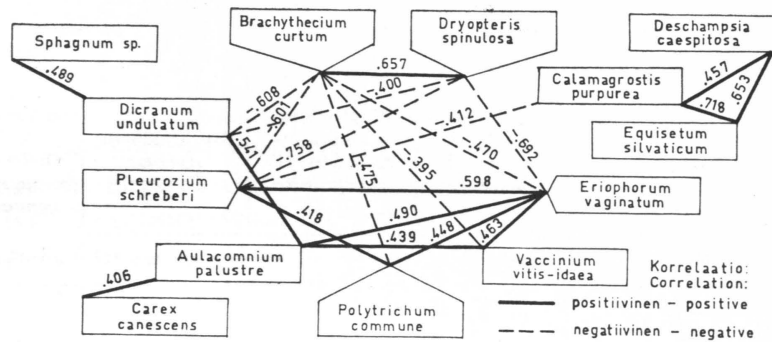
Kasvipeite oli normaalia ojitetun suon kasvillisuutta, jossa on runsaasti kangaskasveja, mutta myös monia suolajeja (taulukko 2). Sammalgerroksen yleisimmät lajit olivat *Pleurozium schreberi*, *Brachythecium curtum* ja *Dicranum scoparium*. Kenttäkerroksessa oli peittävin laji *Dryopteris spinulosa*. *Trientalis europaea* oli myös hyvin yleinen, vaikka peittävyydeltään vähäinen. Mustikan ja puolukan esiintyminen oli hajanaista ja niitä sattui analyysiruutuihin melko harvoin. *Carex canescens* oli melko runsas. Useita muitakin suureliktejä tavattiin. Tulokset osoittavat suon kehittyneen keskimäärin turvekangasasteelle (SARASTO 1962).

Kasvipeiteanalyysien tuloksia tutkittiin laskemalla kasvilajien korrelaatioita keskenään sekä puuston ja turpeen tunnusten kanssa. Turvekerroksen paksuuden kanssa korreloivat negatiivisesti *Equisetum silvaticum*, joka yleensä tunnetaan ohuen turvekerroksen osoittajana, ja *Deschampsia caespitosa*. Typen kanssa oli vain *Equisetum silvaticum* negatiivisessa korrelaatioissa. Kokonaisfosforin kanssa korreloi *Deschampsia caespitosa* positiivisesti ja *Dicranum scoparium* negatiivisesti. Kokonaiskaliumipitoisuuden kanssa korreloivat positiivisesti *Brachythecium curtum*, *Equisetum silvaticum* ja *Deschampsia caespitosa*. Eniten kasvilajeja korreloi kalsiumin kanssa; positiivisesti *Brachythecium curtum*, *Equisetum silvaticum*, *Calamagrostis purpurea*, *Dryopteris spinulosa* ja *Deschampsia caespitosa* sekä negatiivisesti *Dicranum undulatum* ja *Pleurozium schreberi*. Helppoliukoisen fosforin kanssa korreloi positiivisesti *Polytrichum commune*, *Equisetum silvaticum*, *Eriophorum vaginatum* ja *Deschampsia caespitosa*. Vaihtuvan kaliumin kanssa korreloi positiivisesti *Pleurozium schreberi* ja *Eriophorum vaginatum* ja negatiivisesti *Dryopteris spinulosa*. Osa korrelaatioista saattaa olla vain ravinteista välillisesti johtuvia, sillä ravinteet vaikuttavat puustoon ja puusto taas pintakasvillisuuteen esimerkiksi varjostamalla. Tästä voi olla kysymys lähinnä sammalgerroksen lajien ja *Eriophorumin* yhteydessä. Kasvilajien keskinäisiä korrelaatioita esiintyi melko paljon (kuva 5). Positiivisia ja negatiivisia kor-

Taulukko 2. Koealueen kasvipeite kasvustoittain ja keskimäärin.
Table 2. Ground vegetation in the study area.

Kasvilaji Plant species	Brachythecium- Dryopteris- kasvusto (I) Community	Pleurozium- Vaccinium- kasvusto (II) Community	Keskimäärin Average	Peittävyiden ero kasvustojen välillä Difference in coverage between communities
	Peittävyys/frekvenssi ¹⁾ , % Coverage/frequency, % ¹⁾			t-arvo ²⁾ t-value ²⁾
<i>Cladonia</i> sp.	+36, 45	+20, 30	+29, 38	—
<i>Hepaticae</i>	+45	+30	+38	—
<i>Dicranum undulatum</i>	1/82	9/90, 100	5/86, 90	2,80*
» <i>scoparium</i>	10/91, 100	10/100	10/95, 100	0,05
<i>Pohlia nutans</i>	—/—	1/50	+24	—
<i>Aulacomnium palustre</i>	+18	1/50	1/33	1,18
<i>Brachythecium reflexum</i>	4/36	—/—	2/19	1,80
» <i>curtum</i>	24/100	2/70, 80	13/86, 90	8,12***
» <i>salebrosum</i>	1/27	—/—	+14	—
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1/36	+20	+29	1,04
<i>Hylocomium splendens</i>	+36	2/60, 90	1/48, 62	1,23
<i>Pleurozium schreberi</i>	11/100	34/100	22/100	3,06**
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	1/36	—/—	1/19	—
<i>Polytrichum gracile</i>	2/36, 73	1/50, 60	2/43, 67	—
» <i>commune</i>	1/55, 82	8/90, 100	5/71, 90	2,71*
» <i>strictum</i>	+9, 64	2/70, 80	1/38, 72	—
<i>Sphagnum</i> sp.	+18, 55	1/30, 70	1/24, 62	0,56
<i>Equisetum silvaticum</i>	4/27, 55	2/50	3/38, 52	0,93
<i>Dryopteris spinulosa</i>	21/100	7/60, 90	14/81, 95	4,22***
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1/36, 45	2/50, 70	1/43, 57	1,81
<i>Carex canescens</i>	4/45, 82	3/60, 80	4/52, 81	0,19
<i>Calamagrostis purpurea</i>	2/45, 64	2/30, 60	2/38, 62	0,21
<i>Deschampsia caespitosa</i>	2/45, 55	—/—	1/24, 29	1,84
» <i>flexuosa</i>	+9, 18	1/30, 50	1/19, 33	—
<i>Trientalis europaea</i>	8/100	4/90, 100	6/95, 100	1,53
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	—/—, 55	3/50, 70	1/24, 62	2,01
» <i>myrtillus</i>	+18, 45	1/30, 70	1/19, 57	1,24
Suosammaleet yhteensä	4/64, 91	13/100	8/81, 95	2,46*
Peaty mosses				
Sammaleet yhteensä	56/100	71/100	63/100	1,44
Mosses				
Kenttäkerros yhteensä	48/100	27/100	38/100	2,68*
Field layer				
Suoreliktien lukumäärä keskimäärin koealalla, kpl Peat plant relicts on average	3	5	4	1,88
Kasvilajien lukumäärä keskimäärin koeruudulla, kpl				
Average number of species on sample square	13	14	13	—
Koealoja, kpl	11	10	21	—
Number of sample plots				

Lisäksi tavattiin seuraavia lajeja koeruuduilla (kasvusto: peittävyys/frekvenssi¹⁾, %) — In addition, the following species were found in the sample squares (community: coverage/frequency¹⁾,



Kuva 5. Pintakasvillisuuden keskenään korreloivat kasvilajit. Korrelaatiokertoimien merkitsevyysrajat kuten taulukossa 3.

Fig. 5. Plant species in the ground vegetation showing a mutual correlation. The confidence limits of the correlation coefficients as in table 3.

relaatioita tarkasteltaessa havaitaan kasvilajien jakaantuvan kahteen ryhmään, joiden tunnuslajeina voisi sammalkerroksessa pitää *Brachythecium curtumia* ja *Pleurozium schreberiä* ja kenttäkerroksessa *Dryopteris spinulosaa* ja *Eriophorum vaginatumia* sekä *Vaccinium vitis-idaeaa*. Näiden tunnuslajien avulla voitiin analyysiruohtu jakaa kahteen ryhmään. Ryhmäjako varmistettiin tietokoneella peittävyysprosenttien ryhmänsisäistä neliösummaa minimoimalla. Saadut ryhmät voidaan nimetä *Brachythecium-Dryopteris* (I)- ja *Pleurozium-Vaccinium* (II)-kasvustoiksi. Kasvuston I alueella puusto oli merkittävästi kookkaampaa ja myös turvekerros melkein merkittävästi (riski 10 %) ohuempi kuin kasvuston II alueella. Kasvuston I turpeessa oli merkittävästi enemmän kalsiumia ja sen tilavuuspaino oli merkittävästi

%) : *Equisetum palustre* I: +/9, *Luzula pilosa* I: +/9, *Carex lasiocarpa* I: +/9, *C. nigra* II: +/10, 20, *Calamagrostis arundinacea* I: 2/18, *Potentilla palustris* I: +/9, *Rubus idaeus* I: +/18, 45, *R. arcticus* I: 2/18, *Vaccinium uliginosum* II: +/10, 20, *V. oxycoccus* II: +/10, *Andromeda polifolia* II: +/10, 20, ja vain koeruutujen ulkopuolella koealoilla (kasvusto: frekvenssi, %) — outside the sample squares within sample plots (community: frequency, %): *Lastrea dryopteris* I: 18, *Carex lasiocarpa* II: 10, *C. rostrata* II: 20, *C. nigra* I: 9, *Betula pubescens* I: 82, II: 90, *Salix aurita* II: 10, *S. cinerea* I: 73, II: 40, *S. phylicifolia* I: 18, *Populus tremula* I: 9, *Rumex acetosa* I: 9, *Potentilla palustris* II: 20, *Rubus idaeus* II: 10, *R. chamaemorus* II: 10, *Sorbus aucuparia* I: 27, II: 50, *Chamaenerion angustifolium* I: 45, II: 10, *Ramischia secunda* II: 10, *Vaccinium uliginosum* I: 18, *V. oxycoccus* I: 9, *Empetrum nigrum* II: 10, *Melampyrum silvaticum* I: 9, *Cirsium palustre* I: 9.

1) Ensimmäinen frekvenssilukema on laskettu koeruutujen mukaan, toisessa ovat mukana myös koealat, joissa kasvia tavattiin vain koeruutujen ulkopuolella.

1) The first frequency value is based on the sample squares, the second also including sample plots in which the plants concerned were found outside the sample squares.

2) — t-arvoa ei ole laskettu; t-arvon merkitsevyysrajat 90 % — 1,73, 95 % — 2,10, 99 % — 2,87, 99,9 % — 3,90

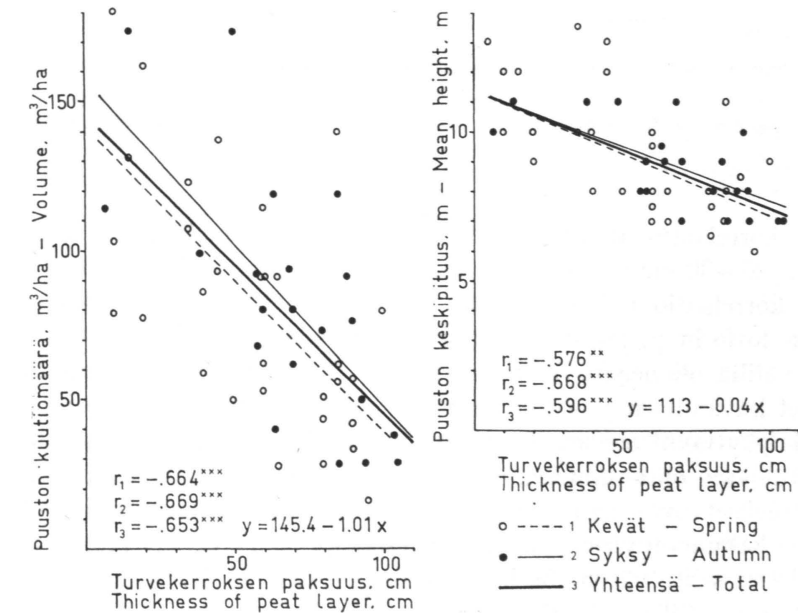
2) — t-value was not calculated; limits of significance of t, 90 % — 1,73, 95 % — 2,10, 99 % — 2,87, 99,9 % — 3,90

pienempi 0–10 ja 10–20 cm:n kerroksissa kuin kasvuston II pintaturpeessa. Muiden turpeen tunnusten keskiarvoissa eri kasvustoille laskettuna ei ollut eroja. Kasvipeitteeltään poikkeaa alue melkoisesti SARASTON (1962) tutkimista ojitetuista soista, joissa vastaavaa lähtökohtasuotyyppiä on ollut hyvin niukasti.

43. PUUSTON SUHDE TURVEKERROKSEN OMINAISUUKSIIN

Keväällä tehdyssä relaskooppiarvioinnissa voitiin vahvistaa jo aiemmin silmävaraisesti havaittu riippuvuus turvekerroksen paksuuden ja puuston kuutiomäärän välillä. Korrelaatio oli erittäin merkittävä. Samoin oli laita syksyn täydennysmittauksessa (kuva 6). Regressiosuorat eivät eroa merkittävästi toisistaan ja koko aineiston yhdistäen voidaan todeta turvekerroksen paksutessa sentillä puuston kuutiomäärän laskevan kuutiometrillä. Hajonta on kuitenkin melkoinen. Kuutiomäärän laskennassa käytetyistä tunnuksista keskipituuden korrelaatio turpeen paksuuden kanssa oli parempi kuin pohjapinta-alan ja myös parempi kuin kuutiomäärän (taulukko 3).

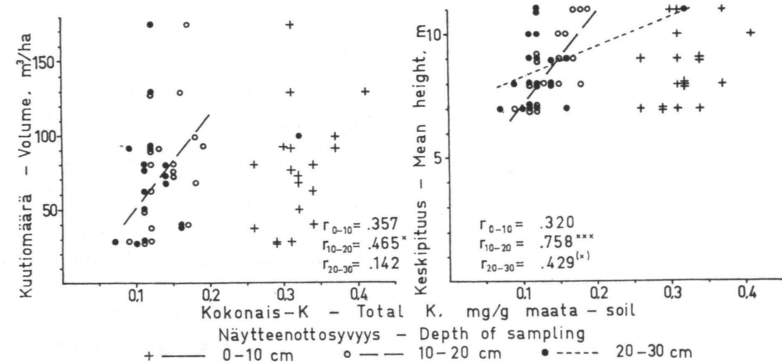
Turpeen paksuuden vaikutusta tässä tapauksessa on voitava selittää jol-



Kuva 6. Puuston kuutiomäärän ja keskipituuden riippuvuus turvekerroksen paksuudesta. Fig. 6. Dependence of the volume and the mean height of the tree stand on the thickness of the peat layer.

lakin tavoin. Sen on johduttava joistakin erikoisolosuhteista, koska tilanne ei ole mitenkään vallitseva suomalaisilla metsäojitusalueilla (HEIKURAINEN 1959), joilla voi kasvaa runsasta puustoa hyvinkin paksulla turvekerroksella. Turpeen ravinteisuudesta tehtyjä mittauksia on verrattu puustoon, sillä pintaturpeen ravinteisuuden ja turvekerroksen paksuuden välillä on jo edellä (luku 41) todettu eräitä riippuvuussuhteita.

Puuston määrän ja pintaturpeen typpipitoisuuden välillä ei todettu korrelaatiota. Kokonaisfosforin osalta tilanne oli aivan sama (taulukko 3) (vrt. HOLMEN 1964). 10–20 cm:n kerroksen kokonaiskaliumpitoisuudella oli posi-



Kuva 7. Puuston kuutiomäärän ja keskipituuden riippuvuus pintaturpeen kokonaiskaliumpitoisuudesta.

Fig. 7. Dependence of the volume and the mean height of the tree stand on the total potassium of the topmost peat layer.

tiivinen korrelaatio keskipituuden ja kuutiomäärän kanssa (taulukko 3, kuva 7). 20–30 cm:n kerroksen vaihtuvan kalsiumin pitoisuudella oli positiivinen korrelaatio pohjapinta-alan kanssa. 0–10 cm:n kerroksen helppoliukoisin fosforin ja vaihtuvan kaliumin pitoisuuksien ja puuston keskipituuden välillä oli negatiivinen korrelaatio (taulukko 3). Viimemainitut pitoisuudet kuvannevat puuston käytettävissä olevia fosfori- ja kaliummääriä, jotka siis näyttävät olevan sitä pienempiä mitä suurempi on puuston käyttö. Saman tuloksen on saanut esim. HOLMEN (1964), kun taas PAARLAHDEN ym. (1972) tulokset ovat päinvastaisia. Kokonaiskaliumpitoisuus lieneekin tärkein, sillä kalium on yleensä kaikki melko helposti kasvien käytettävissä. Ravinnesuhteet selittävät myös hyvin puuston kasvua. Erityisesti pituuden ja N/K-suhteen välillä oli selvä negatiivinen korrelaatio. P/K-suhde 10–20 ja 20–30 cm:n kerroksissa korreloi myös merkittävän negatiivisesti puuston pituuden kanssa. N/P-suhteella ei ollut merkitystä, mikä osoittaa kaliumin suurta merkitystä tällä suolla.

Taulukko 3. Turpeen ominaisuuksien ja puustotunnusten väliset korrelaatiot. Korrelaatiokertoimet on laskettu ottaen huomioon vain koealat, joilla on selvä turvekerros.
Table 3. Correlation between the properties of the peat and the stand characteristics. Correlation coefficients were calculated only for sample plots with a distinct peat cover.

Turpeen tunnus Peat characteristic	Puustotunnus — Stand characteristic								
	Kuutiomäärä Volume			Pohjapinta-ala Basal area			Keskipituus Mean height		
	Turpeen tunnuksen mittaussyvyyskerros, cm Depth of peat layer, cm								
	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
Kokonaistyyppi Total N	-.088	.136	-.037	-.005	.204	.039	-.363	-.255	-.392
» P	-.059	.111	.132	-.012	.102	.150	-.143	.103	.070
» K .....	.357	.465	.142	.381	.357	.057	.320	.758	.429
Vaihtuva Ca	-.001	.217	.451	-.007	.186	.467	.111	.322	.386
Exchangeable Ca									
» K	-.409	-.089	.060	-.360	-.165	.044	-.468	.080	.197
Helppoliukoinen P	-.227	-.123	-.098	-.147	-.145	-.160	-.511	-.123	.118
Easily soluble P									
N/P .....	.025	-.040	-.115	.004	.001	-.090	.048	-.193	-.270
N/K	-.399	-.435	-.169	-.369	-.334	-.101	-.544	-.754	-.468
P/K	-.316	-.437	-.138	-.287	-.346	-.028	-.376	-.703	-.531
Tilavuuspaino	-.482	-.592	.171	-.545	-.556	.109	-.118	-.557	.435
Bulk density									
Tuhkapitoisuus	-.063	.264	.168	-.085	.167	.075	.097	.525	.440
Ash content									

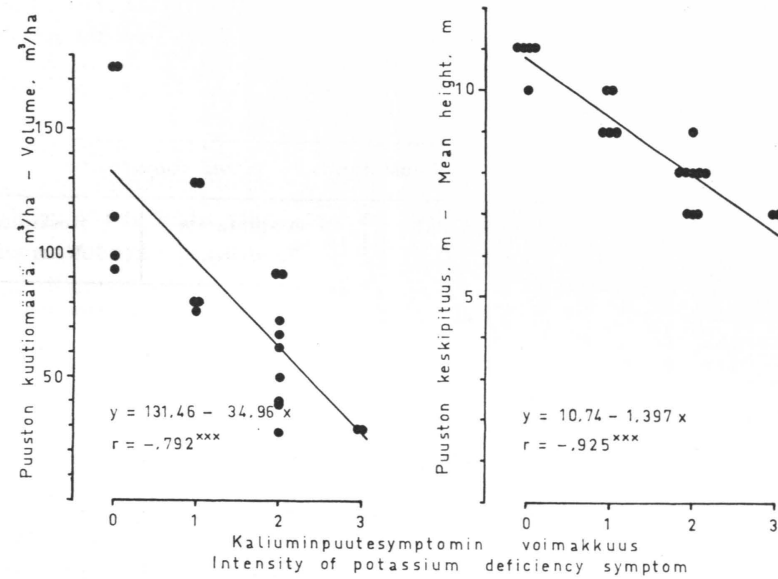
Korrelaatiokertoimien merkitsevyysrajat ovat:

Confidence limits of correlation coefficients:

- 90 % — .389
- 95 % — .456
- 99 % — .575
- 99.9% — .695

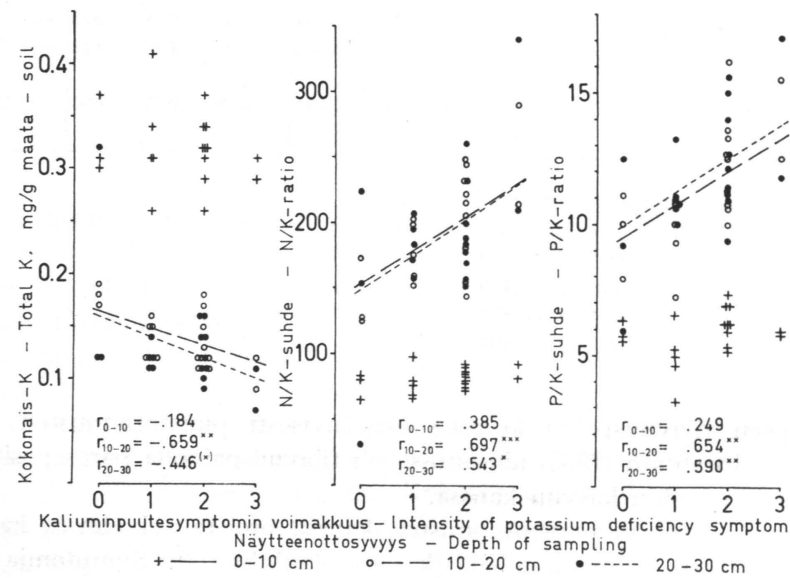
Turpeen tilavuuspaino korreloi negatiivisesti puustotunnusten kanssa, kun taas HOLMENIN (1964) aineistossa oli tilavuuspainolla paras positiivinen korrelaatio puuston kasvun kanssa.

Paras korrelaatio puustotunnusten kanssa osoittautui olevan kaliuminpuutesymptomien voimakkuudella (kuva 8, taulukko 3). Symptomia saattoi esiintyä myös melko hyväkasvuissa ja kookkaissa puissa, mutta tällöin keltaisten neulasten osuus oli yleensä pieni ja keltaisuus heikkoa. Symptomien voimakkuus osoittautui olevan selvästi riippuvainen kaliumin määrästä tur-



Kuva 8. Puuston kuutiomäärän ja keskipituuden riippuvuus kaliuminpuutesymptomin voimakkuudesta.

Fig. 8. Dependence of the volume and the mean height of the tree stand on the intensity of potassium deficiency symptoms.



Kuva 9. Kaliuminpuutesymptomin ja eräiden pintaturpeen tunnusten väliset suhteet.
Fig. 9. Relationships between the potassium deficiency symptoms and certain characteristics of the topmost peat layer.

peessa ja erityisesti kaliumin suhteesta muihin ravinteisiin (N/K- ja P/K-suhteet). Voimakkaimmin vaikuttivat 10–20 cm:n kerroksen ominaisuudet (kuva 9).

Valikoivalla regressioanalyysillä pyrittiin testaamaan useiden tekijöiden yhtäaikaista vaikutusta. Tulosten luotettavuutta kuitenkin heikentävät eri tekijöiden keskinäiset korrelaatiot ja koelajien vähäinen lukumäärä. Mitkään yksinomaan ravinnetunnuksilla lasketut kokonaiskorrelaatiot puustotunnusten kanssa eivät ylitä puuston ja kaliuminpuutesymptomien välistä korrelaatiota. Siksi onkin tärkeintä tutkia, mitkä tekijät voivat vielä lisätä symptomilla saatua selitysastetta. Kuutiomäärän suhteen antaa lisäystä vain turpeen ravinnepitoisuuksia käytettäessä 10–20 cm:n kerroksen typpipitoisuus tai jos myös ravinnesuhteet ovat mukana lisäystä antavat 20–30 cm:n kerroksen P/K-suhde, 0–10 cm:n kerroksen kokonaiskaliumpitoisuus ja 20–30 cm:n kerroksen typpipitoisuus. Viimemainitut tekijät yhdessä kaliuminpuutesymptomien kanssa selittävät 83 % todetusta puuston kuutiomäärän vaihtelusta. Pituuden suhteen selittävyttä lisää ravinnepitoisuuksista 10–20 cm:n kerroksen kokonaiskaliumpitoisuus ja helpoliukoisen fosforin pitoisuus sekä 20–30 cm:n kerroksen vaihtuvan kaliumin pitoisuus. Ravinnesuhteiden mukaanotto vaikuttaa siten, että symptomien selitysastetta vahvistaa 0–10 cm:n kerroksen P/K-suhde ja 10–20 cm:n kerroksen kokonaiskaliumpitoisuus (taulukko 4). Molempien yhtälöiden selitysaste on 93 %.

Kaliuminpuutesymptomia selittävät parhaiten 10–20 cm:n kerroksen ominaisuudet. Ravinteista tärkein oli kokonaiskaliumpitoisuus, ravinnesuhteista N/K-suhde. Molempien yhteinen tutkinta osoitti N/K-suhteen tärkeimmäksi ja sen selitysastetta paransi vaihtuvan kaliumin pitoisuus. Parhaiten selittävät symptomia kuitenkin turvekerroksen paksuus ja P/K-suhde yhdessä (taulukko 4).

Taulukko 4. Regressioanalyysien tuloksia puustotunnusten ja turpeen ominaisuuksien sekä kalinpuutesymptomien välisistä suhteista.

Table 4. Results from regression analyses between stand characteristics and peat properties and the intensity of potassium deficiency symptoms.

Tutkitut muuttujat ¹⁾ Variables studied ¹⁾		Selittäjät, X Independent	Yhtälö — Equation	Selitysaste, % Degree of determination	F-arvo ²⁾ F
Selitettävä Y Dependent	Pakolliset Compulsory				
Puuston kuutiomäärä Stand volume	X4	—	Y=165.1-1.18 X4	33	8.42**
	X5	—	Y=126.2-32.36 X5	57	22.84***
	—	X4-X23	Y=-69.6-37.28 X5+0.78 X7	71	19.93***
	X5	X4, X6-X23, X42-X50	Y=-76.7-44.58 X5+54.91 X50+2.89 X12+0.29 X8	83	16.83***
Puuston keskipituus Mean height	X4	—	Y=12.2-0.04 X4	40	11.16**
	X5	—	Y=10.8-1.45 X5	85	93.78***
	—	X4-X23	Y=8.9-0.98 X5+0.23 X13-0.04 X19-0.09 X23	93	47.26***
	X5	X4, X6-X23, X42-X50	Y=9.9-1.01 X5-3.52 X48+0.17 X13	93	66.45***
Kalinpuutesymptomi Potassium deficiency symptom	—	X6-X23	Y=4.4-0.21 X13	44	13.08***
	—	X42-X50	Y=-1.2+0.14 X46	48	16.03***
	—	X4, X6-X23, X42-X50	Y=-3.2+0.18 X46+0.06 X22	58	10.94**
	X4	X6-X23, X42-X50	Y=-2.7+0.02 X4+2.14 X49	67	16.45***

1) Muuttujaluettelo — Variables used

X4 turvekerroksen paksuus — thickness of peat layer

X5 kalinpuutesymptomien voimakkuus — intensity of potassium deficiency symptom

X6, X7, X8 kokonaistyppi 0-10, 10-20 ja 20-30 cm:n kerroksissa — total nitrogen in the 0-10, 10-20 and 20-30 cm layers

X9, X10, X11 kokonaisfosfori — total phosphorus »

X12, X13, X14 kokonaiskalium — total potassium »

X15, X16, X17 vaihtuva kalsium — exchangeable calcium »

X18, X19, X20 helppoliukoinen fosfori — easily soluble phosphorus »

X21, X22, X23 vaihtuva kalium — exchangeable potassium »

X42, X43, X44 N/P-suhde — N/P ratio »

X45, X46, X47 N/K-suhde — N/K ratio »

X48, X49, X50 P/K-suhde — P/K ratio »

2) F-arvon luotettavuus, *—95 %, **—99 %, ***—99.9 %
Reliability of F

44. NEULASTEN RAVINNEPITOISUUS

Neulasanalyysinäytteet otettiin metsikkökoealoilta, joiden puustosta ja turpeesta on esitetty taustatiedot taulukoissa 5 ja 6. Useimpien tunnusten arvot asettuvat relaskoopikoealoilta kerätyn aineiston keskiarvojen eri puolille ja niiden tunnusten, joilla on todettu olevan korrelaatio puustotunnusten kanssa, arvot ovat oikeassa suuruusjärjestyksessä P/K-suhdetta lukuunottamatta. Koealan II suureen P/K-suhteeseen ovat syynä koealan korkeat fosforipitoisuudet pohjamaan läheisyyden vuoksi (vrt. kuva 3). Neulasanalyysien tulokset antavat siis hyvän kuvan koealueella olevasta vaihtelusta.

Neulasien ravinnepitoisuuksissa vain kaliumilla ja kalsiumilla on koealojen välillä selvästi eroa siten, että hyväkasvuisella on molempia ollut enemmän. Siksi hyväkasvuisten puiden neulasten N/K-suhde on pienempi kuin huonokasvuisten (taulukko 7). Myös turpeessa oli koealalla II kaliumia ja kalsiumia enemmän kuin koealalla I. AALTONEN (1950) on todennut eri kangasmetsätyypeillä kasvavien kuusten neulasissa eroja vain kalsiumin ja typen suhteen. Nyt saatu ero kaliumpitoisuuksissa osoittanee siis heikkoa kaliumravitsemusta. Turpeen fosforissa ollut ero ei ilmene neulasissa (vrt. PAARLAHTI ym. 1972), eli fosfori ei liene ollut kasvua rajoittava tekijä.

Neulasanalyysituloksissa pistää silmään tavallista korkeampi fosforipitoisuus (vrt. AALTONEN 1950, HOLMEN 1964), jolloin N/P-suhteet ovat erittäin

Taulukko 5. Metsikkökoealojen yleistietoja.

Table 5. General information on tree stand sample plots.

Koeala Sample plot nr.	Puustotunnukset — Stand characteristics					Turvekerroksen paksuus Depth of peat layer cm
	Kuutiomäärä k-m ³ /ha Volume m ³ /ha	Pohjapinta-ala Basal area m ² /ha	Keskipituus Mean height m	Runkoluku kpl/ha Stem number/ha	Keskiläpimitta Mean diameter cm	
I	24	7	6.0	3248	7.1	90
II	129	25	10.0	3080	11.4	40
Relaskooppiaineistossa keskimäärin ¹⁾	77	16	8.6	..	..	75
Average in angle-count material ¹⁾						

1) Relaskooppiaineistosta poistettu kangashumuskoalat.

The angle-count material excluded raw humus sample plots.

Taulukko 6. Metsikkökoealojen turpeen analyysitiedot.
Table 6. Results from peat analyses in the stand sample plots.

Turpeen tunnus Peat characteristic	Koeala — Sample plot						Relaskoopikoeala- aineisto keskimäärin ¹⁾ Average in angle-count material ¹⁾		
	I			II					
	Turpeen tunnuksen mittaussyvyyskerros, cm Depth of peat layer, cm								
	0—10	10—20	20—30	0—10	10—20	20—30	0—10	10—20	20—30
Kokonais-N, — Total N, %	2.5	2.7	2.4	2.4	2.2	1.7	2.6	2.6	2.2
» P, — » P, ‰	1.6	1.4	1.4	1.8	2.2	2.7	1.8	1.6	1.4
» K, — » K, ‰	0.42	0.16	0.11	0.44	0.22	0.19	0.32	0.14	0.13
Vaihtuva Ca, mg/l maata Exchangeable Ca, mg/l of soil	430	252	428	542	345	770	338	376	780
Helppoliuk. P » » Easily soluble P » »	21.0	2.4	2.6	16.0	2.1	1.4	9.0	2.0	2.0
Vaihtuva K, » » Exchangeable K, » »	92	18	14	81	32	22	65	21	14
N/P	16	20	18	13	11	6	14	17	16
N/K	63	174	222	55	108	103	81	193	190
P/K	4	9	12	4	10	16	6	11	12
Tilavuuspaino, g/cm ³ Bulk density	0.28	0.26	0.30	0.26	0.32	0.43	0.29	0.28	0.28
Tuhkapitoisuus, %..... Ash content	4.8	3.8	3.6	7.6	5.2	21.0	5.8	4.1	7.4

¹⁾ Katso taulukko 5, alahuomautus. — See Table 5, footnote.

Taulukko 7. Neulasanalyysien tulokset metsikkökoealoilla.
Table 7. Results from needle analyses in tree stand sample plots.

Koeala Sample plot nr.	Neulasten sisältämät ravinteet ja ravinnesuhteet Nutrients and nutrient relationships of needles							
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	N/P	N/K	P/K
I	2.2	0.37	0.43	0.60	0.28	5.9	5.1	0.9
II	2.3	0.34	0.62	1.04	0.31	6.8	3.7	0.5
t-arvo ¹⁾ t-value ¹⁾	—	—	3.17	6.57	—	1.77	2.57	15.24

¹⁾ t-arvon merkitsevyysrajat: 90 % — 2.92, 95 % — 4.30, 99 % — 9.92, 99.9 % — 31.60
Confidence limits of t:

pieniä. INGESTADIN (1962) mukaan fosforin optimi on 1,0—3,0 %. Ehkä analyysimenetelmien erot ovat syynä tuloksiin. Myös kalsiumia ja magnesiumia oli jonkin verran keskimääräistä enemmän. Kaliumpitoisuudet vaihtelivat puuterajan ja optimin välillä ja tyypipitoisuudet vastaavat optimia (vrt. INGESTAD 1962).

Neulasanalyysitulokset vahvistavat kaliuminpuutesymptomien määrittäystä, sillä koeala I edusti symptomien voimakkainta astetta ja koealalla II ei oireita havaittu.

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkittu suo on ollut ennen ojitusta ruohoista sarakorpea ja -rämettä eli viljavaa ja metsäojitusboniteetiltaan hyvää, mutta samalla märkää suota. Tällä hetkellä sen kasvipeite on kehittynyt jo turvekangasasteelle (vrt. SARASTO 1962), mutta reliktilajien avulla on edellämmainittu ruohoisuus voitu varmastitodeta.

Turpeen ominaisuudet ovat yleisesti ottaen normaaleja. Kuitenkin on todettavissa keskimääräistä korkeammat fosforipitoisuudet (vrt. KAILA 1956 b, SJÖRS 1961, HOLMEN 1964), mihin saattaa olla syynä se, että koealue on suoalueen reunassa ja suhteellisen ohutturpeista, sillä todettiinhan pintaturpeen fosforipitoisuuden ja turvekerroksen paksuuden välillä negatiivinen korrelaatio. HOLMEN (1964) havaitsi tutkimansa alueen reunaosissa korkeimmat fosforipitoisuudet.

Saadut tulokset osoittavat nyt tutkitulla suolla turvekerroksen paksuuden ja puuston kasvun välillä olevan negatiivisen korrelaation. Tällaista tilannetta ei Suomessa ole pidetty yleisenä eikä ohutturpeisuudesta yleensä katsota olevan etua (vrt. HEIKURAINEN 1959), kuten Ruotsissa on tehty (vrt. MALMSTRÖM 1952). Tulokset osoittavat myös, että turvekerroksen paksuus korreloi ravinnetekijäin kanssa (vaihtuva kalsium, kokonaisfosfori ja -kalium sekä N/P- ja N/K-suhteet). Näistä vain kokonaisfosforin pitoisuus ja N/P-suhteet eivät korreloi puustotunnusten kanssa, mihin lienee syynä turpeen korkea fosforipitoisuus syväturpeisimmillakin kohdilla. Toisaalta puustotunnusten ja turpeen P/K-suhteen välillä on selvä negatiivinen korrelaatio, mikä osoittaa kaliumin riittämättömyyden suhteessa fosforiin. Myös neulasanalyysien fosforipitoisuudet olivat hyvin korkeita. Kaliumin ja kalsiumin erot näkyivät myös tehdyissä neulasanalyysissä. Tulokset viittaavat täten siihen suuntaan, että kalsiumillakin saattaisi olla vaikutusta puustoon, vaikkei kalsiumin heikolle korrelaatiolle kovin suurta painoa voine antaaakaan. Kalsiumin vaikutus lienee kuitenkin ollut merkittävin tekijä pintakasvillisuuden eri kasvustotyyppien muodostumiseen puuston varjostuksen ohella. Sen vaikutus on voinut olla suoraa ravinnevaikutusta tai välillistä vaikutusta maan happamuuden kautta, todennäköisesti kuitenkin molempia yhdessä.

On siis ilmeistä, että turvekerroksen paksuuden vaikutus puustoon perustuu puiden kaliumravitsemuksen heikkenemiseen turvekerroksen paksutessa. Tätä osoittavat kaliuminpuutesymptomien voimakas esiintyminen, pintaturpeen keskimääräistä alhaisempi kokonaiskaliumpitoisuus ja suuri N/K-suhde paksuturpeisella alueella sekä neulasten pieni kaliumpitoisuus ja suuret N/K- ja P/K-suhteet.

Mistä sitten voi johtua turvekerroksen paksuuden ja kaliumpitoisuuden välinen vuorosuhde. On useitakin selitysmahdollisuuksia. Ensinnäkin ohutturpeisella osalla puut saavat kaliumia kivennäismaasta, jossa kaliumpitoisuudet ovat korkeita. Paksussa turpeessa eivät juuret ulotu tarpeeksi syvälle. Alue on alunperin ollut märkää suota, joka usein on kaliumköyhää ja josta kalium huuhtoutuu ojituksen yhteydessä helposti. Kaliumin diffundoituminen tai muunlainen kulkeutuminen pohjamaasta turpeen pinnalle voisi olla yksi selitys saaduille tuloksille, koska juurten ulottuminen kivennäismaahan asti on hyväkasvuisissakin osissa vain harvoin todennäköistä. Paksun turvekerroksen läpi kulkeutuminen on hitaampaa kuin ohuen, ja siten puusto ei saa tarpeellista täydennystä jatkuvaa hyvää kasvua varten, vaan alkaa kärsiä kaliumin puutteesta. Pohjamaasta tapahtuvan diffuusion osuudesta suopuustojen ravitsemuksessa ollaan epävarmoja. Monet seikat viittaavat sen esiintymiseen, mutta sitä ei ole todistettu. Sen nopeus on tuntematon ja siten myös merkitys ravinteiden täydentäjänä. On kuitenkin olemassa runsaasti vielä paksuturpeisempia alueita, joissa puusto kasvaa kookkaampanakin ilman näkyvää kaliumin puutetta (vrt. HEIKURAINEN 1959). Nyt tutkitun alueen turpeen paksuushan on loppujen lopuksi sangen pieni (<110 cm).

Saadut tulokset edustanevat poikkeustapausta, mutta kuitenkin erästä mahdollisuutta, joita laaja ojitustoiminta varmasti tuo tullessaan. Näiden käsittelylle voi tämäkin tutkimus antaa viitteitä. On nimittäin todennäköistä, ettei tällaisella suolla esimerkiksi fosforilannoituksella saada aikaan positiivisia reaktioita, kuten yleensä turvemaidilla, vaan runsas kaliumlannoitus on sen ohella tarpeen. Saattaapa kaliumlannoitus riittää aluksi yksinäänkin.

Tutkimus jatkuu samalla suolla sinne vuonna 1971 perustetun lannoituskokeen muodossa (ks. kuva 1). Tämä tutkimus luonee pohjaa myös siitä saattavien tulosten tulkinneille.

6. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on selvitetty puuston, pintakasvillisuuden ja turpeen ominaisuuksien suhteita 1930-luvulla ojitetussa ruohoisessa sarakorvessa. Suolle on istutettu kuusta heti ojituksen jälkeen, joten puusto on tasaikäistä. Nyt suo on kehittynyt turvekangasasteelle.

Turvekerroksen paksuus vaihteli 5–110 cm:n välillä ja turve oli LSC—SC-turvea maatumisasteeltaan 5–7. Pintaturpeen fosforipitoisuus oli suhteellisen korkea ja pohjamaan lähellä oli myös fosforirikas kerros. Kokonaisfosforin määrä oli sitä pienempi, mitä paksumpi turvekerros oli. Pintaturpeen kokonaiskaliumpitoisuus käyttäytyi selvästi samoin, vaihtuvan kalsiumin pitoisuus heikommin. Kokonaisfosforista oli 0,3–3,4 %, keskimäärin 0,6 % happamaan ammoniumasettaattiin liukenevaa ja kokonaiskaliumista 31–87 %, keskimäärin 55 %. Turpeen typpipitoisuus oli suhteellisen korkea. N/P- ja N/K-suhteet korreloivat positiivisesti turvekerroksen paksuuden kanssa.

Pintakasvillisuudessa voitiin erottaa *Brachythecium-Dryopteris* ja *Pleurozium-Vaccinium*-kasvustot, jotka erosivat toisistaan myös puuston määrän, turvekerroksen paksuuden sekä pintaturpeen kalsiumpitoisuuden ja tilavuuspainon suhteen.

Puuston kuutiomäärän vaihtelu oli 20–170 m³/ha ja keskipituuden 6–13 m. Puustotunnukset olivat sitä pienempiä, mitä paksumpi oli turvekerros. Turpeen ravinteisuustunnuksista ne korreloivat vain pintaturpeen kokonaiskaliumpitoisuuden kanssa selvästi ja vaihtuvan kalsiumin pitoisuuden kanssa heikosti positiivisesti ja vaihtuvan kaliumin ja helppoliukaisen fosforin kanssa negatiivisesti. Paras korrelaatio puustotunnusten kanssa oli silmävaraisesti määritetyllä kaliuminpuutesymptomilla, joka taas korreloi selvästi pintaturpeen kaliumpitoisuuden ja N/K- ja P/K-suhteiden kanssa. Neulasanalyysit vahvistivat kaliumin puutteen esiintymisen puustossa.

Suolla on siis esiintynyt selvästi puuston kasvua rajoittavaa kaliumin puutetta, mikä on suhteessa turvekerroksen paksuuteen niin, että paksuturpeisella osalla on huonompi puusto kuin ohutturpeisella. Pintaturpeen kaliumpitoisuuden ja turvekerroksen paksuuden välisen riippuvuuden syitä on pohdittu.

7. KIRJALLISUUTTA

- AALTONEN, V. T. 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. Selostus: Lehtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena. Commun. Inst. For. Fenn. 37. 8.
- HEIKURAINEN, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta For. Fenn. 69. 1.
- HOLMEN, H. 1964. Forest ecological studies on drained peat land in the province of Uppland, Sweden. Parts I—III. Studia For. Suec. 16.
- INGESTAD, T. 1962. Macro element nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. Medd. Stat. SkogsforsknInst. 51. 7.

- KAILA, A. 1956 a. Phosphorus in various depths of some virgin peat lands. Selostus: Fosforista eräitten luonnontilaisten soitten eri kerroksissa. Maatal. tiet. Aikak. 28, 90–104.
- » — 1956 b. Phosphorus in virgin peat soils. Selostus: Luonnontilaisten turvemaiden fosforista. Maatal. tiet. Aikak. 28, 142–167.
- » — & KIVEKÄS, J. 1956. Distribution of extractable calcium, magnesium, potassium, and sodium in various depths of some virgin peat soils. Selostus: Uttuvan kalsiumin, magnesiumin, kaliumin ja natriumin määristä eräitten luonnontilaisten soitten eri syvyyksissä. Maatal. tiet. Aikak. 28, 237–247.
- MALMSTRÖM, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. Commun. Inst. For. Fenn. 40. 17.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1972. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrityksessä. Commun. Inst. For. Fenn. 74.5.
- PUUSTJÄRVI, V. 1957. On the base status of peat soils. Acta Agric. Scand. VII, 190–223.
- SARASTO, J. 1962. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Selostus: Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden luokittelusta. Acta For. Fenn. 74.5.
- SJÖRS, H. 1961. Some chemical properties of the humus layer in Swedish natural soils. Kungl. Skogshögskolans Skrifter 37.
- VAHTERA, E. 1956. Metsänkasvatusta varten ojitettujen soitten ravinnepitoisuuksista. Referat: Über die Nährstoffgehalte der für Walderziehung entwässerten Moore. Commun. Inst. For. Fenn. 45. 4.

SUMMARY:

ECOLOGICAL INVESTIGATIONS IN A DRAINED PEATLAND AREA

The study deals with the relationships between the tree stand characteristics, the ground vegetation and the properties of the peat in a former herb-rich spruce swamp which has been drained in the 1930s. A spruce stand was established in the area at time of draining by planting under a nurse crop of birch. All the birch trees have been removed later. The area is located in central Finland.

The spruce plantation was measured in 1970 using the anglecount method, and the depth of the peat layer was determined in each point of estimation. Vegetation analyses were made in 21 sample plots, and peat samples, each of which was representative of a 10 cm layer, were taken down to a depth of 30 cm from the same sample plots (Fig. 1). Moreover, the degree of potassium deficiency was estimated on the basis of symptoms visible on the tree stand. The following determinations were made from the peat samples: peat type, degree of humification, bulk density (from milled peat), pH_{H_2O} , N (with the Kjeldahl method), exchangeable Ca and K as well as easily soluble P from acid ammonium acetate extract (pH 4.65), ash content and total K and P by extracting from the ash using hydrochloric acid. Peat samples and needle samples were also collected from two ordinary stand sample plots.

The thickness of the peat layer varied between 5 and 110 cm, and the volume of the growing stock between 20 and 170 m^3/ha (Fig. 3). The peat type was LSC

and SC peat, and the degree of humification varied between H5 and H7 (Table 1). Figs. 2 and 3 show the bulk density and the chemical characteristics of the peats. Total phosphorus and potassium showed a positive correlation with the ash content. The proportion of easily soluble phosphorus in total phosphorus was 1:70 in the topmost 10 cm layer and 1:230 in the 10–30 cm peat layer. About half of the potassium was in an exchangeable form. Fig. 4 shows the relationships between the nutrient content of the topmost peat layer and the thickness of the whole peat cover. There was a positive correlation between the N/P and N/K ratios and the thickness of the peat layer, too.

Fig. 5 shows the correlations between different plant species as drawn from the vegetation analyses made. The ground vegetation can be divided into two communities, the average species compositions of which are presented in Table 2. In the areas covered by the *Brachythecium-Dryopteris* community the tree crop was clearly taller and the depth of the peat layer slightly smaller than in the areas covered by the *Pleurozium-Vaccinium* community. In the former areas the calcium content of the topmost peat layer was also greater, and the bulk density of the peat smaller than in the latter.

There was a negative correlation between the volume of the growing stock and the thickness of the peat cover (Fig. 6, Table 3) as well as between the average height of the tree stand and the thickness of the peat layer. Among the nutrient characteristics studied, only total potassium showed a clear positive correlation (Fig. 7) with the stand characteristics, the correlation between the stand characteristics and exchangeable calcium being slightly positive. Exchangeable potassium and easily soluble phosphorus correlated negatively with the stand characteristics (Table 3). The lastmentioned two nutrient characteristics showed no correlation with the thickness of the peat layer. The closest correlation with the stand characteristics studied was obtained for the potassium deficiency symptoms (Fig. 8). The joint effect of the various factors on stand growth was studied using selective regression analysis. Table 4 shows the results obtained. It must be observed, however, that the number of observations was small (21).

The results obtained from the needle analyses performed are shown in Table 7. The differences established for potassium and calcium (Table 6) became visible also in the needle analyses: in the case of phosphorus, however, the situation was different. The results obtained from needle analyses supported the potassium deficiency determinations from symptoms and indicated, abreast with the peat analyses performed, the great importance of potassium deficiency, particularly in relation to phosphorus, for the poor growth of the tree stand, particularly in the parts of the study area in which the greatest thickness of the peat layer had been recorded.

It cannot be said for sure why potassium deficiency increases with increasing thickness of the peat layer. A situation of this kind is probably not very common in the case of Finnish peat soils.

KÄRKKÄINEN, MATTI

O.D.C. 811.161: 174.7 *Pinus silvestris*

1973. Amount and size of rays in pine stems. — SILVA FENNICA Vol. 7, N:o 2, 27 p. Helsinki.

The material consists of 4 pine stems from which 757 samples from various heights and distances from the pith. According to the results, the number of rays and their sizes are greater at the stump level than higher up in the stem. The size increases and the number decreases on moving from the pith outwards. However, there are differences between stems as regards the variation model. The ratio between the number of fusiform rays and that of uniseriate rays seems to be lower than that anticipated earlier, about 1:40 . . . 1:50. The average proportion of ray volume varied from 5.6 % to 7.3 %.

Authors' address: Department of Logging and Utilization of Forest Products, University of Helsinki, SF — 00170 Helsinki 17, Finland.

PÄIVÄNEN, JUHANI

O.D.C. 116.12

1973. The effect of thinning on the snow cover and soil frost conditions in a young Scots pine stand on drained peat. SILVA FENNICA Vol. 7, N:o 2, 15 p. Helsinki.

The paper describes the results obtained from an investigation into the effect of thinning cuttings of different intensity and of fertilizer application on the depth and water equivalent of the snow cover as well as on the depth of the soil frost in a young Scots pine (*Pinus silvestris*) stand growing on drained peat. Only extremely heavy thinning (60 % of the volume) seemed to increase the depth and the water equivalent of the snow cover. The indirect effect of fertilizer application on the snow conditions seemed insignificant. In the clear-cut sample plot of the study, soil frost was either not found at all, or the depth of the frozen soil layer was smaller than in the other plots.

Author's address: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, SF — 00170 Helsinki 17, Finland.

KELLOMÄKI, SEPPÖ

O.D.C. 907.2: 182.47/48

1973. Ground cover response to trampling in a spruce stand of Myrtilillus type. SILVA FENNICA Vol. 7, N:o 2, 18 p. Helsinki.

The study deals with the trampling tolerance of forest vegetation in a Myrtilillus type, based on the effects of simulated trampling on the coverage and biomass of field and bottom layers of the vegetation. The reliability of the results from the simulated trampling was tested by comparing them with those obtained from real trampling.

According to the results the trampling tolerance of the bottom layer is greater than that of the field layer. The trampling tolerance of different species varies, so that grasses and dwarf shrubs have a higher tolerance capacity than herbs. Even light trampling of short duration causes noticeable changes in the coverage and biomass of the ground vegetation.

Despite certain deficiencies, the simulated trampling gave parallel results to those obtained for real trampling.

Author's address: Department of Silviculture, University of Helsinki, SF — 00170 Helsinki 17, Finland.

MANNERKOSKI, HANNU

O.D.C. 181.341: 114.444

1973. Ecological investigations in a drained peatland area. SILVA FENNICA Vol. 7, N:o 2, 23 p. Helsinki.

The paper deals with the relationships between macronutrients, ground vegetation and tree crop in a drained peatland area. There was a negative correlation between the thickness of the peat layer and the volume and mean height of the growing stock. This was found to depend on the negative correlation prevailing between the potassium content of the topmost peat layer and the thickness of the peat cover. The deficiency of potassium is clearly discernible as deficiency symptoms in the needles, the intensity of which showed a strong correlation with the stand characteristics studied. Among the nutrient characteristics of the topmost peat layer, total potassium and the N/K and P/K ratios showed the closest correlations with the stand characteristics. The communities into which the ground vegetation was divided differed from each other with regard to the calcium contents of the peat substrate.

Author's address: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, SF — 00170 Helsinki 17, Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

SILVA FENNICA-sarjassa julkaistaan suomen- tai ruotsinkielisiä lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan SILVA FENNICAN numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä yleisiä ohjeita.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt tiivistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englanninkielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunkin SILVAN numeron loppuun painetaan irti leikattavan kortin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Luettelo sisällöstä ei ole välttämätön. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa – viivalla muusta tekstistä erotettuna.

Kuvien ja piirrosten viivapaksudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaatiman pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoja ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle valkealle paperille suurennettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettaviksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähdeviitauksissa tekijännimet sijapääteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin. Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN et al. 1961).

Viitekirjallisuus luetteloidaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijäin etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu SILVA FENNICAN numerossa Vol. 5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40.1.
LINDROOS, H., NENONEN, M. & PESONEN, P. 1970. Tutkimus metsänomistajien koulutustarpeesta. Summary: Observations on the need for education of forest owners. — Silva Fenn. Vol. 4, 1970, N:o 1: 12–32.

Seuran julkaisujen toimittaja vastaa eri kirjoitusten painoasun yhtäläisyydestä, josta syystä hänen painoasua koskevia määräyksiään on noudatettava. Tekijä vastaa kirjoituksen sisällöstä. Jos käsikirjoituksesta poiketaan, lankeavat tästä aiheutuvat lisäkustannukset kirjoittajan maksettaviksi. Lähempiä tietoja antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIHKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUMAN AB
OY KAUKAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMEN OSAKEYHTIÖ
SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN KIRJAPAINO
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
TUKKIKESKUS
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA
VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ
RAUMA-REPOLA OY
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS