

Kimmo Paarlahti:

OJITUKSEN AIHEUTTAMISTA MUUTOKSISTA PUIDEN KASVUTEKIJÖISSÄ ERÄILLÄ SUOTYYPEILLÄ

Puuston, niinkuin yleensäkin kasvillisuuden kehitys on tietyllä tavalla riippuvainen eri kasvutekijöiden vaikutusasteista ja näissä tapahtuvista muutoksista. Luonnontilaisten soiden liian korkealla olevan ja heikosti liikkuvan pohjaveden aiheuttamia, puiden menestymistä rajoittavia välittömiä tai välillisiä vaikutuksia pyritään muuttamaan ojituksella, jonka seurauksena pohjaveden pinta alenee ja myös muissa kasvutekijöissä tapahtuu muutoksia.

Seuraavassa esitellään kesällä 1955 suoritettua tutkimusta, jossa selvitettiin ojituksen aiheuttamia muutoksia eräissä puiden kasvutekijöissä ja samalla kehitettiin tämäntapaisissa töissä käytettävää metodiikkaa. Tutkimus rajoitettiin eräitä kasvualustassa olevia tekijöitä koskevaksi ja se kohdistettiin kahteen syvyyskerrokseen: 0—5 ja 30—35 cm.

Tutkimuksia varten perustettiin tarpeellisilla kojeilla varustettu kenttälaboratorio tutkittavien kohteiden välittömään läheisyyteen. Tämän ansiosta aineistosta muodostui verraten monipuolinen, mutta tässä yhteydessä voidaan tulokset esittää vain pääpiirteittäin. Mm. kausivaihtelut on pakko sivuttaa ja käsitellä vain esiteltävissä tekijöissä esiintyneitä ojituksen aiheuttamia perusmuutoksia.

Tutkimuksen kohteet pyrittiin valitsemaan siten, että niiden edustamat suotyypit poikkeaisivat selvästi toisistaan ja toisaalta siten, että vastaavat ojitustulokset olisivat jo pitkälle muuttuneita, joten eri kasvualustatekijöissä esiintyvät erot sekä ojituksen aiheuttamat muutokset olisivat selvästi havaittavissa.

Näistä syistä tutkimuksen kohteiksi otettiin näytealat kolmelta sekä pintakasvillisuudeltaan että puustoltaan sangen erilaiselta suotyypiltä: rimpiseltä sarenavalta (RiSN), varsinaiselta sararämeeltä (VSR) ja mustikkakorvesta (MK)

sekä näiden jo varsin voimakkaasti ojituksen vaikutuksesta muuttuneilta ojitustuloksilta: karhusammalmuuttumalta (Ksmu), puolukkaturvekankaalta (Vtk) ja mustikkaturvekankaalta (Mtk).

Tutkimuksen kohteiksi otetut näytealat sijaitsevat Aureen hoitoalueen Liesnevalalla. Alue on ojitettu v. 1930 hyvin harvalla ojustolla, joten näytealat voitiin ottaa verraten suppealta alalta siten, että luonnontilaisia suotyyppejä edustavat näytealat otettiin ojen vaikutuspiiriin ulkopuolelta ja näitä vastaavia muuttumistuloksia edustavat näytealat samalta alkuperäiseltä suotyypikuviolta ojen läheisyydestä.

Näytealojen puustoa ja turvekerroksen paksuutta kuvaavat luvut on esitetty taulukossa 1. RiSN edustaa sellaista kasvualustaa, joka ei kohtalaisesta kokonaisravinteisuudestaan huolimatta tehokkaastikaan kuivatettuna ole muuttunut puiden kasvulle edullisemmaksi, vaan on yleensä osoittautunut erityisen vaikeasti metsittyväksi. Sen sijaan räme- ja korpinäytealoilla on puiden kasvussa tapahtunut huomattavaa elpymistä ojituksen seurauksena.

Neva- ja korpinäytealat vastaavat varsin hyvin edustamiensa suotyypien keskimääräistä turvekerroksen paksuutta, sen sijaan rämenäytealoilla turvekerros on melkoisesti ohuempi.

Maan kosteussuhteiden selvittämiseksi suoritettujen pohjavesi- ja sademittausten tulokset nähdään kuvassa 1. Luonnontilaisista näytealoista olivat RiSN ja VSR pohjavesisuhteiltaan jokseenkin samanlaisia, MK:n pohjaveden pinta oli keski- ja loppukesällä jonkin verran alempana kuin edellisten. Ojitetuilla näytealoilla Vtk:lla ja Mtk:lla pohjaveden pinta oli jokseenkin samalla korkeudella toisiinsa verrattuna, Ksmu:lla sen sijaan alkukesästä alempana, loppukesästä taas ylempänä. Ojituksen aiheuttama pohjaveden pinnan aleneminen voidaan kuvaa-

Taulukko 1. Näytealojen puusto ja turvekerroksen paksuus.

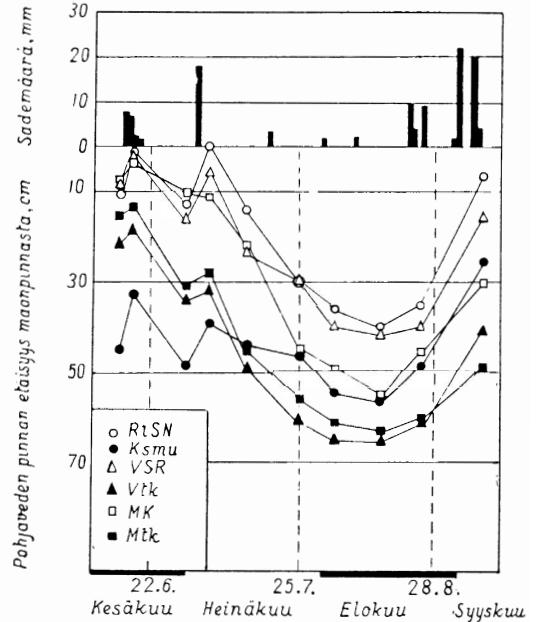
	RiSN	Ksmu	VSR	Vtk	MK	Mtk
Puusto m ³ /ha	0	△	12	143	79	115
Kasvu m ³ /ha	0	△	0.5	7.4	3.3	5.8
Turvekerros m	1.7	1.9	0.6	0.4	0.7	0.6

jista selvästi havaita ja se oli tehtyjen havaintojen keskiarvona nevalla 25.4 cm, rämeellä 22.4 cm ja korvessa 14.6 cm.

Pohjavesikaivossa esiintyvän ns. pohjavedenpinnan merkityksen selvittämiseksi otettiin näytesarjat RiSN:lta ja Ksmu:lta, joiden turve on melko homogeenista ja kohtalaisen hyvin maatonutta pintaan asti. Ensimmäinen näytesarja otettiin 26. 7. pitkän poutakauden lopulla, jolloin pohjavedenpinta oli alhaalla ja toinen 7. 9. runsaitten sateitten jälkeen. Saadut vesipitoisuuden arvot ja vastaavat pohjavedenpinnan syvyydet on esitetty taulukossa 2.

Turvekerroksen pintaosien vesipitoisuus 26. 7. oli vallinneen kuivan kauden vuoksi selvästi alhaisempi kuin seuraavalla näytteenotokerralla, mutta jo 20—25 cm:n syvyydellä vesipitoisuudet olivat jokseenkin yhtä suuret. Taulukon lukusarjat osoittavat, että turpeen vesipitoisuus lisääntyi molemmilla kerroilla jokseenkin tasaisesti pinnasta syvemmälle mentäessä. Edelleen luvuista nähdään, että mitä syvemmällä pohjaveden pinta on ollut, sitä korkeampi vesipitoisuus on tarvittu, että kaivon muodostuisi vedenpinta. Tämä johtunee siitä, että vähemmän maatonneen pintaturpeen sisältämä vesi on pääasiassa verraten helposti irtautuvaa okluusio- ja kapillaarivettä ja taas syvemmällä, maatonneemmassa turpeessa vesi on pääasiassa kolloidisesti sitoutunutta hydrataatiovettä, joka on huomattavasti vaikeammin irtautuvaa. Näyttäisi siis ilmeiseltä, että pohjavesikaivossa esiintyvä ns. pohjavedenpinta ei turpeessa merkitse vesipitoisuuden jyrkkää nousukohtaa, vaan paremminkin turpeen vesipitoisuuden suhdetta sen vedenpidätyskykyyn asianomaisella kohdalla.

Kasvualustassa olevien vesien liikkuvuuden on todettu olevan primäärisen puiden menestymiseen vaikuttavan tekijän, jonka kanssa korreloivia puiden menestymiseen vaikuttavia kasvualustateki-



Kuva 1. Pohjaveden pintojen vaihtelu ja sademäärä.

jöitä on useitakin, mm. hapenluovutuskyky. Vesien liikkuvuus on ilmeisesti lähinnä riippuvainen maan vedenläpäisevyydestä, joskin myös maan pinnan kaltevuus vaikuttaa vesien liikkuvuuteen. Suoritettujen, turpeen vedenläpäisevyyttä selvittävien kokeiden tulokset näkyvät taulukosta 3.

Saatujen tulosten mukaan turpeen vedenläpäisevyys ja siis myös vesien liikkumismahdollisuus pieneni selvästi pinnasta syvemmälle mentäessä. Erityisen selvästi tämä näkyy RiSN:lla, Ksmu:lla ja VSR:llä, joiden turve on rakenteeltaan

Taulukko 2. Vesipitoisuuden pystysuora jakaantuminen.

	Syvyyksikerros cm	26. 7.		7. 9.	
		Pohjav. syvyys cm	Vesi- pitois. o/o	Pohjav. syvyys cm	Vesi- pitois. o/o
Ksmu	0—5		85.4	6	88.6
	10—15		86.7		88.8
	20—25		88.8		88.8
	30—35	30	90.5		89.6
RiSN	0—5		78.8	25	83.9
	10—15		83.9		85.6
	20—25		88.0		88.3
	30—35	36	92.1		91.8
	40—45		92.5		92.0

Taulukko 3. Turpeen vedenläpäisevyys.

Syvyyskerros cm	RiSN	Ksmu	VSR	Vtk	MK	Mtk
	Suhteellinen vedenläpäisevyys					
0—5			100.0			
5—10	8.0					
10—15			10.0		31.9	
15—20						
20—25	0.3	1.2	1.7	6.3	5.4	
25—30						5.9
30—35		0.5		5.0		4.2
35—40	0.2				2.6	
40—45		0.2		4.4		3.7

homogeenista. Vtk:lla, MK:lla ja Mtk:lla sen sijaan turve näyttää vielä syvemmäläkin olleen suhteellisen hyvin vettä läpäisevää. Vaikka tämä aineisto ei riitä osoittamaan mitään selvää ojituksen aiheuttamaa turpeen vedenläpäisevyyden lisäystä, on syytä olettaa, että ojitus parantaa vesien liikkumismahdollisuutta, sillä turpeen vedenläpäisevyys on riippuvainen ennen kaikkea turpeen rakenteesta ja sen sisältämistä puiden juurista ja niiden jäännöksistä, joiden määrää turpeessa ojituksen seurauksena ojitusalueelle kasvavan puuston juuristo lisää. On selvää, että ojitus parantaa suoranaisesti vesien liikkuvuutta tarjoamalla niille paremmat valumis- ja liikkumismahdollisuudet.

Kasvualustan happamuuden ja hapetus-pelkistysasteen selvittämiseksi suoritettujen mittausten tulokset selviävät taulukosta 4.

Kuten taulukon luvuista havaitaan, kasvualusta oli kaikilla näytealoilla varsin hapanta. Happamuus näyttää vähentyneen yleensä pinnasta syvemmälle mentäessä ja ojitus näyttää jonkin verran läsnäoleen happamuutta.

Yli 500 mV:n hapetus-pelkistyspotentiaalilukemat merkitsevät turvemaidella selvästi aerobisia, alle 300 mV:n lukemat selvästi anaerobisia ja näiden välillä olevat lukemat osittain anaerobisia kasvualustaosuhteita. Tämän mukaan ei mikään saaduista potentiaalien arvoista kuvastaisi selvästi anaerobisia oloja, 0—5 cm:n kerroksessa vallitsivat kaikkialla aerobiset, ja 30—35 cm:n kerroksessa osittain anaerobiset olosuhteet. Verrattaessa toisiinsa luonnontilaisia ja vastaavia ojitettuja näytealoja voidaan havaita, että vähäistä hapetus-pelkistyspotentiaalain nousua on tapahtunut ojituksen seurauksena.

Taulukko 4. Happamuus ja hapetus-pelkistysaste

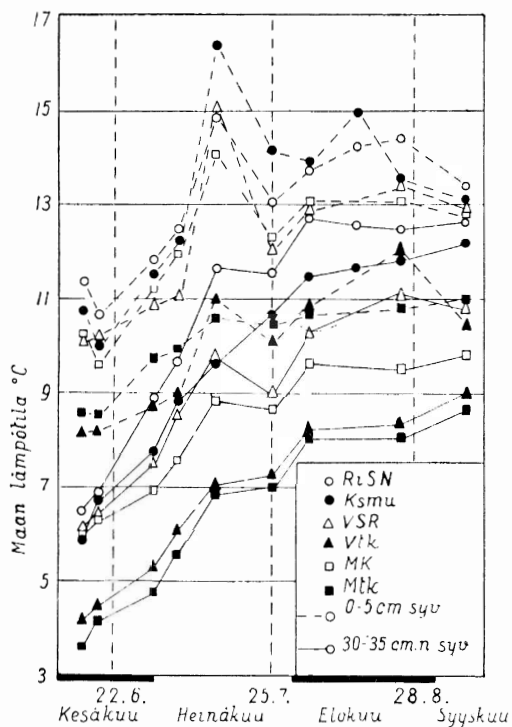
Syvyyskerros cm	RiSN	Ksmu	VSR	Vtk	MK	Mtk
	pH					
0—5	4.2	3.8	3.9	3.8	4.1	4.0
30—35	4.2	4.1	4.2	4.0	4.7	4.2
	Hapetus-pelkistysaste (Eh' (3) mV)					
0—5	560	560	600	635	560	630
30—35	430	440	430	—	420	515

Maan lämpösuhteiden selvittämiseksi suoritettujen lämpötilanmittausten tulokset selviävät kuvasta 2.

Kuvaajia tarkasteltaessa kiintyy huomio erityisesti siihen, että ojitettujen näytealojen lämpötilat olivat miltei poikkeuksetta alhaisempia kuin vastaavien luonnontilaisten näytealojen. Eräänä syynä tähän on luonnollisesti ainakin Vtk:lla ja Mtk:lla runsaamman puuston aiheuttama varjostus, joka on pienentänyt maanpinnan saamaa säteilymäärää. Toisaalta oli kuitenkin myös puuttomilla näytealoilla Ksmu:lla ja RiSN:lla, joilla maanpinnan saama säteilymäärä oli jokseenkin yhtä suuri, ojitettuna Ksmu-näytealan turve 30—35 cm:n kerroksessa kylmempi kuin luonnontilaisen RiSN:n, mikä osoittaa ojituksen seurauksena tapahtuneen turpeen kuivumisen huonontaneen maan lämmönjohtokykyä, sillä 0—5 cm:n kerros oli molemmilla näytealoilla jokseenkin yhtä lämmin.

Maan ravinteisuuden määrittämiseksi suoritettujen analyysien tulokset näkyvät taulukosta 5.

Taulukossa on esitetty vaihtuvat ravinteet milligrammoina sataa ilmakuivaa turvegrammaa kohti. Mitään selvää ojituksen aiheuttamaa vaihtuvien ravinteiden pitoisuuden lisäystä ei saaduista tuloksista ole havaittavissa. Tässä on kuitenkin otettava huomioon, että analyysien tulokset kuvastavat vain maassa mobilisoituneiden ja siitä poistuneiden ravinteiden erotusta. Mm. Vtk:lla ja Mtk:lla on varsin elinvoimainen puusto, joka ottaa maasta runsaasti ravinteita, ja näin ollen niitä täytyy myös muodostua runsaasti, jotta erotus pysyisi edes samana kuin vastaavilla luonnontilaisilla näytealoilla, joil-



Kuva 2. Maan lämpötilan vaihtelu.

la ainakin puuston käyttämät ravinnemäärät ovat huomattavasti pienemmät.

Taulukosta nähdään se varsin mielenkiintoinen seikka, että vaihtuvien ravinteiden pitoisuudet olivat aivan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta pintakerroksessa selvästi suuremmat kuin syvämmässä kerroksessa. Puiden juuristojen pinnallisuuden sekä luonnontilaisilla että myös ojitetuilla soilla on tulkittu johtuvan pääasiassa syvämpien turvekerrosten ha-

pen niukkuudesta. Eräänä tärkeänä syynä turvemaiden kasvavien puiden juuristojen pinnallisuuteen on kuitenkin ilmeisesti edellä todettu vaihtuvien ravinteiden keskittyminen valtaosaltaan turpeen ohueen pintakerrokseen, sillä useissa tutkimuksissa on tultu siihen tulokseen, että kasvien juuret ryhmittyvät sinne, missä ravinteita on runsaimmin.

Eräänä tärkeänä turpeen kasvualustamainaisuuksiin vaikuttavana tekijänä pidetään pieneliöstöä ja sen aktiviteettia orgaanisen aineksen hajottajana ja tähän liittyvän ravinteiden mobilisaation ylläpitäjänä. Näytealoilla suoritettujen, pieneliöstöön kohdistuneiden tutkimusten tulosten yhdistelmä on esitetty taulukossa 6.

Taulukosta nähdään, että aerobiset organismit, sienet, aerobiset bakteerit, sädesienet ja tiosulfaattia hapettavat bakteerit ovat selvästi keskittyneet pintakerrokseen, ja niitä esiintyy varsin niukasti syvämmässä kerroksessa. Kaikkien em. kohdalla nähdään ojituksen aiheuttamaa lisäystä, joka sekkin keskittyy pintakerrokseen. Anaerobisten, sulfaattia pelkistävien bakteerien keskittymistä jompaan kumpaan syvyyskerrokseen ei tuloksista havaita, eikä myöskään mitään ojituksen aiheuttamia lisäyksiä.

Selvimmän edellä esitetyistä tutkimustuloksista ilmenee se, että varsin ohut pintaturve muodosti kasvualusta aktiivisimman kerroksen niin hyvin luonnontilaisilla kuin ojitetuillakin näytealoilla. Edelleen voitiin tuloksista päätellä, että ojituksen vaikutus rajoittui vain ohueen pintakerrokseen, sillä 30—35 cm:n kerroksessa ei enää selviä ojituksen aiheutta-

Taulukko 5. Vaihtuvien ravinteiden pitoisuus.

	Syvyyskerros cm	RiSN	Kmsu	VSR	Vtk	MK	Mtk
		mg/100 g ilmakuivaa turvetta					
NO ₂ +NO ₃	0—5	6.7	23.0	9.0	9.4	8.9	7.9
	30—35	3.1	7.1	4.5	5.1	3.3	3.0
NH ₄	0—5	23.3	24.8	25.3	29.2	34.0	27.7
	30—35	32.7	57.4	12.8	10.6	18.0	16.7
P ₂ O ₅	0—5	13.9	14.5	19.1	13.3	10.9	34.5
	30—35	2.4	3.8	4.1	3.5	2.4	3.2
K ₂ O	0—5	29.9	24.0	91.0	71.4	94.2	71.4
	30—35	9.0	9.9	13.8	6.0	9.0	5.4
CaO	0—5	170.0	159.6	128.3	207.0	351.0	308.0
	30—35	168.7	153.7	139.2	47.1	195.7	231.5
MgO	0—5	60.9	51.0	64.8	83.4	142.2	73.2
	30—35	67.1	76.2	45.1	12.3	46.2	55.2

Taulukko 6. Mikrobisto.

	Syvyys- kerros cm	RiSN	Kmsu	VSR	Vtk	MK	Mtk
Sienet	0—5	+	++	++++	++++	+++	+++++
	30—35	—	+	+	++	+	++
Aer. bakt. 1000 kpl/g	0—5	650	860	740	1200	790	1610
	30—35	4	65	140	20	75	27
Sädesienet	0—5	—	—	+	++	+	+++
	30—35	—	—	—	—	—	—
Tiosulf. hap. bakteerit	0—5	++	++	+++	+++	++	++
	30—35	+	+	++	+	+	+
Sulf. pelk. bakteerit	0—5	++	+	+	++	+	+
	30—35	+	+	+	++	++	++

mia muutoksia ollut havaittavissa. Ojitus oli vaikuttanut kaikkiin tutkittuihin kasvualustatekijöihin, mutta metsäpuitemme ekologiset vaatimukset eri kasvupaikka-tekijöiden vaikutusasteisiin nähden ovat vielä siinä määrin vaillinaisesti tunnettuja, että tarkempia vertailuja niiden ja todetujen muutosten välillä ei voida tehdä. Lisäksi on muistettava, että puiden menestymistä saattaa rajoittaa jokin välillisesti vaikuttava tekijä, jonka vaikutusasteen vertaaminen suoraan puiden ekolo-

gisiin vaatimuksiin ei paljasta sen merkittävyyttä. Tämäntapaisia vertailuja ja niiden edellyttämiä perustutkimuksia olisi edelleen suoritettava, jotta maan vesitaloutta osattaisiin järjestellä mahdollisimman tarkoitustaan vastaavalla tavalla.

Nämä tulokset loisivat perustaa paitsi varsinaiselle ojituksen suorittamiselle, myös yritykselle keinotekoisesti vaikuttaa ojituksen jälkeen puuston kasvua rajoittaviksi jääviin tekijöihin, kuten esimerkiksi ravinteisuuden lisäämiselle lannoituksella.

CHANGES CAUSED BY DRAINING IN THE EDAPHIC FACTORS ON SOME BOG TYPES

The degree of effectiveness of some edaphic factors has been studied during one growing season on three virgin bog types and on the 25-year draining results of these bogs. The virgin types were represented by a mesotrophic treeless bog with *Carex* vegetation and with bare patches, by »rimpis» (RiSN), by a pine bog with *Carex* vegetation (VSR), and a spruce-birch bog with *Myrtillus* vegetation (MK). The drained variants of these bog types, respectively, were a hair-cap (*Polytrichum*) moss variant (Kmsu), a forest of *Vaccinium* type on peat soil

(Vtk), and a forest of *Myrtillus* type on peat soil (Mtk).

The investigation was centered on two depth layers, i.e., 0 to 5 and 30 to 35 cm.

The ground water table (cf. Fig. 1 p. 14) had been lowered by 25,4 cm by the ditching on the treeless bog (RiSN—Kmsu), by 22,4 cm on the pine bog (VSR—Vtk) and by 14,6 cm on the spruce-birch bog (MK—Mtk). The water content of the peat had been lowered in a surface layer of approximately 25 cm depth.

The permeability of the peat to water (cf. Table

PROFESSORI S. E. MULTAMÄKI 70-VUOTIAS



Helsingin yliopiston täysinpalvelit suometsätieteen professori Sulo Emil Multamäki täytti 22 päivänä helmikuuta 70 vuotta.

S. E. Multamäki on kotoisin Hollolasta. Oppikoulunsa hän kävi Lahden Yhteiskoulussa, josta tuli ylioppilaaksi 1910. Kiintyneenä suomalaiseen luontoon ja sen metsiin hän opiskeli metsänhoitajaksi ja valmistui v. 1914. Tämän jälkeen hän toimi suonkuivausmetsänhoitajana Metsähallituksessa suorittaen samanaikaisesti fil.kand. tutkinnon 1917 ja väitteli tohtoriksi 1919.

Samanaikaisesti hän kiintyi Suomen soihin ja niiden tarkoituksenmukaiseen hyväksikäyttöön siinä määrin, että tutkijaluonteensa ajamana suoritti perustavia tutkimuksia suometsätieteen alalla. Hänen tunnetuimmista tutkimuksistaan mainittakoon »Tutkimus ojitettujen turvemaiden

metsänkasvusta» (1923) sekä »Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittämiseen» (1942).

Uraaurtavan työn hän suoritti myös ensimmäisenä professorina suometsätieteen laitoksessa Helsingin yliopistossa, johon hänet nimitettiin tieteellisten ansioitensa ja laajan käytännön kokemuksensa perusteella v. 1944. Tässä toimessa hän vaikutti eläkkeelle siirtymiseensä saakka kasvattaen perustetulla uudella suolinjalla alan erikoismiehiä metsätaloutemme palvelukseen.

Opetus- ja tutkimustehtäviensä ohella prof. Multamäki on hoitanut lukuisia luottamustehtäviä tieteellisen sekä liike-elämän piirissä. Niinpä hän kuului mm. Suoseuran perustajajäseniin. Erikoisesti hänen sydäntään lähellä on jatkuvasti metsäylioppilaiden ja valmiiden metsänhoitajien kuoro »Metsien Laulajat», jonka puheenjohtajana hän on toiminut sen perustamisesta lähtien.

Myöskin laajat maatalouspiirit tuntevat prof. Multamäen, joka maatilallaan Järvelässä seuraa aikaansa maanviljelijänä sen lisäksi, että sielläkin saavat isännän lempilapsina suotutkimukset osansa.

Prof. S. E. Multamäki jatkaa pirteänä emerituksena tutkimustoittoa, joista hän esitteli merkittäviä tuloksia Suomen Metsätieteellisessä Seurassa muutamia päiviä ennen merkkipäiväänsä.

Suoletti toivottaa osaltaan onnea ja jatkuvaa työniloa.

3. p. 15) was found to have increased, as a result of draining, in the surface layer of the peat into which the tree roots penetrate, thus forming passages for the water.

The draining had increased the acidity of the peat and to some extent its oxidation-reduction potentials (cf. Table 4. p. 15).

The soil temperature (cf. Fig. 2. p. 16) had been lowered by the ditching especially on wooded types.

No change in the amount of available nutrients (cf. Table 5. p. 16) resulting from draining was noted but most of the available nutrients were observed to have distinctly

concentrated in the shallow upper portion of the peat layer.

The quantity of aerobic microbes especially in the surface layer (0 to 5 cm) had increased as a result of the draining, while no change was observed in the quantity of anaerobic microbes (cf. Table 6. p. 17).

The results of the investigation indicate that the properties studied in this instance were affected by draining and that the changes, i.e., the effects of the draining had only occurred in a comparatively thin surface layer constituting the most active layer on virgin as well as ditched bog types.