

KOKEMUKSIA RAUDUKSEN ISTUTUKSESTA OJITETUILLE SOILLE

TAPIO LEHTINIEMI JA JUHANI SARASTO

SUMMARY:

BETULA VERRUCOSA (EHRH.) PLANTATIONS ON DRAINED PEAT

Saapunut toimitukselle 18. 12. 1972

Tämän selvityksen tarkoituksena on koota toistaiseksi vähäiset, saatavilla olevat tiedot rauduskoivun istutuksesta ojitetuille soille. Tässä yhteydessä esitellään kirjoittajien omat kokeet.

Kokemukset osoittavat, ettei rauduksella olla päästy vielä yhtä hyvin tuloksiin, kuin mihin mäntyä käytettäessä on totuttu. Tulokset viittaavat siihen mahdollisuuteen, että raudukselle käyttökelpoista kalsiumia ja fosforia olisi vanhoilla ojitusalueilla liian vähän tyypeen verrattuna. *Godronia multispora* Groves-sienen aiheuttamat kuoliot ovat tavallisia kituvissa tai kuolleissa rauduksen taimissa.

1. JOHDANTO

Jo 1930-luvulla Metsäntutkimuslaitoksen toimesta perustettiin muutamia pienehköjä rauduksen (*Betula verrucosa* Ehrh.) viljelyskokeita Haapaveden ja Vilppulan soille (ks. LUKKALA 1951). Tuloksia näistä ei ole toistaiseksi julkaistu. Systemaattinen tutkimustoiminta alkoi vasta 1930-luvulla, jonka loppupuolella Metsäntutkimuslaitoksen suo-osaston tutkijat perustivat laajahkoja viljelykokeita. Helsingin yliopiston puolella SARASTO (1963 ja 1964) aloitti sekä raudus- että hieskoivun (*B. pubescens* Ehrh.) kylvöstä Juupajoella ja Ruovedellä päätyen toteamukseen, ettei suovesi estä kummankaan koivulajin idäntää. Ensimmäisen kasvukauden jälkeen rauduksen kylvöt näyttivät onnistuneen I ja II hyvyysluokan (asteikko I—V) korpiturvekankailla ja III-luokan nevuuttamalla. Sen sijaan IV hyvyysluokkaa edustanutta rämeojikkoa ei voitu pitää rauduksen kylvölle soveliaana. Se poikkesi muista kohteista myös siinä, että hies kehittyi raudusta paremmin. Mainittu tutkija huomautti jo tuolloin, että olisi ennen aikaista soveltaa saatuja tuloksia heti

käytäntöön; syyskesällä 1967 suoritettussa inventoinnissa todettiin rauduskoivujen säilyneen kohtalaisesti vain II ja III hyvyysluokan soilla, kun kylvö oli suoritettu 'skalpeerattuun' pintaan.

SARASTO (ennakkotietoja) jatkoi kokeitaan samoilla soilla, osaksi samoilla koeruuduillakin keväällä 1963 istuttamalla 1 + 0 ja saman vuoden syksyllä 1 + 1 rauduskoivun taimia. Edelliset kuolivat nopeasti niin, että vuoden 1966 syysinventoinnissa elossa oli keskim. n. 20 % taimista. Jälkimmäiset menestyivät hieman paremmin. Koulimattomat taimet vaurioituivat ja kuolivatkin pääasiassa kasvukauden ulkopuolisena aikana.

Pohtiessaan rauduksen luontaista puuttumista suolta KURKELA (1965) viittaa sen suureen kivennäisravinnetarpeeseen, mutta arvelee, että ravinnepuute voisi johtaa kuitenkin vain kitukasvuisten yksilöiden esiintymiseen, ei rauduksen lähes täydelliseen poissaoloon. Hän katsoo, että hieskoivun mutta erityisesti rauduskoivun taimissa suolla yleinen taudinaiheuttaja *Godronia multispora* Groves-sieni olisi se bioottinen tekijä, joka lopulta estää rauduksen menestymisen luontaisesti.

KOSKELA (1970) on tehnyt havaintoja mm. rauduskoivun halla- ja pakkas-kuivumisvaurioista Leivonmäen Kivisuolla. Elokuun alussa sattunut ilman lämpötilan lasku -4°C :een ei vaurioittanut taimia. Sen sijaan pakkas-kuivumisen ja kevähallon seurauksena silmut eivät puhjenneet, puhkesivat hitaasti tai lehtien kehitys oli heikkoa.

Nyt esiteltävässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää kokeellisesti käsittelemättömään tasapintaan istutettujen rauduskoivun 1 + 1 taimien menestymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä ilman lannoitusta ja täyslannoituksella erilaisilla ojitetuilla soilla Pohjois-Hämeessä.

Tutkimus on jatkoa edellä esitellyille SARASTON koivukokeille.

Tutkimustyön yhteydessä olemme saaneet apua professoreilta OLAVI HUIKARI ja VILJO PUUSTJÄRVI sekä MML TIMO KURKELalta ja FL PERTTI HARILta. Tutkijaprof. LEO HEIKURAINEN ja vt. prof. KUSTAA SEPPÄLÄ ovat lukeneet käsikirjoituksen. Heidän tekemänsä huomautukset olemme ottaneet varteen. Tutkimuksen on kirjoittanut puhtaaksi MMK RAILI VIHOLA.

Lämmin kiitoksemme kaikille nimeltä mainituille ja myös tässä nimeltä mainitsemattomille, jotka ovat myötävaikuttaneet työn syntyyn. Koivukeskus on tukenut työtä ja ansaitsee erityiset kiitoksemme.

Työnjako on ollut seuraava: Lehtiniemi on tehnyt kesän 1970 kenttätöitä ja laatinut käsikirjoituksen; Sarasto on huolehtinut muusta.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

21. VILJELYKOHTTEET

Istutuksia suoritettiin keväällä 1967 neljällä Metsähallinnon Korkeakosken hoitoalueen maihin kuuluvalla suolla (taulukko 1): Mämmisuolla, Laku-

nevalla, Kotisuolla ja Musturissa. Kaksi viimeksi mainittua ovat Juupa-joen ja muut Ruoveden kunnassa. Korkeus vaihtelee välillä 145–165 m m.p.y. Vuotuinen sadanta on alueella keskim. 600 mm, josta noin puolet tulee touko–syyskuun aikana. Haihdunta on n. 300 mm ja termisen kasvukauden pituus 160 vrk. Mämmisuo on tyypillinen korpijuotti ja Kotisuo pienehkö, rämetyyppjä sisältävä suo. Molemmat saavat valuvesien mukana ympäröiviltä kankailta ravinteita. Sekä Lakuneva että Musturi ovat laajoja suoyhdistymiä. Lakuneva on ojitettu v. 1909, Kotisuo 1961, Musturi 1936 ja Mämmisuo 1913 sekä kulotettu 1961. Myöhemmin Lakunevalle ja Musturiin on kaivettu täydennysojia ja vanhoja ojia on perattu. Viljelykohteet oli

Taulukko 1. Tietoja viljelykohteista
Table 1. Data on the sites of the study

Osa-alue Block	Suotyyppi Site type ¹⁾		Metsäojitusboniteetti Site quality index ²⁾	Sarkaleveys, m Ditch spacing, m	Kasvipeitteen korkeus heinäkuussa 1970, ka., cm Average height of vegetation in July 1970, cm		Turvelaji ja maatumisaste Peat type ⁴⁾ and humification degree ⁵⁾		
	Alkuperäinen Original	V. 1970 in 1970			Kenttäkerros Field layer	Luonnontaimisto Natural reproduction	0–5 cm	5–10 cm	10–20 cm
Mämmisuo	MK	Rhtkg	7	85 ³⁾	40	80	MCS ₇	MS ₈	CS ₇
Lakuneva I	PK/MK	Mtkg	7	160	20	150	CS ₃	CS ₇	MS ₇
Kotisuo	VSR/KR	VSRmu	5	29	50	70	S ₂	MS ₄	MS ₄
Lakuneva II	KR	Vtkg	4	105	40	140	NMS ₆	MS ₃	EqC ₆
Musturi I	LkN	LkNmu	2	85	40	100	ErS ₂	MCS ₅	MCS ₅
Musturi II	RhSN	Mtkg	6	47	50	120	MSC ₈	MCS ₈	MC ₄

¹⁾ see HEIKURAINEN 1964.

²⁾ alkuperäisen suotyypin pohjalta määritettynä — based on the original site type.

³⁾ ns. 'yhden ojan korpi' — a narrow site with only one ditch.

⁴⁾ C = Carex peat

S = Sphagnum peat.

Eq = peat with Equisetum fluviatile rests.

Er = peat with Eriophorum vaginatum rests

M = woody peat

N = peat with shrub rests

⁵⁾ according to v. Post

valittu siten, että ravinteisuuden luontaisen vaihtelun merkitys saataisiin esille. Kohteet ovat samoja, joita SARASTO käytti vuoden 1963 istutuksiin. Kaikki kuviot olivat paksaturpeisia. Kesällä 1970 koeruudustoja ympäröi taimisto tai riukuvaiheen metsikkö. Myös ruuduille oli noussut luonnonsiemennyksestä männyn taimistoa, joukossa hieskoivua. Männyn kasvua tarkastellen kuivatusteho näytti kaikkialla vähintään tyydyttävältä; sen sijaan pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuuden perusteella arvostellen Musturin karummalla kohteella oli vajaakuivatusta. Mämmisuo joutuu keväisin tulvan alle, ja kesäkuukausienkin aikana siellä on ilmivettä, koska sen pintaturve on maatuneena vettä huonosti läpäisevää.

22. KOEJÄRJESTELYT JA INVENTOINNIT

Jokaiselle osa-alueelle paalutettiin 40 × 60 m:n ruudusto, jossa ruudun koko oli 20 × 20 m. Taimet istutettiin 2 × 2 m:n välein käsittelemättömään pintaan kourukuokalla. Täten kuhunkin ruutuun (toistoon) tuli 100 tainta ja koko viljelymääräksi 3 600 kpl. Taimissa havaittiin jonkin tunnistamatta jätetyn sienien aiheuttamaa tautia jo istutettaessa, ja kun kuolleisuus osoitautui keväällä 1968 korkeaksi, päätettiin tehdä täydennysistutus, joka sekin suoritettiin 1 + 1 taimilla. Alkuperäis- ja täydennystaimet erotettiin toisistaan eri värisillä muovinauhoilla. Samalla taimet lannoitettiin suomaiden Y-lannoksella (14-18-10), 50 g kullekin halkaisijaltaan 60 cm:n laikkuun. Shakkilaudan tapaan puolet ruuduista jätettiin lannoittamatta kullakin osa-alueella. Taimet oli kasvatettu Metsänjalostussäätiön Pieksämäen taimitarhalla. Siemen oli kerätty Lohjalta, joten siirto pohjoiseen alkuperäpaikkakunnalta on n. 180 km.

Kokeet luettiin vuosittain kaksi kertaa: kesäkuussa (kevätinventointi) ja elo–syyskuussa (syys-) paitsi syksyllä 1969. Tuolloin tarkkailtiin vain elossaoloprosenttia. Keväällä 1970 suoritettiin muita perusteellisempi inventointi mm. kuolinsyiden selvittämiseksi. Viimeiseen inventointiin, syksyllä 1970 mennessä taimet olivat kasvaneet maastossa neljä tai kolme kasvukautta. Tällöin mitattiin myös joka toisen elävän taimen pääverson elävän osan tai pisimmän vesan pituus.

23. EKOLOGIS—FYSILOGISET SELVITYKSET

Ilmanlämpötilaa mitattiin v. 1970 toukokuun puolivälistä elokuun loppuun kunkin ruuduston keskeltä 0,5 m:n korkeudelta Lambrechtin termohygrorafeilla, jotka oli sijoitettu sääkojuihin. Näyttämät tarkistettiin Assmannin aspiratiopsykrometrilla kerran viikossa. Mittauskorkeutena 0,5

m oli sikäli sopivan tuntuinen, että kenttäkerros jäi juuri tämän korkeuden alapuolelle ja toisaalta se mahdollisti vertailun aikaisempien tutkimusten tuloksiin (mm. VESIKIVI 1941, KOSKELA 1970).

Kasvualustan aerobisen kerroksen vahvuutta mitattiin hopeasauvamenetelmällä (ks. LÄHDE 1969 ja 1970). Jokaisen ruudun keskelle pistettiin yksi 50 cm:n mittainen hopeasauva välttämättä ja painanteita, koska taimiakaan ei ollut istutettu näille. Sauvat luettiin kerran viikossa. Tällöin merkittiin ylös heikohkon ja laikuttaisen sekä voimakkaan ja yhtenäisen tummumisen alkamissyvyudet.

Turveanalyysijä varten jokaiselta ruudulta otettiin elokuussa 20 cm:n vahvuudesta kerroksesta kolme turvenäytettä 20 cm:n etäisyydeltä kolmesta mielivaltaisesti valitusta taimesta. Näytteet sekoitettiin ennen analysointia ruuduttain ja kerroksittain (0–5, 5–10, 10–20 cm) keskenään, joten hehtaaria kohti laskettu todellinen näytemäärä kustakin kerroksesta on 75 ja analysoitu määrä 25 kpl.

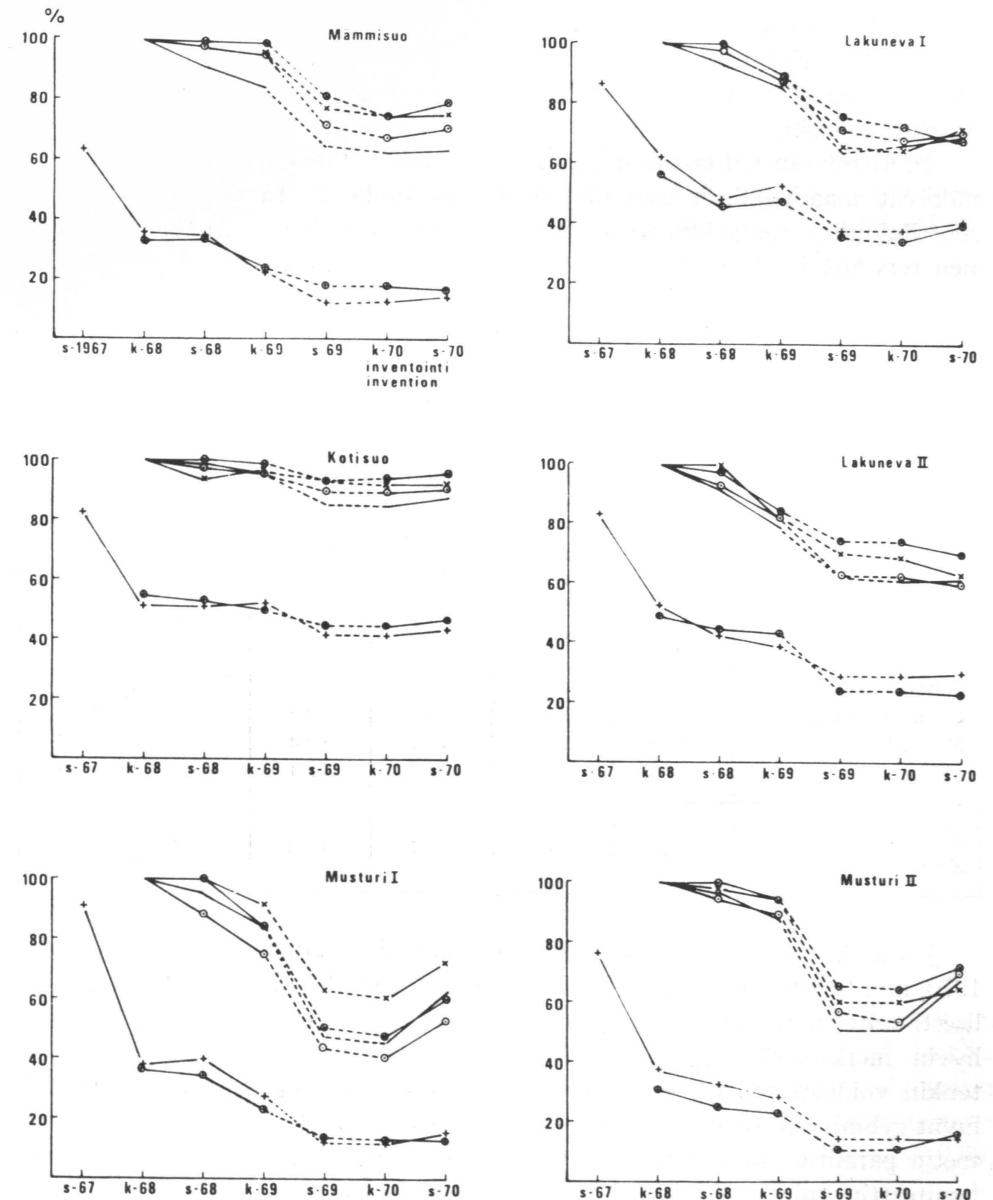
Jotta saataisiin lisätietoa siitä, voidaanko tainten menestymistä selittää kylmänkestävyyden avulla, tehtiin vertailuja vaurioitumiskohtien ja tainten muiden osien kylmänkestävyyden välillä. Tätä varten Kotisuolta otettiin marraskuussa näytteeksi kymmenen vaurioitumatonta ja lannoittamatonta alkuperäistäinta. Nämä olivat kylmävarastossa kevääseen 1971 saakka, jolloin Satoturve Oy määrittä niistä mm. eräiden kylmänkestävyyteen vaikuttavien aineiden pitoisuuksia. Mainittu yhtiö teki myös turveanalyysit.

3. TULOKSET

31. ELOSSAOLOPROSENTTI

Kuvassa 1 (s. 29) on esitetty lannoittamattomien alkuperäistainten, täydennystainten ja kokonaisviljelyn (kevät 1968 = 100) elossaoloprosentit eri inventoinneissa ja vastaavat luvut lannoitetuista taimista. Syksyn 1969, jolloin kokeita ei inventoitu, prosentit on saatu lisäämällä keväällä 1970 elossa olleiden määriin edellisenä talvikautena kuolleet, jotka olivat tunnistettavissa varisemattomista, tuoreehkoista ja vielä ruskehtavista silmuistaan. Taulukosta 2 (s. 30) nähdään tarkka tilanne viimeisessä inventoinnissa.

Kuten voidaan havaita, alkuperäistaimista keskim. yli puolet on kuollut ensimmäisen kasvu- ja lepokauden aikana. Täydennystaimet ovat selvinneet vastaavasta jaksosta paljon paremmin, missä näkyy ero näiden kahden taimierän metsänviljelyarvossa (vrt. s. 27). Toisaalta yhdenmukaisuudet murtoviivojen kulussa yleensä viittaavat siihen, että myös suurilmastollisilla vaihteluilla olisi vaikutusta tainten menestymiseen. Kesällä 1970 onnistumis-



Kuva 1. Alkuperäistainten (+-+), täydennystainten (x-x) ja kokonaisviljelyn (.-.) elossaoloprosentit eri inventoinneissa (s = syksy, k = kevät) ilman lannoitusta ja NPK-lannoituksella (⊕, ⊗, ⊙) osa-alueittain keskimäärin.

Fig. 1. Survival percentages of original plantation (+-+), of trees used in beating-up (x-x) and of the entire plantation (.-.) according to inventories performed at different times (s = fall, k = spring, ⊕, ⊗, ⊙ = fertilized transplants).

prosentti on pysytellyt syksyn 1969 tasolla, mikä osoittaa jo tiettyä vakiintuneisuutta. Kuten tuonnempana esitetään, elävistäkin taimista huomattava osa on vaurioitunut vakavastikin, joten elossaoloprosentit laskenevat vielä ainakin lievästi.

Juuristoltaan vahvistunut taimi pystyy kasvattamaan tyvivesoja, vaikka näkyvät maanpäälliset osat olisivat täysin kuolleet. Tämän aiheuttaa prosenttilukuihin epätarkkuuksia. Silmäänpistävää olikin juuristojen säilyminen terveinä ja elinvoimaisina maanpäällisten osien kuoltua.

Taulukko 2. Keskimääräiset elossaoloprosentit syksyllä 1970
Table 2. Average survival percentages in the fall of 1970

Osa-alue Block	Alkuperäiset taimet Original planting		Täydennystaimet Beating-up		Kokonaisviljely The whole plantation	
	ei lann. unfertilized	lann. fertilized	ei lann. unfertilized	lann. fertilized	ei lann. unfertilized	lann. fertilized
Mämmisuo	14,7	16,6	75,4	78,9	63,4	70,7
Lakuneva I	40,3	39,9	72,4	68,2	68,7	68,1
Kotisuo	44,0	47,2	91,6	96,0	87,9	91,1
Lakuneva II	30,5	23,7	63,4	70,3	61,6	60,1
Musturi I	15,8	12,9	72,7	60,4	61,6	53,0
Musturi II	15,4	15,8	64,8	72,1	57,3	66,9
Keskiarvo Average	26,8	26,0	73,4	74,3	66,8	68,3

Jos aluksi rajoitetaan tarkastelemaan lannoittamattomia taimia syksyllä 1970, niin t-testin perusteella Kotisuon ja muiden kohteiden välillä on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($t_{0,001}$) sekä Lakuneva I:n ja Musturi II:n välillä hyvin merkitsevä ($t_{0,01}$) ero kokonaisviljelyn onnistumisprosentissa. Kuitenkin voidaan todeta, etteivät tutkittujen kuuden kasvupaikan prosenttiluvut ryhmyty päätyyppiryhmän mukaan, eivätkä ne kohoa metsäojitusboniteetin parantuessa. Aineisto on ymmärrettävästi liian pieni — mitä ojitusbomiteettin tulee — johtopäätösten ulottamiseksi sen ulkopuolelle.

Verrattaessa tuloksia SARASTON varhempisiin kokeisiin (vrt. s. 25) 1 + 0 taimilla havaitaan 1 + 1 taimet keskimäärin selvästi kestävämmiksi. Kirjallisuudesta ei löydy vertailukohtia.

Kuten kuvasta 1 nähtiin, lannoitettujen tainten prosenttiluvut noudattelivat eri inventoinneissa lannoittamattomien vastaavia lukuja ilman suuria eroja. Syksyllä 1970 oli tilastollisesti merkitsevä ero Mämmisuoilla kokonais-

viljelyssä lannoitettujen, Musturi I:llä kokonaisviljelyssä ja täydennystaimissa lannoittamattomien ja Musturi II:lla täydennystaimissa taas lannoitettujen hyväksi. Annettu lannoitemäärä on melko suuri verrattuna nykyisiin suosituksiin havupuille, ja lannoite sisälsi myös viljelyn yhteydessä yleensä voimakkaastikin haitalliseksi todettua tyyppiä (vrt. HEIKURAINEN ym. 1966, HUIKARI & PAAVILAINEN 1968 ja MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1970), joten tuntuu ensi näkemältä merkilliseltä, ettei tällä käsittelyllä ollut selvää vaikutusta puoleen tai toiseen kautta linjan.

Taulukko 3. Tainten keskipituudet syksyllä 1970 (cm)
Table 3. Average height of the trees in the fall of 1970

Osa-alue Block	Alkuperäiset Original plantation		Täydennystaimet Beating-up	
	ei lann. unfertilized	lann. fertilized	ei lann. unfertilized	lann. fertilized
Mämmisuo	102	118	96	121
Lakuneva I	105	82	107	97
Kotisuo	109	126	127	129
Lakuneva II	67	65	64	60
Musturi I	88	78	100	102
Musturi II	89	83	105	106
Keskiarvot Average	93	92	100	103

32. TAINTEN PITUUS

Elosaoloprosentista sanottu pitää pääosiltaan paikkansa myös tainten keskipituuksien suhteen (taulukko 3). Kaikkien taimiryhmien kohdalla keskipituus kohosi onnistumisprosentin myötä, lannoittamattomilla selvemmin kuin lannoitetuilla. Lineaarinen korrelaatio ylitti tilastollisesti merkitsevän rajan kuitenkin vain lannoittamattomilla täydennystaimilla ($R = +0,88$, $t = 3,64$, $t_{0,05} = 2,78$).

Seuraavassa asetelmassa on testattu keskipituuksien erojen merkitsevyyttä lannoittamattomien alkuperäistaimien osalta alueiden välillä, ja lannoituksen vaikutusta samoilla taimilla alueiden sisällä (kunkin rivin vasemmanpuoleisin testi). Ylempi luku on aineistosta laskettu t-arvo ja alempi taulukoitu. Merkitsevän, hyvin merkitsevän ja erittäin merkitsevän eron symbolina on vastaavasti 1, 2 tai 3 tähteä.

	Mämmisuo	Lakuneva I	Kotisuo	Lakuneva II	Musturi I	Musturi II
Mämmisuo	1.49 2.00	0.19 1.99	0.73 1.96	3.37** 2.66	1.13 2.01	0.88 2.01
Lakuneva I		2.14* 1.98	0.60 1.96	3.83*** 3.29	1.32 1.94	1.10 1.99
Kotisuo			2.50* 1.96	5.13*** 3.29	2.03* 1.96	1.72 1.96
Lakuneva II				0.21 1.99	1.81 2.00	1.68 2.00
Musturi I					0.70 2.02	0.08 2.02
Musturi II						0.13 2.02

33. VILJELYN ONNISTUMISEEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

331. Abioottisia tekijöitä

Se ekosysteemi, jonka osaseksi taimet istutettaessa joutuvat, vaikuttaa niihin usealla tavalla, jos kohta taimet itsekin muuttavat sitä. Ekosysteemissä voidaan tunnetusti erottaa eloton ja elollinen osa, ja näiden ryhmien väliltä ja sisältä voi löytää monia ja monimutkaisia erillis- ja yhdysvaikutuksia useisiin suuntiin. Kun elottomia kasvupaikkatekijöitä voitaneen pitää elollisia primaarisempina tai ainakin niistä eräitä on yksinkertaista muuttaa haluttuun suuntaan, on ehkä paras tarkastella ensiksi niitä.

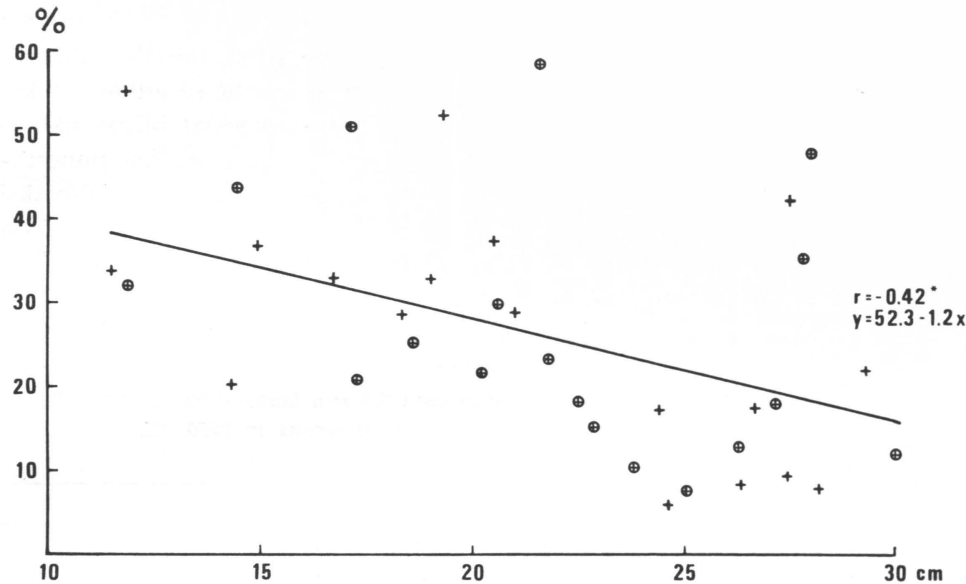
Osa-alueiden välillä todettiin olevan eroavuuksia keski- ja minimilämpötilojen sekä äärevyyden suhteen (taulukko 4, s. 33). Näillä ei kuitenkaan pystytty selittämään eroja onnistumisprosentteissa minkään taimiryhmän kohdalla. Alin lämpötila ajalla 16.5.–15.8. mitattiin Lakuneva II:lta. Se oli $-7,4^{\circ}\text{C}$. Mainittu hallayö sattui 25.5., siis silmujen puhkeamisen aikaan. Tämä, kuten muutkaan hallat ei vaurioittanut ainakaan silminnähten taimia, mikä tukee KOSKELAN (1970) aikaisempia havaintoja. On kuitenkin mahdollista, että lumen sulamisajankohdan äärevillä lämpötiloilla ja yöpakkasilla olisi jo primaarisena tekijänä merkitystä rauduskoivun tainten menestymisen kannalta (vrt. EICHE 1966, BÄRRING 1967, KOSKELA m.t.). Asian selvittely olisi vaatinut havaintoja huhtikuun loppupuolelta toukokuun puo-

leen väliin. Verrattaessa nyt suoritettujen mittausten tuloksia VESIKIVEN (1941) Leteensuolla mm. eräällä ojitetulla, harvennuspuustoisella rahkarameellä ja MULTAMÄEN (1942) Kurun Hakolankorvessa pienessä aukossa tekemiin havaintoihin voidaan panna merkille, että koivukoealat olivat nähtävästi huomattavan kylmiä. Mainittakoon, että rauduksen lehtien punertumisen, jota joskus on pidetty kylmävaurion merkinä, todettiin kuuluvaksi normaaliin kehityskulkuun. Tainten välillä oli kyllä yksilöllisiä eroja tässä suhteessa, mutta täysikasvuissa lehdissä punerrusta ei enää tavattu. Havainto ei ole uusi (esim. SARVAS 1949).

Taulukko 4. Tuloksia ilmanlämpötilamittauksista 0,5 m:n korkeudelta v. 1970, °C.
Table 4. Air temperatures at 0.5 m above the ground in 1970, °C.

Osa-alue Block	Mittausjakso — Period of measurement															
	6.—31. toukokuu 16—31 May				Kesäkuu June				Heinäkuu July				1.—15. elokuu 1—15 August			
	Mittausjakson keskiarvo Average for the period	Vuorokausimaksimien keskiarvo Mean of daily maxima	Vuorokausiminimien keskiarvo Mean of daily minima	Alin havaittu lämpötila Lowest temperature observed	Mittausjakson keskiarvo Average for the period	Vuorokausimaksimien keskiarvo Mean of daily maxima	Vuorokausiminimien keskiarvo Mean of daily minima	Alin havaittu lämpötila Lowest temperature observed	Mittausjakson keskiarvo Average for the period	Vuorokausimaksimien keskiarvo Mean of daily maxima	Vuorokausiminimien keskiarvo Mean of daily minima	Alin havaittu lämpötila Lowest temperature observed	Mittausjakson keskiarvo Average for the period	Vuorokausimaksimien keskiarvo Mean of daily maxima	Vuorokausiminimien keskiarvo Mean of daily minima	Alin havaittu lämpötila Lowest temperature observed
Mämmisuo	8,8	14,8	-0,6	-6,8	14,2	22,0	1,6	-4,8	13,2	19,8	4,6	-3,0	13,2	19,8	5,4	-0,2
Kotisuo	8,8	22,6	1,0	-4,4	15,2	23,4	4,2	-1,6	14,6	25,8	7,2	1,4	14,0	20,2	7,2	3,4
Musturi II	8,0	14,4	-1,4	-7,2	14,0	22,8	1,0	-4,2	13,4	19,4	4,6	-3,0	14,2	19,4	6,0	-0,6
Keskim. Average	8,6	17,2	-0,4	-6,2	14,4	22,8	2,2	-3,6	13,8	21,6	5,4	-1,6	13,8	19,8	6,2	0,8

Yritettäessä selittää karkeasti elossaoloprosenttia aerobisen kerroksen vahvuuden avulla meneteltiin siten, että käytettiin 30 tai 50 cm:n kynnyservoja VIRON (1947) tapaan, ja anaerobisen kerroksen alkamissyvyyden osoittajana oli hopeasauvojen joko heikohko ja laikuttainen tai voimakas ja yhtenäinen tummuminen. Laskelmissa otettiin huomioon touko — kesäkuun ja elokuun havainnot, jotka sattuvat versojen ja juuriston kasvun kannalta tärkeimpään aikaan. Tosin rauduksen versojen kasvu jatkui useinkin yli



Kuva 2. Aerobisen kerroksen vahvuuden ja alkuperäisten tainten elossaoloprosentin (syksy 1970) välinen korrelaatio (+lannoittamaton, ⊕ lannoitetta saanut ruutu).

Fig. 2. Correlation between the thickness of the aerobic soil layer and the survival of original plantation in the fall of 1970. (+untertilized, ⊕ fertilized).

heinäkuun ja jopa pitkälle elokuuhun. Negatiivinen lineaarinen korrelaatio ylitti alkuperäisillä taimilla tilastollisesti merkitsevän rajan, kun selittäjänä oli pilkullinen tummuminen ja kynnyksarvona 30 cm (kuva 2). Muulloin korrelaatiota ei todettu.

Rauduskoivu pystyy kuljettamaan happea juuristoonsa, ja kasvualustan anaerobisuutta ei olekaan pidetty välittömänä syynä sen heikkoon menestymiseen suolla (HUIKARI 1954 ja 1959, HEIKURAINEN 1958). Vaikuttaa kuitenkin merkilliseltä, että kasvualustassa voisi olla liian syvästi happea. Kysymyksessä lieneekin 'näennäiskorrelaatio'. Happirikkaan kerroksen vahvuus on kiinteässä yhteydessä pohjaveden syvyyteen (LÄHDE 1969) ja kuivatuksen tehokkuudella lienee puolestaan yhteys routaantumisvahvuuteen ja roudan hitaaseen sulamiseen (vrt. MULTAMÄKI 1961). Tästä on mahdollisesti seurauksena tainten kuivuminen. Tarkastelu osoittaa joka tapauksessa, että kun ojamaille joskus kohoaa luontaisesti rauduskoivua, ilmiö ei liene välitön seuraus normaalia paremmasta happitaloudesta.

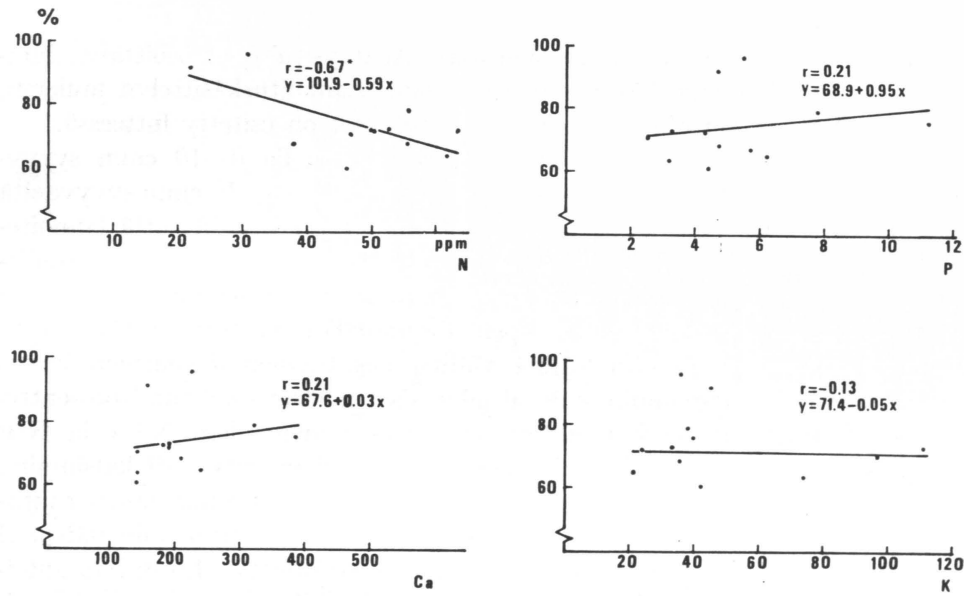
Turvenäytteistä määritettiin pH (vesilietteestä), johtoluku, nitraattityppi (vesiliukoinen N), fosfori (molybdenisinimenetelmä) sekä kalsium ja

kalium (ammoniumasetaattiliukoinen osa). Analyysitulokset osoittavat kunkin ravinteen kasveille käyttökelpoisen osan. Lannoituskäsittelyn mukaan, osa-alueittain ja kerroksittain yhdistetyt tulokset on esitetty liitteessä.

Pääosa rauduksenkin juuristosta sijoittunee suolla 0–10 cm:n syvyydelle (vrt. HEIKURAINEN 1958). Tältä pohjalta 0–5 ja 5–10 cm:n syvyydeltä saadut analyysitulokset yhdistettiin sekä lannoittamattomilla että lannoite- tuilla ruuduilla, ja lähdettiin vertaamaan keskiarvoja vastaavien onnistumisprosenttien keskiarvoihin. Alkuperäisten tainten elossaoloprosentteja ei voitu näin selittää. Sen sijaan typen absoluuttisen määrän ja täydennys- tainten onnistumisprosentin välillä vallitsi negatiivinen lineaarinen korre- laatio (kuva 3). Paremmiin kuin absoluuttiset määrät onnistumisprosenttia näyttivät selittävän ravinnesuhteet ja näistä nimenomaan N/Ca ja N/P (kuva 4). Täten tyyppä olisi ollut koeruuduilla liikaa erityisesti kalsiumiin, mutta myös fosforiin verrattuna. Jos verrataan lannoittamattomien ruutu- jen N/Ca ja N/P-suhdetta (liite) osa-alueen ojitusboniteettiin, niin näissä ei voi tämän aineiston puitteissa nähdä yhdenmukaisuutta. Lisäksi ravinteis- uuden luontainen vaihtelu osa-alueen sisällä (lannoittamattomat — lannoit- etut ruudut) on niin suurta, ettei lannoitus aina edes tule esille analyysitulok- sissa (vrt. myös N/Ca ja N/P kontra lannoite). Tämä selittää jonkin verran sitä, miksi ojitusboniteetilla ja lannoituksella ei ollut näennäisesti vaiku- tusta onnistumisprosenttiin. Suoritettujen analyysien määrä on tietysti vaatimaton (yhteensä 108 yhdistettyä näytettä, vrt. TROEDSSON & TAMM 1969, kuitenkin myös VAHTERA 1955).

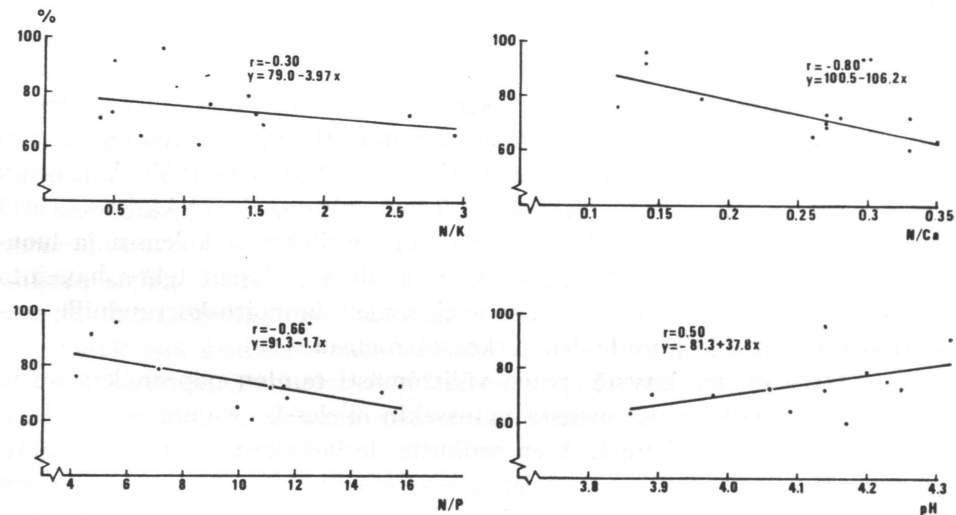
Erilaisista määritys- ja ilmaisutavoista johtuen ei löydy täysin vertailu- kelpoisia tietoja kivennäismaiden ja soiden ravinteista. Silti pinnallinenkin tarkastelu osoittaa kangasmaiden poikkeavan soista siinä, että viimeksi mainituilla on tyyppä kasvien saatavissa runsaasti muihin ravinteisiin ver- rattuna, mikä on yleisestikin tunnettua (ks. esim. VAHTERA 1955, AALTONEN 1940 ja hänen esittämänsä kirjallisuus). Tämä tukee osaltaan käsitystä, että rauduksen heikkoon menestykseen soilla nyt suoritetuissa kokeissa ja luon- taisesti olisi osaltaan syynä huonot ravinnesuhteet. Usein tehty havainto rauduskoivun ilmestymisestä luontaisesti soiden lannoituskoeruuduille an- taa tukea ajatukselle ravinteiden tärkeästä roolista.

Ravinteilla on merkitystä, paitsi välittömästi tainten nopean kasvun ja kehityksen kannalta, myös useassa muussakin mielessä. Rauduksenkin koh- dalla on otettu esille lannoituksen vaikutus kylmänkestävyyteen ja tauti- suuteen. KOSKELAN (1970) mukaan kali- ja mahdollisesti fosforilannoitus vähentää kotimaisten havupuiden kylmävaurioita ja typpilannoitus saattaa lisätä niitä suolla. Yleisesti tiedetään myös kalin sienituhoja vähentävä vai- kutus, minkä KURKELA (1965) havaitsi eräissä tapauksissa pitävän paikkansa myös rauduksen *Godronia* — sienien aiheuttaman sairauden suhteen.



Kuva 3. Ravinnemäärät (ppm = mg/l) ja täydennystainten onnistumisprosentit syksyllä 1970. Jokainen piste ravinteiden suhteen kuuden analyysin ja onnistumisprosentin suhteen 3 toiston keskiarvo.

Fig. 3. Correlation between the quantity of nutrients (ppm = mg/l) and the survival percentage of beating-up in the fall of 1970. Each point is the mean of six nutrient analyses and of three replications with respect to the survival percentage.



Kuva 4. Ravinnesuhteet, pH ja täydennystainten onnistumisprosentit syksyllä 1970. Muuten ks. kuva 3.

Fig. 4. Dependence of the survival percentage of beating-up in 1970 on the nutritional state and pH of the soil. Cf. Fig. 3.

332. Bioottisia tekijöitä

Kesäkuun eläviä taimia koskeneessa vaurioinventoinnissa v. 1970 käytettiin seuraavaa ryhmitystä:

1. Latvaverson ja mahdollisesti ylimpien sivuhaarojen silmut tai alkukehityksessään olleet lehdet kuolleet. Lehdenalut ruskeita ja käpristyneitä. Noin 40–50 cm:n matkalla juurenniskasta ylöspäin, mahdollisesti ylempänäkin erikokoisia kuolioita. Alemmissa sivuhaaroissa eläviä lehtiä tai tyvivesoja nousemassa. Sienituho.
2. Latvaverson ja mahdollisesti ylimpien sivuhaarojen lehdet puolikasvuisia ja osaksi tai täysin kellastuneita. Muuten kuten edellä.
3. Latva ikäänkuin tasattu murtaen. Hirvituho.
4. Pääverso katkaistu tai sitä on jyrstetty tyvestä. Katkaisupinta tasainen tai melko tasainen ja tyvivesoja mahdollisesti nousemassa. Jänisten tai myyrien aiheuttama tuho.
5. Muu vakavahko eläintuho. Esim. perhostoukat.
6. Vakavimman vaurion aiheuttaneesta ei tietoa tai varmuutta.

Pienehköjä vioittumisia ei otettu huomioon. Täysin tervettä tainta olikin vaikea löytää. Kriteerinä pidettiin sitä, että vaurio oli ilmeisen vaarallinen taimen elossa säilymisen kannalta, minkä arvioiminen oli luokittelijoiden sormituntuman varassa. Tulokset muodostuivat seuraavanlaisiksi, kun kaikki elävät taimet yhdistettiin osa-alueittain:

Taulukko 5. Vauriojakaantumet ja vaurioituneisuudet.
Table 5. Distribution of the types and degrees of injury.

Vaurior ryhmä Type of injury ¹⁾	Osa-alue Block						Yhteensä Total	
	Mämmi- suo	Laku- neva I	Koti- suo	Laku- neva II	Mus- turi I	Mus- turi II	Kpl Number	% %
1	28	5	1	102	32	1	169	55,4
2	22	1	4	10	10	12	59	19,3
3	11	1	3	0	10	6	31	10,2
4	1	1	0	1	2	2	7	2,3
5	1	1	0	9	0	4	15	4,9
6	5	1	2	16	0	0	24	7,9
Yhteensä Total	68	10	10	138	54	25	305	100,0
Yht. % elävistä taimista Total, % of living trees	16,3	2,5	1,7	36,1	19,9	8,1	13,0	

1) Types of injury: 1–2 *Godronia multispora*, 3 elk, 4 rabbits or voles, 5 other animals, 6 unknown.



Kuva 5. *Godronia multispora* Groves-sieni on tunkeutunut silmun kautta jälteen ja aiheuttanut kuolion, joka on levinnyt 1–2 lepokautena. Koko 2×. Valok. Simo Hannelius.

Fig. 5. *Godronia multispora* has penetrated a bud and reached the cambium causing necrosis, which has spread during 1–2 dormancy periods. Magnification, 2×. Photo: Simo Hannelius.

Taulukosta havaitaan, että missä taimet olivat säilyneet hyvin hengissä, siellä myös viottuneita oli vähän. Tämä antanee osviittaa tainten vakiintumisesta tulevaisuudessa. Vaurioryhmiin 1 ja 2 sijoittui 3/4 kaikista viottuneista taimista. Itse asiassa vaurion oli aiheuttanut yksi ja sama sieni, *Godronia multispora* Groves, MML TIMO KURKELAN suorittaman määrittelyn mukaan. Sieni tunkeutuu silmujen, pikku oksien ja kuoren rikkoutumien kautta taimeen (KURKELA 1965). Kaikki viittaa siihen, että tämä tapahtuisi kasvukauden ulkopuolisena aikana, jolloin taimi on kykenemätön torjumaan sitä kylestymällä. Kuolio (tai kuoliot) leviää vuosi vuodelta, näkyy lopulta latvassa (ns. kuivalatvat) ja tappaa taimen pahimmassa tapauksessa, kuva 5.

Taulukko 5 ei anna täyttä kuvaa *Godronia*-sienen esiintymisestä koealoilla. Sen aiheuttamia pienehköjä kuolioita tavattiin huomattavasti useammassa taimessa. Ryhmä 6 sisältää kellastumistapauksia, joiden ilmeistä aiheutta-

jaa ei saatu selville, eikä tässä halutakaan sanoa, etteikö lueteltujen lisäksi olisi olemassa muitakin näkyvään vaurioon välittömästi johtavia tekijöitä. Mielenkiintoinen asia on *Godronia*-kuolioiden yhteys ravinteisiin ja mahdollisiin kevättalven kylmä- tai kuivumisvaurioihin, siis *Godronia*-sienen primaarisuus, johon palataan vielä tuonnempana.

Muuten samaa ryhmitystä soveltaen lukuunottamatta ryhmää 5, joka poistettiin, luokiteltiin kaikki lahoamattomat, kuolleet taimet. Joskin tulokset ovat nyt epävarmempia, niin ne sopivat jotensakin yhteen elävien tainten vaurioinventoinnin kanssa: siinä 81 % tunnistetuista tapauksista sijoittuu ryhmiin 1 tai 2 ja taulukossa 6 niihin menee 91 %.

Taulukko 6. Kuolinsyyjakautumat.
Table 6. Distribution of the causes of mortality

Vaurioryhmä Type of injury ¹⁾	Osa-alue Block						Yhteensä Total	
	Mämmi- suo	Laku- neva I	Koti- suo	Laku- neva II	Mus- turi I	Mus- turi II	Kpl Number	% %
1–2	129	71	27	77	129	46	479	34,7
3	0	1	0	1	29	7	38	2,8
4	3	2	2	0	0	0	7	0,5
6	96	121	54	153	202	230	856	62,0
Yht. kpl	228	195	83	231	360	283	1380	100,0
Total number								

¹⁾ For explanation see Fig. 5

Mainittakoon, että lepokautena 1969/70 tai keväällä 1970 kuolleista taimista noin puolet menehtyi ennen lehtien puhkeamista ja toinen puoli sen jälkeen. Tulokset vahvistavat KURKELAN (1965) käsitystä *Godronia*-sienen vahingollisuudesta.

Vaurioituneiden tainten myöhemmästä lahovikaisuudesta ei ole tietoja olemassa. HEISKANEN (1957) mainitsee yleishavaintona, että suolla kasvavat raudukset ovat vähemmän ja lievemmin lahovikaisia kuin hieket.

333. Kuori- ja silmuanalyysien tulokset

Noin 1 metrin mittaisten terveiden ja lannoittamattomien tainten kuori- ja silmuanalyysien tulokset muodostuivat seuraaviksi:

Taulukko 7. Tulokset kuori- ja silmuanalyyseistä (10 taimen keskiarvot).

Table 7. Results from bark and bud analyses carried out on ten healthy and unfertilized trees with a height of about one meter

Näytteenottokorkeus Sampling height	Kosteus % tuorepainosta Moisture content, % of green weight	Sokerit ¹⁾ Sugars ¹⁾	K	P	Ca
0—10 cm	19,0	5,98	0,26	0,14	0,47
50—60 cm	11,4	9,19	0,35	0,19	0,39
Latva (ilman päätesilmua) ... Leader (excl. terminal bud)	3,2	8,71	0,30	0,28	0,49
Silmut	11,9	7,15	0,27	0,29	0,38
Buds					

¹⁾ Anthron-menetelmällä, kaikki sokerit.

¹⁾ The Anthron method, all sugars.

Kosteusprosentti sekä kali- ja mahdollisesti myös sokeripitoisuus osoittavat, että taimen tyvellä kuori on vähemmän kylmänkestävää kuin ylempänä (vrt. CURTIS & CLARK 1950, BÄRRING 1967, LYR ym. 1967). Tämä on yleinen havainto puilla ja pensailta. Alhainen kalipitoisuus voi olla myös merkki huonosta taudinkestävyydestä. *Godronia*-sienen tunkeutuminen kuoreen mekaanisesti vaurioituneista kohdista osoittautui paikkansapitäväksi tämänkin tutkimuksen koealoilla (esim. lumi painollaan repäisee irti alaoksia), mutta joissakin tapauksissa sieni oli iskeytynyt näennäisesti vaurioitumattomaan kohtaan.

Jotta saataisiin lisävalaistusta tainten vaurioitumiseen, tutkittiin keväällä 1971 Kuorevedellä ja Längelmäellä lumen sulamisaikaan, esiintyykö lehtipuilla samanlaista jäätuppimuodostumaa tainten tyvellä, jollaista EICHE (1966) on tavannut männyn taimista Pohjois-Ruotsissa. Näin todellakin oli. Sekä suolla että kivennäismaalla hieskoivun tainten tyvellä oli jäämuodostumaa, joka 'täydellisenä' muistutti suppiloa ja puristi alaosassaan tainta. On oletettavissa, että tällainen jäätuppi vaurioittaa tainta mekaanisesti (puristus) ja fysikaalisesti (jää johtaa lämpöä pois yöllä lunta tehokkaammin, EICHE m.t.), jolloin sieni-infektio käy rauduksella mahdolliseksi. Jäätuppi on omiaan pitämään kuoren kosteana taimen tyvellä, mikä tietysti edistää sienien leviämistä.

4. TARKASTELUA

On ymmärrettävää, että rauduksen vienti soille kohtaa vaikeuksia. Jouduhan se tällöin sille luontaisesti vieraaseen ympäristöön.

Tainten kuolemista tai hengissä säilymistä selittäviä tekijöitä on ilmeisesti hyvin monia ja nyt kerätty aineisto niihin nähden pieni. Kirjoittajat ovat täysin selvillä riskistä, joka piilee siinä, että samoja elossaoloprosentteja selitetään yksi kerrallaan useilla muuttujilla.

Tutkimuksen tulokset lienevät yleistettävissä koskemaan sellaisia vanhoja ojitusalueita, joilla olosuhteet vastaavat tutkimukseen pääasiassa käytettyjä soita. Nuorilla ojikoilla mm. ravinnetilanne on varmasti toisenlainen kuin vanhoilla. Esitellyssä aineistossa v. 1961 ojitettu Kotisuo poikkesi edukseen tässä mielessä ja siellä viljelytulos muodostui hyväksi.

KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V. T. 1940. Metsämaa. WSOY. Porvoo.
- BÄRRING, U. 1967. Studier av metoder för plantering av gran och tall på åkermark i södra och mellersta Sverige. Summary: Studies of methods employed in the planting of *Picea abies* (L.) H. Karst. and *Pinus silvestris* L. on farm land in Southern and Central Sweden. Stud. For. Suec. 50.
- CURTIS, O. F. & CLARK, D. G. 1950. An introduction to plant physiology. First edition. McGraw-Hill Book Company. New York — Toronto — London.
- EICHE, W. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in Northern Sweden. Sammanfattning: Köldskador och plantdöd i proveniensförsök med tall i Norrland. Stud. For. Suec. 36.
- HEIKURAINEN, L. 1958. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Referat: Der Wurzel-aufbau in Mischwäldern auf entwässerten Moorböden. Acta For. Fenn. 67.2.
- » — 1964. Improvement of forest growth on poorly drained peat soils. Intern. Rev. For. Res. 1: 39—113.
- HEIKURAINEN, L., PÄIVÄNEN, J. & SEPPÄLÄ, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. Silva Fenn. 119.
- HEISKANEN, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. Summary: Quality of the common birch and the white birch on different sites. Commun. Inst. For. Fenn. 48.6.
- HUIKARI, O. 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Seloste: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Commun. Inst. For. Fenn. 42. 5.
- » — 1959. Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin. Summary: On the effect of anaerobic media upon the roots of birch, pine and spruce seedlings. Commun. Inst. For. Fenn. 50.9.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1968. Metsänlannoitus. Kirjayhtymä. Helsinki.
- KOSKELA, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkasvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. Folia For. 78.

- KURKELA, T. 1965. Koivuntainten kuoleminen Kivisuon metsänlannoituskoealueella. Pro gradu-työ. Helsinki.
- LUKKALA, O. J. 1951. Kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitusalueelta. Summary: Experiences from Jaakkoin-suon experimental drainage area. Commun. Inst. For. Fenn. 39. 6.
- LYR, H., POLSTER, H. & FIEDLER, H.-J. 1967. Gehölzphysiologie. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- LÄHDE, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peat soils with special reference to oxidation-reduction conditions. Acta For. Fenn. 94.
- » — 1970. Hopeasauvamenetelmän käyttökelpoisuus anaerobisten olosuhteiden osoittajana turvemaiden maan eri osissa. Summary: On the use of the silver rod method in indicating anaerobic conditions of peat soils in different parts of Finland. Suo 21: 39—43.
- MANNERKOSKI, H. & SEPPÄLÄ, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalalla. Summary: On the influence of fertilization on the initial development of plantations in open low-sedge bogs. Suo 21: 12—17.
- MULTAMÄKI, S. E. 1942. Kuusen tainten paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. Acta For. Fenn. 51. 1.
- » — 1961. Suomen Maantieteellisen Seuran keskustelutilaisuus routailmiöistä 21. 4. 1961. Muut puheenvuorot. Terra 73. 4.
- SARASTO, J. 1963. Tutkimuksia koivun kylvöstä ojitetuille soille. Summary: Sowing of birch on drained swamps. Suo 14: 47—56.
- » — 1964. Koivun kylvöjen talvehtimisestä ojitetuilla soilla. Summary: The wintering of birch seedlings in drained swamps. Suo 15: 51—53.
- SARVAS, R. 1949. Puumaiset koivulajimme. Eripainos Metsätaloudellinen Aikakauslehti. 1.
- TROEDSSON, T. & TAMM, C. O. 1969. Small-scale spatial variation in forest soil properties and its implications for sampling procedures. Sammanfattning: Variabiliteten i några av skogsmarkens egenskaper inom små ytor och dess betydelse för markprovtagningsmetodiken. Stud. For. Suec. 74.
- VAHTERA, E. 1955. Metsänkasvatusta varten ojitettujen soiden ravinnepitoisuuksista. Referat: Über die Nährstoffgehalte der für Walderziehung entwässerten Moore. Commun. Inst. For. Fenn. 45.4.
- VESIKIVI, A. 1941. Savimaalla ja viljellyllä suomaalla sekä ojitetulla ja ojittamattomalla rahkärämeellä suoritettujen ilman lämpötilahavaintojen tuloksia. Referat: Ergebnisse von Lufttemperaturbeobachtungen auf Tonboden und bebautem Moorboden sowie auf entwässertem und unentwässertem Sphagnum fuscum-Reisemoor. Wiss. Veröff. Finn. Moorkulturvereins N:o 18.
- VIRO, P. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and consideration especially the stoniness of the soil. Commun. Inst. For. Fenn. 35.2.

SUMMARY:

BETULA VERRUCOSA (EHRH.) PLANTATIONS ON PEAT

The aim of the present study was to assess whether two-year-old Betula verrucosa transplants can be used in afforestation of drained peatlands and what factors are of importance for the further development of the young trees.

Planting was carried out in the vicinity of the Forestry Training Station of the University of Helsinki, which is located in the central part of southern Finland (61° 50' N: 42° 20' E). The experiment was set up in 1967, and the plantations were beaten up in the following spring, at which time one half of the plantations were treated with NPK fertilizer (14—18—10, spot application using 50 g/transplant). The planting sites were representative of two peatland site types in each of the three main site type groups used in the Finnish peatland classification system. The site types in each main group were selected so as to represent the greatest possible degree of variation with regard to their nutrient relationships (Table 1 p. 26). Most of the plantings were carried out in old drainage areas, and the experiment was laid out using three replications so that each site type was represented by one block. Every two plots within each block was treated with fertilizer in a chessboard-like pattern. The transplants were counted both in the beginning and in the end of the growing season. The final inventory was carried out in the fall of 1970. In the summer of 1970 the air temperature in the plantations was determined at a height of 0.5 m above the ground using Lambrecht thermohygrographs, and the thickness of the aerobic layer, using the silver-rod method (LÄHDE 1969). The following results were obtained from the study:

Of the original transplants which had not received fertilizer, an average of 26.8 % were alive, the corresponding percentage for the transplants that had been used for beating up being 73.4 (Fig. 1, Table 2). The difference was mainly due to the fact that the firstmentioned transplants were infected by diseases already at the time of planting. The percentages showed a considerable variation which did not correlate with the site quality. Likewise, the percentages obtained could not be grouped on the basis of the main site type group. The corresponding means for the fertilized plantations were 26.0 and 74.3 % respectively. In some cases fertilizer application improved the results, whereas in other cases it was detrimental to the trees, or of no importance at all for the success of planting. Generally speaking, the height of the young trees was the greater the higher the rate of survival in the plantations.

According to peat analyses performed (Fig. 4, Appendix), the main reason for the poor survival and development of the trees could be that the ratios of N/Ca and N/P are too high. The frosts of —3 — —7 °C, which are common during the growing season in the area, did not visibly damage the trees. In the 10—30 cm layer below the ground surface the thickness of the aerobic layer seemed to be of no importance for the development of the plantations.

*Stunted or dead trees displayed often necrosis caused by the fungus *Godronia multispora* (Tables 5 and 6). This fungus must be considered as being one the most important diseases occurring on *Betula verrucosa*, in the present experiments. The damage caused by elk, hare and voles were of lesser importance.*

