

SEKAMETSIKÖIDEN JUURISTOISTA
OJITETULLA SUOLLA

LEO HEIKURAINEN

REFERAT:

*DER WURZELAUFBAU IN MISCHWÄLDERN AUF
ENTWÄSSERTEN MOORBÖDEN*

HELSINKI 1958

Alkusanat

Käsillä olevan tutkimuksen kenttätööt on tehty kesällä 1956. Aineiston käsittely ja lopullinen muokkaaminen on viivästynyt eräiden muiden tehtävien takia. Syntynyt väliaika on kuitenkin toisaalta ollut omiaan kypsyttämään tutkimusta.

Työ liittyy juuristotutkimusteni sarjaan, jonka aloitin v. 1952 ja joista on eräitä tuloksia jo saatettu julkisuuteen. Tämänkin tutkimuksen jälkeen on todettava, että suopuiden juuristotutkimukset ovat vasta alussa. Toivottavasti tämä tutkimusala saa lisää työntekijöitä, sillä työkenttää on enemmän kuin riittämiin useammallekin tutkijalle.

Julkaisun valmistamisessa olen saanut monenlaista apua. Kenttätöissä ovat avustaneet metsänhoitaja Niilo Isokangas ja metsänhoitaja Allan Nousia, kärsivällisyyttä vaativassa juurien laboratoriokäsittelyssä rouva Tyyne Ruottinen ja yo. Kauko Heikurainen, joille kaikille parhaimmat kiitokseni. Aineiston lopullisessa käsittelyssä ja julkaisukuntoon saattamisessa on minua avustanut Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen henkilökunta, jota täten kiitän hyvin suoritetusta työstä.

Taloudellisesti on työni ollut mahdollinen Luonnontieteellisen toimikunnan myöntämän tutkimusmäärärahan turvin. Lopuksi kiitän Suomen Metsätieteellistä Seuraa siitä, että se on ottanut julkaisuni sarjaansa.

Helsingissä lokakuun 19 päivänä 1957

Leo Heikurainen

Sisällys

	Sivu
Johdanto	5
Aineisto ja tutkimuksen perusteet	6
Tulokset	9
Pitkäjuuret	9
Kokonaisjuurimäärä	9
Syvyysjakaantuminen	11
Paksuusjakaantuminen	14
Juurten määrä puuston yksikköä kohden	15
Mykoritsat	16
Mykoritsojen tiheys	16
Mykoritsojen syvyysjakaantuminen	17
Mykoritsojen lukumäärä	18
Tulosten yhdistelmä ja niiden sovellutus	20
Kirjallisuutta	22
Referat	24
Liitteet	29

Johdanto

Tutkimuksia, joissa on verrattu eri puulajien juuristoja toisiinsa, on tehty vain kankailla (LAIKAKARI 1927 ja 1934, KALELA 1949). Tosin LAIKAKARI on ulottanut tutkimuksensa myöskin turvealustalla kasvaneiden puiden juuristoihin, mutta aineisto on tältä osin vähäinen eikä oikeuta pitkälle meneviin johdopäätöksiin. Tähänastiset suopuiden juuristotutkimukset ovat yleensä kohdistuneet kulloinkin vain yhteen puulajiin. Niinpä KALELA (1946) tutki vain mäntyjen juuristoja, samoin HEIKURAINEN (1955 a ja b). VALLO (1951) tutki koivujen juuristoja jossain määrin erikoisolosuhteissa, ja vanhimmat tutkimukset, joissa päähuomio on kiinnitetty juurten morfologiaan, on tehty etupäässä vain männystä (KOKKONEN 1923 ja MULTAMÄKI 1923). Näemme siis, että suopuiden juuristotutkimukset ovat kohdistuneet pääasiassa mäntyjen juuristoihin ja muiden puulajien juuristotutkimukset ovat olleet lähinnä havaintojen luontoisia.

Kangasmailla kasvavien puiden juuristotutkimukset ovat olleet huomattavasti monipuolisempia. Männyn ohella on tutkittu myöskin muiden puulajien juuristoja. Tutkimukset oikeuttavatkin vertaamaan eri puulajien juuristoja toisiinsa. LAIKAKARI (em.) on verrannut meidän tärkeimpiä puulajejamme toisiinsa ja päättynyt selviin tuloksiin, joilla voidaan osoittaa kuusen, männyn ja koivun juuristojen välisiä selviä eroja sekä juuristojen syvyysjakaantumisessa että juurien määrässä ja laajuudessa. Mainittakoon kuitenkin, että POLANSKY (1936) ei voinut esittää selviä eroja kuusen ja männyn syvyysjakaantumisen välillä. KALELAN (em.) tutkimukset, jotka ovat metodisesti ehkä pisimmälle vietyjä, ovat voineet osaltaan todistaa mainittujen LAIKAKARIN tutkimusten paikkansapitävyyden ja lisäksi tuoneet kuusen ja männyn juuristojen vertailuun arvokasta kvantitatiivista lisää.

Mainituissa tutkimuksissa on siis selvitetty eri puulajien juuristoja ja verrattu niitä keskenään, mutta varsinaisesti sekametsiköiden juuristoja ne eivät ole koskeneet. Esim. KALELA (em.) tutki mäntyä VT:llä ja kuusta MT:llä. Ulkolaisesta kirjallisuudesta kyllä löytyy tutkimuksia, jotka ovat kohdistuneet sekametsiköiden juuristoihin, esim. ACHROMEJKO (1949) totesi, että sekametsiköissä on juuriston syvyys suurempi kuin vastaavalla kasvupaikalla kullakin puulajilla erikseen. Saman luonteinen tulos on muuten voitu esittää myöskin sekametsiköiden maanpäällisten osien kohdalla (vrt. LAPPI-SEPPÄLÄ 1930 ja KOIVISTO 1957).

Tulokset, joita on saatu kangasmailla kasvaneiden eri puulajien juuristoista, eivät sellaisenaan voi olla sovellettavissa turvealustalla kasvavien puiden juuristoihin, vaikka onkin ilmeistä, että kuivatus muuttaa suopuiden juuristoja kangasmailla kasvavien juuristojen kaltaisiksi, kuten on voitu jo tutkimuksin osoittaa (MULTAMÄKI 1923, HEIKURAINEN 1955 a ja b). Toisaalta tutkimukset viittaavat siihen, etteivät suopuiden juuristot tehokkaan kuivatukseenkaan jälkeen tule kangasmailla kasvaneiden puiden juuristojen kaltaisiksi (HEIKURAINEN em.). Lisäksi on muistettava, ettei sekametsiköiden juuristojen tarvitse olla konstruotavissa eri kasvupaikoilla kasvaneiden eri puulajien juuristoista (vrt. ACHROMEJKO 1949). Jotta siis saataisiin tietoja sekametsien juurisuhteista, on tutkimukset tehtävä nimenomaan niistä.

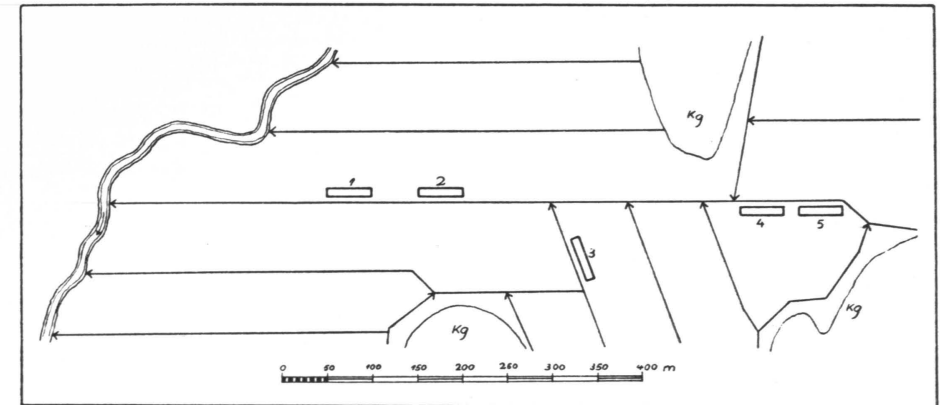
Käsillä olevan tutkimuksen tarkoitus on selvittää tietyllä suotyypillä, samankaltaisissa kuivatusolosuhteissa kasvaneiden, puulajisuhteiltaan erilaisten metsiköiden juuristoja puulajeittain. Tutkimuksella pyritään luomaan mahdollisimman totuudenmukainen kuva sekametsiköiden maanalaisista osista, jotta tällaisten metsiköiden hoitamiseen tarpeelliset perusteet saisivat kaivattua lisävalaistusta. Erityisen kiinnostava on koivun merkitys ojitettujen soiden metsien hoidossa. Yleinen käsityshän on, että koivu on ojitusalueilla biologisesti tietyssä määrin pioneeripuulaji, (vrt. esim. HUIKARI 1954 b) ja täten sen kasvattaminen sekapuulajina olisi puollettavissa, vaikka sen kasvu ainakin kovilla mailla on ehkä vain 60 % havupuiden kasvusta (KOIVISTO 1957).

Aineisto ja tutkimuksen perusteet

Aineisto on kerätty v. 1956 Pieksämäen kunnasta Keskusmetsäseura Tapion v. 1937 toteuttamalta ojitusalueelta. Ojitus on siis ollut tutkittaessa 19 v. vanha. Sarkaleveys on tutkimuskohteessa ollut noin 80 m. Ojien syvyys on ollut keskimäärin 0.9 m. Turpeen syvyys on vaihdellut 1.0—2 + m. Ojia ei ole perattu ja ne ovat melko heikossa kunnossa. Metsiä ei myöskään ole käsitelty, joten ne ovat suhteellisen tiheitä ja luonnontilaisen näköisiä.

Tutkimus perustuu puustokoealoilta otettuihin näytteisiin. Koealat, joita on 5 kpl, otettiin suorakaiteen muotoisina 10 × 50 m suuruisina siten, että koealan pitkä sivu tuli ojan suuntaiseksi 5 m ojan reunasta (vrt. kuva 1). Täten on pyritty eliminoimaan ojamaiden vaikutus. Koealoilla mitattiin kaikki puuston tunnuksat kuutioimista ja kairauksiin perustuvaa kasvunlaskentaa varten ILVESSALON kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukoiden perusteella. Koealojen puustotiedot ovat liitteessä I. Jäljempänä käsitellään vain eräitä tärkeimpiä puustotietoja perusteellisemmin.

Koealoilla pyrittiin selvittämään alkuperäinen suotyyppi mahdollisimman tarkoin. Kasvipeitekuvauksia ei kuitenkaan ole tehty. Kaikkien koealojen suotyyppi on ollut ilmeisesti lähellä varsinaista sararämettä. Tosin koeala 1 on



Kuva 1. Kartta koealojen sijainnista.

Abb. 1. Karte über die Lage der Probeflächen.

ollut jossain määrin huonompi, ehkä parempaan isovarpuiseen rämeeseen vivahdettava ja koeala 3 puolestaan parempi, nimittäin ruohoiseen sararämeseen vivahdettava. Koealoissa 4 ja 5 on vähän varsinaisen korven vivahdettua.

Puuston puulajisuhteet selviävät oheisesta asetelmasta.

Koeala	Mä	Ku	Ko	Mä	Ku	Ko	Mä	Ku	Ko
	% puuluvusta			% kuutiomäärästä			% pohjapinta-alasta		
1	53.9	1.2	44.9	88.2	0.2	11.6	86.6	0.5	12.9
2	38.9	6.0	55.1	78.5	1.4	20.1	72.8	2.2	25.0
3	12.9	8.7	78.4	40.2	5.1	54.7	37.5	7.3	55.2
4	10.1	61.8	28.1	18.7	55.8	25.5	15.1	61.0	23.9
5	2.1	82.7	15.2	9.5	64.7	25.8	6.0	68.5	25.5

Koealoista on siis kaksi mäntyvaltaista (koealat 1 ja 2). Yksi koeala on koivuvaltainen (koeala 3) ja kaksi kuusivaltaista (koeala 4 ja 5). Jokaisessa koealassa on kuitenkin sekapuulajien osuus melkoinen, kuten asetelmasta voidaan todeta. Seuraavassa asetelmassa esitetään koealojen kuutiomäärät, vuotuiset juoksevat kuutiokasvut sekä vertailun vuoksi ILVESSALON (1920) luonnnonnormaalien metsien VT-männikön ja CT-männikön vastaavat kasvuluvut.

Koeala	Kuutiomäärä m ³ /ha	Kasvu, m ³ /ha/v		
		koealalla	VT:llä	CT:llä
1	46.5	2.7	4.2	2.2
2	79.5	3.4	5.2	2.7
3	104.3	5.1	5.6	2.9
4	87.9	3.5	5.4	2.8
5	84.1	3.7	5.3	2.7

Asetelmasta nähdään, että kuutiomäärä ja kasvu ovat koealalla 1 pienimmät ja koealalla 3 suurimmat. Muut koealat asettuvat näiden väliin. Jos verrataan koealojen kasvulukuja samankuutioisiin VT:n ja CT:n männiköiden kasvulukuihin todetaan, että loppujen lopuksi kaikki koealat ovat kasvunsa puolesta VT-männikön ja CT-männikön kasvulukujen välissä. Karkeasti ottaen voidaan siis kaikkia koealoja pitää kasvupaikkansa puolesta lähes samankaltaisina. Kasvuluvut ovat tosin lähempänä CT:n kasvulukua, mutta kun otamme huomioon tutkimusalueen pohjoisen sijainnin, on hyvin perusteltavissa se, että kasvualusta vastaa lähinnä VT:tä.

Kun vielä tarkastelemme puulukua, pohjapinta-alaa, keskiläpimittaa ja keskipituutta (vrt. liite I) voidaan todeta, että kaikki koealametsiköt ovat nuorehkoja, käsittelemättömiä ja kasvunsa puolesta jokseenkin toisiinsa rinnastettavia. Tosin koealat 1 ja 3 poikkeavat toisistaan melko tavalla, mutta niiden erilaisuus on selitettävissä ainakin osaksi ojitushetken puuston erilaisuudesta johtuvaksi. Suurin erilaisuus koealojen välillä on niiden erilainen puulajisekoitus.

Koska näytteiden ottoa on perusteellisesti selostettu aikaisemmin (vrt. HEIKURAINEN 1955 b), ei sitä tässä lähemmin esitetä. Todetaan vain, että näytteet otettiin $10 \times 10 \times 25$ cm suuruisina maakappaleina, joista juuret erotettiin. Tällaisia näytteitä otettiin koealan keskiviivalta, siis 10 m ojasta kullakin koealalla yhteensä 10 kpl 5 m:n välein, niiden paikka siis määräytyi ennakolta. Samoin on jo aikaisemmin mainitussa tutkimuksessa selvitetty näytteiden käsittely, joten sitäkään ei tässä lähemmin perustella. Näytteet siis analysoitiin 5 cm:n kerroksissa ja kustakin selvitettiin juurten pituus ja paino paksuusluokittain sekä mykoritsat, joista kuitenkin laskettiin vain varsinaiset mykoritsat. Primääriaineisto on esitetty koealoittain liitteissä II, III ja IV.

Näytteiden luotettavuuden ja virherajojen kohdalla viitataan myös aikaisemmin mainittuun tutkimukseen. Tässä todettakoon vain, että aineiston käsittelyssä ja johtopäätösten tekemisessä on pyritty nojautumaan todella merkiseviin eroihin. Tärkeimmät johtopäätökset onkin tehty yhdistetystä aineistosta, joka on saatu siten, että kullekin puulajille on laskettu summatunnukset, jotka tietenkin ovat luotettavampia kuin yksityisten koealojen huomattavasti pienempään aineistoon perustuvat luvut. Yksityisten koealojenkin tulokset saattavat tosin oikeuttaa tiettyihin päätelmiin, varsinkin jos tulos näkyy samansuuntaisena muissakin koealoissa.

Kuten KALELAN (1955) ja HEIKURAINEN (1955 a) tutkimukset osoittavat, ei puuston juuristo ole vakio, vaan kasvukaudenkin aikana tapahtuu hyvin suuria muutoksia. Mainittujen tutkimusten mukaan juuristo on syyskesällä jonkinlaisessa vakiotilassa ainakin pitkäjuurten osalta. Tämän takia on näytteet otettu kaikilta koealoilta elokuun puolivälissä ja lisäksi samaan aikaan (kahtena peräkkäisenä päivänä).

Juuriston vuotuista rytmiä on kuitenkin tutkittu vain männyn osalta ja täy-

sin mahdollista on, että se on erilainen eri puulajeilla (vrt. LADEFOGED 1939). Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ole voitu tätä mahdollisuutta ottaa huomioon ja tulokset kuvastavat siis eri puulajien juuristosuhteita vain näytteiden ottoaikana.

Tulokset

Pitkäjuuret

Kokonaisjuurimäärä

Seuraavassa tarkastellaan kokonaisjuurimäärää sekä pituussummana että painosummana ja verrataan sitä puuston maanpäällisten osien eräisiin tunnuksiin. Aluksi tarkastellaan koealojen kokonaisjuurimääriä välittämättä puulajisuhteista, ja sen jälkeen tarkastelu keskitetään eri puulajien juurimääriin. Molemmat nämä tarkastelut suoritetaan koealoittain. Kokonaisjuurimäärän tarkastelu kiinnostaa lähinnä sen takia, että tuloksia voidaan verrata eräisiin aikaisemmin saatuihin. Varsinkin kirjoittajan aikaisemmat juuristotutkimukset tarjoavat tässä mielessä mielenkiintoista vertailuaineistoa lähinnä siitä syystä, että nämä tutkimukset on suoritettu ojitetuilla soilla, mutta yhtä metsäojituskelvouden luokkaa huonommilla suotyypeillä, isovarpuisella rämeellä tai isovarpuisella tupasvilla-rämeellä (vrt. HEIKURAINEN 1955 b).

Taulukko 1. Koealojen juurimäärä.

Table 1. Die Wurzelmenge der Probestflächen.

Koeala Probestfläche	Juuria Wurzeln		Kuutiomäärä Kubikmenge m ³ /ha
	m/m ²	g/m ²	
1	1.644	396	46.5
2	1.771	628	79.5
3	2.099	783	104.4
4	2.737	728	87.9
5	2.196	819	84.1

Taulukosta 1 nähdään juurien kokonaismäärä sekä metreinä neliometriä kohden että painoyksikköinä (g) neliometriä kohden. Lisäksi taulukkoon on merkitty koealojen kuutiomäärät. Taulukon tuloksia tarkasteltaessa kiintyy huomio ennen kaikkea juurimäärien suuruuteen. Jos vertaamme sitä edellä mainitussa tutkimuksessa saatuihin lukuihin, ovat nyt saadut luvut noin kaksinkertaisia (vrt. HEIKURAINEN em. s. 29). Juurimäärän suuruuteen voi kyllä osaksi vaikuttaa sekin, että näytteet on otettu verrattain läheltä ojaa. Edelleen taulu-

Taulukko 2. Koealojen juurimäärä puulajeittain.
Tabelle 2. Die Wurzelmenge der Probestflächen nach Holzarten.

Koeala Probestfläche	Juuria, % kokonaisjuurimäärästä Wurzeln, % der Gesamtwurzelmenge		Puusto, % kokonaispuustosta Bestand, % vom Gesamtbestand	
	Juurten pituus Länge der Wurzeln	< 1 mm juurten paino Gewicht der Wurzeln < 1 mm	Kuutiomäärä Kubikmenge	Pohjapinta-ala Grundfläche
Mänty — Kiefer				
1	58.7	69.7	88.2	86.6
2	63.9	66.3	78.5	72.8
3	25.0	24.6	40.2	37.5
4	6.6	8.3	18.7	15.1
5	5.2	4.6	9.5	6.0
Kuusi — Fichte				
1	3.9	3.9	0.2	0.5
2	7.7	11.0	1.4	2.2
3	6.4	5.9	5.1	7.3
4	62.6	72.0	55.8	61.0
5	35.5	45.4	64.7	68.5
Koivu — Birke				
1	37.4	26.4	11.6	12.9
2	28.4	22.7	20.1	25.0
3	68.6	69.5	54.7	55.2
4	30.8	19.7	25.5	23.9
5	59.3	50.0	25.8	25.5

kosta voidaan nähdä, ettei kuutiomäärän ja juurimäärän välillä ole selvää korrelaatiota. Tosin koealalla 1, jolla kuutiomäärä on pienin, on myöskin pienin juurimäärä, mutta niinpä esim. koealalla 3, jonka kuutiomäärä on suurin, on selvästi pienempi juurimäärä kuin koealalla 4. Tämä tulos, joka voidaan tulkita siten, ettei kuutiomäärän ja juurimäärän kehityksen välillä ole läheskään selvää vuorosuhdetta, on esitetty jo aikaisemmin mainitussa tutkimuksessa.

Taulukossa esitetyt juuriston painomäärät osoittavat samaa kuin juurien pituusmäärätkin, joskin koealojen erot juuriston painomäärien kohdalla näytävät vielä suuremmilta kuin juuriston pituussumman kohdalla on asianlaista.

Taulukosta 2 tarkastellaan juuriston jakaantumista eri puulajien kesken koealoittain sekä verrataan sitä puuston maanpäällisten osien eräiden tunnusten vastaavaan puulajeittaiseen jakaantumiseen. Juurien painosta on otettu tähän taulukkoon vain alle 1 mm:n vahvuisten juurten paino, koska paksumpien juurien mukaan ottaminen vain lisäisi hajontaa ja tekisi siten tulokset epävarmoiksi. Puustosta on taasen puolestaan otettu tarkasteltavaksi kuutiomäärä ja pohjapinta-ala.

Tarkastelu suoritetaan puulajeittain. Mäntyä koskevista luvuista voidaan päätellä, että puuston maanpäällisten osien prosenttiluvut ovat suurempia kuin maanalaisten, siis juuriston prosenttiluvut. Kuusen kohdalla ei voi havaita mitään selvää suuntausta, prosenttiluvut vaihtelevat säännöttömästi. Koivun prosenttiluvuista nähdään, että puuston maanpäällisten osien prosenttiluvut ovat pienempiä kuin puuston maanalaisten osien, siis juuriston prosenttiluvut.

Yhteenvetona taulukosta 2 voidaan siis sanoa, että puuston maanpäällisten osien prosenttiluvut ovat männyn kohdalla suurempia kuin maanalaisten osien prosenttiluvut ja koivun kohdalla päinvastoin. Kuusi asettuu ilmeisesti männyn ja koivun väliin.

Syvyysjakaantuminen

Syvyysjakaantumista tarkastellaan erikseen juurten pituuden ja alle 1 mm vahvuisten juurten painon perusteella. Seuraavissa asetelmissa esitetään syvyysjakaantuminen prosenttilukuina, jotka ilmaisevat minkä verran kussakin syvyyskerroksessa on ollut juuria juurten kokonaisuudesta. Lisäksi on asetelmiin laskettu juurten keskisyvyys samaan tapaan kuin useissa juuristotutkimuksissa on aikaisemminkin tehty (vrt. KALELA 1949 ja HEIKURAINEN 1955 b).

Koeala	1	2	3	4	5
% juurten pituudesta					
0—5 cm	69.8	77.0	62.7	66.9	76.9
5—10 »	21.9	19.2	28.6	25.3	17.5
10—15 »	5.6	3.1	7.3	6.4	5.2
15—20 »	1.7	0.5	1.1	0.9	0.3
20—25 »	1.0	0.2	0.3	0.5	0.1
Keskisyvyys, cm	4.6	3.9	4.9	4.6	4.0

Koeala	1	2	3	4	5
% < 1 mm juurten painosta					
0—5 cm	75.0	79.4	61.3	62.7	77.5
5—10 »	19.6	17.3	30.9	29.4	17.7
10—15 »	3.3	2.9	6.8	6.8	4.5
15—20 »	1.4	0.3	0.8	0.8	0.2
20—25 »	0.7	0.1	0.2	0.3	0.1
Keskisyvyys, cm	4.2	3.7	4.9	4.8	3.9

Asetelmista voidaan todeta, että sekä pituuden että painon perusteella lasketut syvyysjakaantumiset ja myöskin keskisyvyysluvut ovat suurinpiirtein samat. Tällä tuloksella saattaa olla merkitystä myöhemmissä tutkimuksissa sikäli, että juurten paino on paljon yksinkertaisempi ja helpompi selvittää kuin

juurten pituus, joten joissakin juuristotukimuksissa voidaan ehkä selvittää vain suurten paino ja siten yksinkertaistaa menetelmää. Kun verrataan saatuja syvyysjakaantumislukuja aikaisemmassa tutkimuksessa esitettyihin, voidaan todeta, että syvyysjakaantuminen on nyt ollut jokseenkin samanlainen kuin aikaisemmassakin, vaikka tutkimuksen kohde silloin oli huomattavasti huonompaa suotyyppeä (vrt. HEIKURAINEN 1955 b s. 33—37).

Edelleen asetelmista näkyy, että syvyysjakaantumisessa on koealojen välillä melkoisia eroja. Onhan esim. koealojen 2 ja 3 juuristojen keskisyvyyden ero kokonaista 1 cm, ja tällaista eroa on todella pidettävä suurena (vrt. HEIKURAINEN em. s. 37). Etsittäessä syytä näin suuriin syvyysjakaantumisen eroihin lie-nee ensinnäkin syytä todeta, etteivät ne ilmeisestikään johdu kuivatustehon erilaisuudesta. Luonnollisesti kuivatustehossa on eroja, mutta ne eivät todennäköisesti ole niin suuria, että syvyysjakaantumisten erot olisivat siten selitettävissä. Syyn täytynee olla puulajisuhteissa. Niinpä koeala 3 on selvästi koivuvaltainen, kun taas esim. koeala 2 on mäntyvaltainen, samaten kuin puolestaan koeala 5 on kuusivaltainen. Jo tästä vertailusta voidaan tehdä sellainen johtopäätös, että ilmeisesti koivun juuristo on syvempi kuin männyn ja kuusen.

Seuraavassa tarkastellaan syvyysjakaantumista eri koealoilla puulajeittain. Taulukkoon 3 on laskettu vain juuriston keskisyvyydet sekä pituuden että painon perusteella. Lisäksi on merkitty näkyviin eri puulajien juurten prosenttinen osuus kullakin koealalla, jotta voitaisiin arvostella keskisyvyyslukujen luotettavuutta.

Taulukon luvuista voidaan päätellä, että koealalla 1 on kuusen juuristo ollut syvimmällä, mutta koska kuusen juuristoa koskeva aineisto on kovin pieni, vain 3,9 % juurimäärästä, ei tälle tulokselle ole annettava suurtakaan merkitystä. Sen sijaan voidaan jo luotettavammin todeta, että koivun juuristo on koealalla 1 ollut huomattavasti syvemmällä kuin männyn juuristo. Koealan 2 keskisyvyysluvuista voidaan päätellä, että koivun juuristo on ollut huomattavasti syvemmällä kuin männyn ja kuusen juuristot. Männyn ja kuusen välillä ei näytä olevan selvää eroa. Lisäksi kuusen aineisto on tälläkin koealalla suhteellisen pieni. Koealan 3 keskisyvyysluvuista voidaan päätellä samaa kuin edellisilläkin koealoilla, siis että koivun juuristo on selvästi syvin. Seuraavana näyttää olevan männyn juuristo ja kaikkein matalin on ollut kuusen juuristo. Jälleen on kuitenkin todettava, että kuusen aineisto on liian pieni luotettavaan tulokseen.

Myöskin koealan 4 syvyysluvuista voidaan päätellä, että koivun juuristo on selvästi ollut syvempi kuin männyn ja kuusen, joista puolestaan männyn juuristo on ollut syvempi. Tosin männyn juuristoa koskevat luvut perustuvat pieneen aineistoon. Sama tulos näkyy myöskin koealan 5 keskisyvyysluvuista. Koivun juuristo on ollut syvin, seuraavana on männyn juuristo ja kuusen juuristo näyttää olleen männyn juuristoa hieman pinnallisempi. Jälleen on kuitenkin todettava, että koealan 5 mäntyaineisto on suhteellisen pieni.

Yhteenvedon taulukko 3 luvuista voidaan siis päätellä, että koivun juuristo

Taulukko 3. Juuristojen keskisyvyys puulajeittain eri koealoilla.
Tabelle 3. Durchschnittliche Tiefenlage der Wurzeln nach Holzarten bei den verschiedenen Probeflächen.

Koeala Probefläche	Mänty — Kiefer			Kuusi — Fichte			Koivu — Birke		
	Keskisyv., cm Durchschnittl. Tie- fenlage, cm		Juuria, % koko- naisjuurim. Wurzeln, % der Gesamtwurzelmenge	Keskisyv., cm Durchschnittl. Tie- fenlage, cm		Juuria, % koko- naisjuurim. Wurzeln, % der Gesamtwurzelmenge	Keskisyv., cm Durchschnittl. Tie- fenlage, cm		Juuria, % koko- naisjuurim. Wurzeln, % der Gesamtwurzelmenge
	Pituuden perust. Nach Länge	Painon perust. Nach Gewicht		Pituuden perust. Nach Länge	Painon perust. Nach Gewicht		Pituuden perust. Nach Länge	Painon perust. Nach Gewicht	
1	4.1	3.8	58.7	7.9	5.9	3.9	5.1	4.9	37.4
2	3.5	3.4	63.9	3.7	3.3	7.7	4.7	4.9	28.4
3	4.5	4.4	25.0	3.1	3.1	6.4	5.2	5.1	68.6
4	4.8	5.0	6.6	4.1	4.4	62.6	5.7	6.2	30.8
5	3.5	3.4	5.2	3.4	3.1	35.5	4.3	4.6	59.3

on huomattavasti syvempi kuin männyn juuristo. Samoin voidaan varmuudella päätellä, että koivun juuristo on huomattavasti syvempi kuin kuusen juuristo. Sen sijaan aineisto ei anna mahdollisuuksia varmasti päätellä männyn ja kuusen juuristojen eroja tässä suhteessa. Tosin näyttäisi siltä, että männyn juuristo on jonkin verran syvempi kuin kuusen juuristo.

Seuraavassa tarkastellaan eri puulajien juuristojen syvyysjakaantumista yhdistetyn aineiston perusteella. Yhdistetty aineisto on saatu siten, että kaikkien koealojen juurimäärät on puulajeittain laskettu yhteen ja näin saadusta aineistosta tarkasteltu syvyysjakaantumista. Oheisessa asetelmassa esitetään sekä pituuden että painon perusteella lasketut keskisyvyysluvat.

	Mä	Ku	Ko
Pituuden perusteella	4.0 cm	3.9 cm	5.0 cm
< 1 mm juurten painon perusteella ..	3.9 »	4.0 »	5.1 »

Aineiston yhdistäminen tietysti edellyttää, että kasvualusta ja kuivatusolosuhteet olisivat samat kaikilla koealoilla. Kuten edellä jo mainittiin, ei tässä suhteessa ilmeisesti ole kovin suuria eroja, ja täten aineiston yhdistämiseen on melkoisia mahdollisuuksia. Asetelman tuloksia voidaan siis pitää ainakin suuntaa antavina.

Luvut osoittavat samaa kuin edellä esitetty koealoittainkin tarkastelu. Koivun juuristo on selvästi syvempi kuin männyn ja kuusen, ja männyn ja kuusen välillä ei ole selvää eroa. Edelleen asetelmasta voidaan todeta, että koivun juuristo on noin 1 cm:n syvemmällä kuin männyn ja kuusen juuristo.

Männyn ja kuusen juuristojen syvyyksien eroja voidaan tarkastella seura-

vasti. Verrataan näitä koivun juuriston syvyyteen kumpaakin erikseen laske-
malla koaloittain erikseen koivun ja kuusen juuristojen ja erikseen koivun ja
männyn juuristojen keskisyvyyksien erotukset. Koalojen tulokset yhdistetään
vielä siten, että lasketaan erikseen kummallekin puulajille erotusten keskiarvot
punnittuna kulloinkin kyseessä olevan puulajin juuriston prosenttisella osuu-
della. Näin saadaan seuraava asetelma.

	Ko — Ku	Ko — Mä
Pituuden perusteella	1.23 cm	1.02 cm
< 1 mm juurten painon perusteella	1.62 »	1.20 »

Asetelman luvuista nähdään, että pituuden perusteella laskettuna koivun
juuristo on ollut 1,23 cm syvempi kuin kuusen ja 1,02 cm syvempi kuin männyn
juuristo. Juurten painon perusteella ero on vielä suurempi, koivun juuristo on
ollut 1,62 cm syvempi kuin kuusen ja 1,20 cm syvempi kuin männyn juuristo.
Tämän laskelman mukaan siis kuusen juuristo olisi selvästi pinnallisempi kuin
männyn juuristo. Ero kuusen ja männyn juuriston välillä olisi siis selvä, jos-
kaan ei läheskään niin suuri kuin koivun juuriston ja havupuiden juuriston
välillä.

Juuriston syvyysjakaantumisen tulokset voidaan kiteyttää seuraaviin lau-
seisiin. Ojitetun varsinaisen sararämeen puuston juuristot ovat melkein yhtä
pinnallisia kuin sitä huomattavasti huonomman suotyypin, isovarpuisen rämeen
tai isovarpuisen tupasvillarämeen puuston juuristot. Koivun juuristo on noin
1 cm syvempi kuin männyn ja kuusen juuristot. Männyn ja kuusen juuristojen
syvyyksien ero ei ole erityisen selvä, mutta kuitenkin ilmeinen. Tutkimuksen mu-
kaan eroksi saatiin noin 0,2 cm. Koivun juuristo on siis kaikkein syvin, männyn
juuristo on seuraavana ja kaikkein pinnallisimman on kuusen juuristo. Saatu tulos
on yhdenmukainen kivennäismailta saatujen tutkimustulosten kanssa (vrt.
LAITAKARI 1934 ja KALELA 1949). Näyttäisi kuitenkin siltä, että koivun juuriston
syvyys muihin puulajeihin verrattuna ilmenee juuri turvealustalla erityisen sel-
vänä.

Paksuusjakaantuminen

Paksuusjakaantumista tarkastellaan vain koalojen yhdistetyn aineiston
perusteella. Aineisto ei myöskään anna mahdollisuuksia paksuusjakaantumisen
tarkasteluun syvyyskerroksittain. On siis tyydyttävä vain tutkimaan millainen
eri puulajien juuristojen paksuusjakaantuminen yleensä on.

Luotettava paksuusjakaantumisen tarkastelu edellyttäisi tietenkin, että
puulajit olisivat kokonsa puolesta samanlaisia koska juurten paksuusjakaantu-

minen muuttuu puuston iän ja koon mukaan (vrt. KALELA 1949 s. 33 ja HEIKU-
RAINEN 1955 b s. 43). Kuten puustotiedoista nähdään, ei aineisto ole tässä mie-
lessä paras mahdollinen (vrt. liite I). Voimme kuitenkin todeta, että yhdistetyssä
aineistossa ei mikään puulaji ole selvästi kokonsa puolesta toisia suurempi, kuten
nähdään seuraavasta asetelmasta, jossa on esitetty puulajeittain keskiläpimitan
ja keskipituuden kuutiomäärillä punnitut keskiarvot.

	Mä	Ku	Ko
Keskiläpimita, cm	8.4	6.0	5.6
Keskipituus, m	6.9	5.7	7.0

Asetelmasta tosin näyttää siltä, että mänty olisi muita puulajeja varttu-
neempi, mutta ero ei ole kuitenkaan niin suuri, että sillä olisi juurten paksuusja-
kaantumista ajatellen oleellista merkitystä.

Juurten paksuusjakaantuminen on esitetty seuraavassa asetelmassa.

	< 1 mm	1—2 mm	2—5 mm	> 5 mm
	juuria, % kokonaisjuurimäärästä			
Mä	85.0	12.4	2.2	0.4
Ku	94.7	4.2	0.9	0.2
Ko	88.9	7.1	3.0	1.0

Lukujen mukaan on siis männyn juuristossa ollut hennoimpien (< 1 mm)
juurten osuus pienin ja kuusen juuristossa puolestaan suurin. Koivu sijoittuu
männyn ja kuusen väliin. Erityisen silmiinpistävä on kuusen juurten ohuus toi-
siin puulajeihin verrattuna.

Tulos poikkeaa KALELAN (1949) esittämästä, jonka mukaan kuusikossa on
ohuitten juurten osuus pienempi kuin männikössä. Sensijaan tulos on männyn
paksuusjakaantumisen kohdalla hyvin samantapainen kuin kirjoittajan aikai-
semmässä tutkimuksessa (HEIKURAINEN 1955 b s. 42).

Eri puulajien juurten paksuusjakaantumisen yhteydessä on jälleen muis-
tettava, ettemme tunne kuusen ja koivun juuristojen vuotuista rytmiä, joka
tietenkin saattaa aiheuttaa hyvinkin suuria muutoksia juuristojen rakenteessa.

Juurten määrä puuston yksikköä kohden

Jo juuriston kokonaismäärää tutkittaessa todettiin, että puuston maanpääl-
listen ja maanalaisten osien puulajisuhteet eivät olleet samat. Koivun maan-
alaisten osien prosenttiluvut koko puustosta olivat huomattavasti suurempia
kuin maanpäällisten osien ja männyn selvästi päinvastoin. Kuusen kohdalla ei
havaittu selvää eroa. Toisin sanoen koivulla näyttää olevan juuria puuston yk-

sikköä, esimerkiksi kuutiomäärää kohden, huomattavasti enemmän kuin muilla puulajeilla. Asiaa tarkastellaan seuraavassa laskemalla juurten määrä puuston kuutiometriä ja pohjapinta-alaa kohden. Tulokset on laskettu koealojen yhdistetystä aineistosta. Jälleen on todettava, että juurten määrä puuston yksikköä kohden riippuu hyvin ratkaisevasti metsikön iästä ja koosta. Koska kuitenkin, kuten edellä todettiin, eri puulajien välillä ei näytä tässä suhteessa olevan kovin suuria eroja, voitaneen tuloksia pitää todella puulajien eroja kuvastavina. Asetelmassa on laskettu juurten määrä eri puulajeille kilometreinä erikseen puuston kuutiomäärää ja erikseen pohjapinta-alaa kohden.

	Mä	Ku	Ko
Juuria, km/m ³	172	257	383
» km/m ²	833	1.093	1.765

Tulos on, kuten odottaa saattaakin, yhdenmukainen edellä jo esitetyn kanssa. Koivun juurimäärä puuston kuutiomäärää kohden on yli kaksinkertainen verrattuna männyn juurimäärään ja noin puolitoistakertainen verrattuna kuusen juurimäärään. Sama tulos näkyy myöskin pohjapinta-alan kohdalla, joskaan erot pohjapinta-alan luonteesta johtuen eivät ole näin suuria. Kirjoittajan aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna ovat tulokset männyn kohdalla hyvin samantapaisia (vrt. HEIKURAINEN 1955 b s. 31). Sen sijaan KALELA (1949) ei todennut mitään selviä eroja männyn ja kuusen välillä.

Mykoritsat

Mykoritsojen tiheys

Mykoritsoista on selvitetty vain varsinaiset mykoritsat ja nekin stereomikroskooppia apuna käyttäen. Tulokset eivät näin ollen voi olla absoluuttisia lukuja. Tässä pyritään vain puulajien välisten suhteellisten erojen selvittämiseen, ja koska tutkimusmenetelmät ovat olleet samat kaikkien puulajien kohdalla, on ilmeistä, että tulokset antavat tällaiseen tarkasteluun mahdollisuuden. Aluksi tarkastellaan eri puulajien mykoritsojen tiheyttä koealoittain. Tulokset on esitetty taulukossa 4, jossa on merkitty tiheyden (varsinaisia mykoritsoja kpl/juuri-dm) ohella myöskin juurinäytteiden suuruus, jotta lukujen luotettavuutta voitaisiin tarkastella.

Tuloksista voimme nähdä, että koealoilla 2, 4 ja 5 on koivun juurien mykoritsatiheys suurin ja koealoilla 1 ja 3 on koivun mykoritsojen tiheys jokseenkin sama kuin kuusen, jolla se on näillä koealoilla suurin. Lisäksi on syytä huomata, että kuusen aineisto on pienin viimeksi mainituilla koealoilla. Ilmeisesti siis koivun mykoritsojen tiheys on suurempi kuin muiden puulajien. Männyn ja kuusen eroista ei voi lukujen perusteella sanoa mitään varmaa.

Taulukko 4. Mykoritsojen tiheys puulajeittain eri koealoilla.

Table 4. Dichte der Mykorrhizen nach Holzarten bei den verschiedenen Probestflächen.

Koeala Probestfläche	Mänty — Kiefer		Kuusi — Fichte		Koivu — Birke	
	Kpl/dm Anzahl je dm Wurzel	Näyte, cm Probe, cm	Kpl/dm Anzahl je dm Wurzel	Näyte, cm Probe, cm	Kpl/dm Anzahl je dm Wurzel	Näyte, cm Probe, cm
1	7.7	1 440	16.3	351	13.8	1 522
2	18.2	813	13.0	534	23.9	922
3	19.6	1 005	24.4	301	19.7	1 074
4	17.1	395	16.2	666	21.4	644
5	16.6	277	13.4	446	25.5	540

Lukujen vertaaminen aikaisempiin tutkimuksiin (vrt. HEIKURAINEN 1955 b s. 60) on mahdollista vain männyn osalta. Vertailu osoittaa, että tässä tutkimuksessa on saatu hieman suurempia tiheyksiä koealaa 1 lukuunottamatta. Näyttää siis siltä, että suotyypin parantuessa myös mykoritsatiheys suurenee.

Seuraavassa tarkastellaan mykoritsojen tiheyttä yhdistetyn aineiston valossa. Yhdistetty aineisto on saatu laskemalla puulajeittain koealojen tiheyslukujen keskiarvo punnittuna näytteiden suuruudella, siis juurinäytteiden pituudella. Koska koeala 1 poikkeaa monessa mielessä muista koealoista (vrt. s. 7), on lisäksi laskettu erikseen keskiarvot-koealoille 2, 3, 4 ja 5.

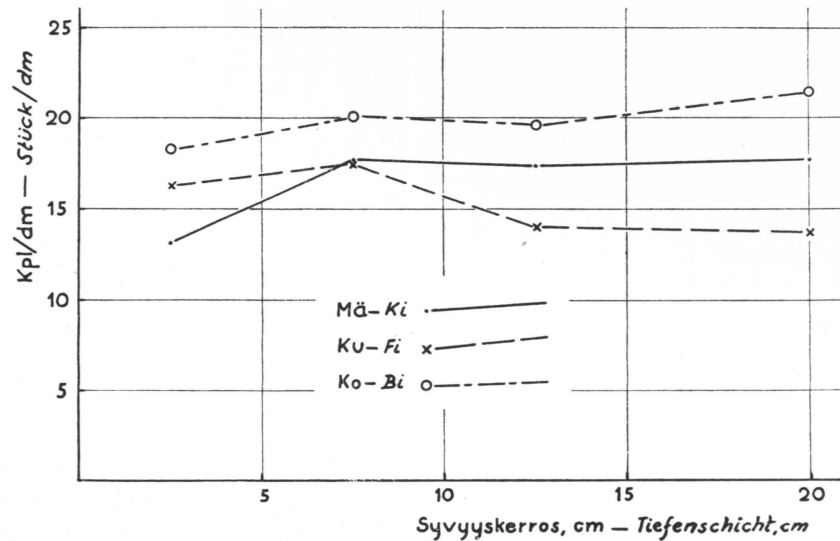
	Mä	Ku	Ko
Mykoritsatiheys, kpl/dm	14.5	16.0	19.5 kaikki koealat
» »	18.4	16.0	22.2 koealat 2, 3, 4 ja 5

Asetelman luvuista voidaan tehdä jo edellä esitetty johtopäätös, että koivun mykoritsojen tiheys on suurempi kuin muiden puulajien. Asetelman mukaan näyttää myös siltä, että männyn mykoritsojen tiheys on suurempi kuin kuusen. Ero ei kuitenkaan ole niin suuri, että sitä voitaisiin varmuudella pitää merkitsevänä.

Mykoritsojen syvyysjakaantuminen

Mykoritsojen syvyysjakaantumista tarkastellaan vain yhdistetyn aineiston tiheyslukujen perusteella. Toisin sanoen selvitetään, miten eri puulajien mykoritsojen tiheys vaihtelee eri syvyyskerroksissa. Keskimääräiset tiheysluvut on nytkin laskettu näytteen suuruudella punnittuina keskiarvoina. Koska kahdessa alimmassa kerroksessa (15—20 cm, 20—25 cm) on kovin vähän aineistoa, on nämä kerrokset tarkastelussa yhdistetty. Tulokset selviävät kuvasta 2.

Kuvasta havaitaan ensinnäkin se, että mykoritsojen tiheys ei pienene syvem-



Kuva 2. Mykoritsatiheys eri syvyyskerroksissa.

Abb. 2. Mykorrhizendichte in verschiedenen Tiefenschichten.

piin kerroksiin siirryttäessä. Aikaisempien tutkimusten perusteella männyn mykoritsatiheys pieneni ratkaisevasti syvyyden lisääntyessä (HEIKURAINEN, 1955 b. s. 55). Etsittäessä syytä tähän tulosten erilaisuuteen, tulee lähinnä mieleen puulajisuhteet, koska aikaisempien tutkimusten kohteet olivat pelkästään mäntyä kasvavia metsiköitä ja nyt tutkitut kohteet sekametsiä. Koivun juuristo voinee todella tehdä mahdolliseksi normaalin mykoritsojen esiintymisen syvemmissäkin kerroksissa myöskin muille puulajeille. HUIKARIN (1954 a) tutkimuksen mukaan sellainen olisi mahdollista, koska koivun juuristo hänen mukaansa pystyy kuljettamaan happea muuten anaerobisiin olosuhteisiin. Toisaalta voi tietysti tulosten erilaisuuteen olla syynä kasvualustan erilaisuuskin. Kuva osoittaa myöskin selvästi, että koivun mykoritsojen tiheys on kaikissa kerroksissa suurempi kuin männyn ja kuusen. Lisäksi näyttää siltä, että syvemmissä kerroksissa koivun ja muiden puulajien mykoritsojen tiheyksien ero on vielä suurempi. Tämä tulos osaltaan tukee edellä esitettyä mahdollisuutta koivun juurien kyvystä kuljettamaan happea syvempiin kerroksiin.

Mykoritsojen lukumäärä

Jo juurimäärän ja mykoritsojen tiheyden perusteella voidaan päätellä, että mykoritsojen määrä pinta-alayksikköä kohden on suhteellisesti suurin koivulla. Taulukkoon 5 on koelaittain laskettu mykoritsojen määrä maaneliometriä kohden ja prosentissa kunkin puulajin mykoritsojen osuus mykoritsojen kokonais-

Taulukko 5. Mykoritsojen määrä puulajeittain eri koelaitoilla.

Tabelle 5. Menge der Mykorrhizen nach Holzarten bei den verschiedenen Probenflächen.

Koeala Probe- fläche	Mykoritsoja — Mykorrhizen		Kuutiomäärä, % kokonaiskuutio- määrästä Kubikmenge % von der Gesamtkubik- menge
	1 000 kpl/ m ² 1 000 Stück /m ²	% mykorits. kokonaism. % von der Ge- samtmenge an Mykorrhizen	
Mänty — Kiefer			
1	61.2	43.0	88.2
2	176.3	59.2	78.5
3	90.3	24.2	40.2
4	25.5	5.7	18.7
5	16.4	3.9	9.5
Kuusi — Fichte			
1	9.3	6.5	0.2
2	16.4	5.5	1.4
3	31.6	8.5	5.1
4	263.7	58.4	55.8
5	98.3	23.6	64.7
Koivu — Birke			
1	71.8	50.5	11.6
2	105.2	35.3	20.1
3	251.9	67.3	54.7
4	162.3	35.9	25.5
5	301.9	72.5	25.8
Yhteensä — Zusammen			
1	142.3	100.0	100.0
2	297.9	100.0	100.0
3	373.8	100.0	100.0
4	451.5	100.0	100.0
5	416.6	100.0	100.0

määrästä sekä puulajien prosenttinen osuus koelaitojen kokonaiskuutiomäärästä. Taulukon luvut osoittavat, että koivun kohdalla mykoritsojen prosenttista osuutta osoittavat luvut ovat paljon suurempia kuin kuutiomäärän osuutta osoittavat prosenttiluvut. Männyn kohdalla puolestaan asia on päinvastoin, siis kuutiomäärän osuutta osoittavat prosenttiluvut ovat selvästi suurempia kuin mykoritsojen osuutta kuvastavat prosenttiluvut. Kuusen kohdalla prosenttiluvut eivät osoita selvää suuntausta.

Taulukkoon 5 on myöskin laskettu mykoritsojen kokonaismäärä eri koelaitoilla. Nämä luvut osoittavat, että tässä tutkimuksessa on saatu huomattavasti suu-

rempia mykoritsamääriä maapinta-alaa kohden kuin aikaisemmassa tutkimuksessa, jossa kasvualusta oli huonompaa suotyyppejä ja metsiköt yksinomaan männyn muodostamia (vrt. HEIKURAINEN 1955 b s. 59). Mykoritsojen lukumäärän tarkastelu siis osoitti, kuten aikaisemmista tarkasteluista jo oli pääteltävissä, että koivun mykoritsojen määrä on suhteellisesti suurin ja männyn ilmeisesti pienin. Kuusen mykoritsojen määrä asettuu koivun ja männyn mykoritsamäärien väliin.

Tulosten yhdistelmä ja niiden sovellutus

Tutkimuksen valossa oli mahdollista verrata aikaisemmin tutkitun isovarpuisen rämeen tai isovarpuisen tupasvillarämeen sekä nyt tutkitun sararämeen puustojen juuristoja. Tulokset osoittavat, että sararämeellä on juurten kokonaismäärä, mykoritsojen tiheys ja tietysti myös mykoritsojen kokonaismäärä suurempi kuin isovarpuisella rämeellä tai isovarpuisella tupasvillarämeellä. Tämä osoittaa, että paremmalla kasvualustalla puuston juuristo on kaikinpuolin runsaampi kuin huonommalla. Juurien syvyysjakaantumisessa ei sen sijaan todettu mitään selviä eroja näiden erilaisten kasvualustojen välillä.

Sararämeellä kasvavien eri puulajien vertailussa saaduista tuloksista on ilmeisesti merkitsevin puulajien juuristojen syvyysjakaantumisen eroja koskeva tulo. Koivun juuristo oli selvästi, jopa huomattavastikin syvempi kuin havupuiden juuristo. Kuusen ja männyn ero oli pieni, mutta todennäköisesti männyn juuristo on hieman syvempi kuin kuusen. Edelleen osoittautui, että koivun juuristo on puuston maanpäällisten osien yksikköä, siis esim. kuutiomäärää kohden laskettuna huomattavasti runsaampi kuin havupuiden. Samoin oli asianlaita mykoritsojen tiheyden ja mykoritsojen kokonaismäärän suhteen. Kuusen ja männyn väliset erot eivät olleet selviä.

Oman huomionsa ansaitsee mykoritsojen syvyysjakaantuminen. Tulokset osoittivat, että koivun juuriston mykoritsojen tiheys lisääntyy syvemmissä kerroksissa, kun sen sijaan varsinkin kuusen juurten mykoritsojen tiheys pieneni selvästi syvemmissä kerroksissa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on voitu osoittaa, että mykoritsojen tiheys puhtaissa männiköissä väheni syvemmissä kerroksissa, toisin sanoen nyt saatu tulos merkinnee sitä, että koivun esiintyminen tarpeeksi runsaana sekapuuna saa aikaan sen, ettei havupuidenkaan juuristojen mykoritsatiheys vähene syvemmissä kerroksissa ainakaan yhtä voimakkaasti kuin puhtaissa havupuumetsiköissä.

Esitetyt tulokset ovat sopusoinnussa LAITAKARIN (1927 ja 1934) ja KALELAN (1949) kangasmailla suorittamien tutkimusten kanssa, mutta tulokset näyttävät lisäksi osoittavan, että koivun ja havupuiden juuristojen ero on juuri turvealustalla erityisen selvä.

Edelleen tulokset näyttävät tukevan HUIKARIN (1954 a) esittämiä käsityksiä koivun mahdollisuudesta kuljettaa happea juuristoon. Ainakin koivun juuriston syvemyys muihin puulajeihin verrattuna samoin kuin mykoritsojen syvyysjakaantumista koskevat tulokset ovat tämän teorian mukaan selvitettävissä.

Jo useissa tutkimuksissa on korostettu koivun metsänhoidollista merkitystä useistakin syistä (vrt. HUIKARI 1954 b). Tämän tutkimuksen valossa nämä käsitykset vain vahvistuvat. Koivun syvä juuristo voinee jo mekaanisestikin vaikuttaa siten, että myöskin havupuiden juuret aikanaan syvenevät, ja tämänkin tutkimuksen valossa todennäköiseltä tuntuva koivun kyky kuljettaa juuristoonsa ja sen ympäristöön happea ei voi olla vaikuttamatta edullisesti myöskin havupuiden menestymiseen varsinkin turvealustan kaltaisella happiköyhällä kasvualustalla.

Toisaalta voi koivun määrällisesti ylivoimaisella juuristolla olla myöskin haitallisia vaikutuksia havupuiden juuristoihin. Tämän tutkimuksen valossa tuntuisi näet täysin mahdolliselta, että koivu on juuristokilpailussa havupuiden kanssa ylivoimainen. Jos koivun osuus sekametsikössä on melkoinen, voi sen juuristokilpailu olla havupuille haitaksi. Tähän viittaavat ne lukuisat esimerkit ojitetuilta soilta, varsinkin sararämeiltä, joissa mäntytaimisto on tuhoutunut koivikon alle. Ilmeisesti on juuristokilpailulla latvustojen välisen kilpailun ohella ollut näissä tapauksissa oma, ehkä tärkeäkin merkityksensä.

Kirjallisuutta

- ACHROMEJKO, A., 1949. Fisidogitscheskoje obosnowanie stepnogo lesoraswedenia. (Die physiologische Begründung des Steppenwaldbaues.) — Lesnoe chosjaistwo 1942, 2. (Internationaler Forstwirtschaftsbericht'in mukaan.)
- HEIKURAINEN, Leo, 1955 a. Über Veränderung in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände auf Moorböden im Laufe des Jahres. Selostus: Rämemännikön juuriston vuodenajoittaisista muutoksista. — Acta Forest. Fenn. 65:2.
- »— 1955 b. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Referat: Der Wurzelaufbau der Kiefernbestände auf Reisermoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. — Ibid. 65:3.
- HUIKARI, OLAVI, 1954 a. Experiments on the effect of aerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kokeitä kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 42:5.
- »— 1954 b. Koivun metsänhoidollisesta merkityksestä. — Metsätaloud. Aikakaust. 1954, 253—254.
- ILVESSALO, YRJÖ, 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. — Acta Forest. Fenn. 15:4.
- »— 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. — Tapio.
- KALELA, ERKKI, 1946. Rämemänniköiden uudistamisen perusteista. — Metsätaloud. Aikakaust. 1946, 5—11.
- »— 1949. Männiköiden ja kuusikoiden juuristosuhteista. I. Summary: On the horizontal roots in pine and spruce stand. I. — Acta Forest. Fenn. 57:2.
- »— 1955. Über Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände im Laufe der Vegetationsperiode. Selostus: Männikön juurisuhteiden kasvukautisesta vaihtelusta. — Ibid. 65:1.
- KOIVISTO, PENTTI, 1957. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. — Konekirjoite Helsingin yliopiston Metsänhoitotiet. lait.
- KOKKONEN, P., 1923. Beobachtungen über das Wurzelsystem der Kiefer in Moorböden. Acta Forest. Fenn. 25:11.
- LADEFOGED, KJELD, 1939. Untersuchungen über die Periodizität in Ausbruch und Längenwachs tumder Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume. — 222 s. Kopenhagen.
- LAITAKARI, ERKKI, 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. Summary: The root system of pine (*Pinus silvestris*). A morphological investigation. — Acta Forest. Fenn. 33:1.
- »— 1934. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch (*Betula verrucosa* and *odorata*). — Ibid 41:2.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M., 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke, basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). Selostus: Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä Suomen eteläpuoliskosta kootun aineiston perusteella. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 15:2.

- MULTAMÄKI, S. E., 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. — Acta Forest. Fenn. 27:1.
- POLANSKY, B., 1936. Menge und Lagerung der Baumwurzeln in Waldboden. — IV. Kongress des Int. Verb. Forstl. Forschungsanst. Ungarn 1936.
- VALLO, ILMARI, 1951. Juuristotutkimuksia Alatornion—Tervolan koivuruskokorvissa. — Konekirjoite Helsingin yliopiston Suomensätiet. lait.

REFERAT:

DER WURZELAUFBAU IN MISCHWÄLDERN AUF ENTWÄSSERTEN
MOORBÖDENEinleitung und über die Grundlagen
der Untersuchung

Der Wurzel Aufbau der auf Torfunterlage gewachsenen Mischbestände ist bisher nicht erforscht worden. Die Untersuchungen haben sich fast ausschliesslich auf Kiefer bezogen (KOKKONEN 1923, MULTAMÄKI 1923, KALELA 1946 und HEIKURAINEN 1955 a und 1955 b).

Die vorliegende Untersuchung ist darauf abgesehen, den Wurzel Aufbau von in ihren Holzartenverhältnissen verschiedenen Beständen, die auf einem gewissen Moortyp unter gleichartigen Entwässerungsbedingungen gewachsen sind, nach Holzarten darzulegen. Das Material ist im Sommer 1956 in einem in Mittelfinnland gelegenen Entwässerungsgebiet gesammelt worden. Die Entwässerung hatte man 19 Jahre zuvor durchgeführt. Die Schlagbreite hatte bei den Untersuchungsgegenständen um 80 m, die Grabentiefe im Mittel 0,9 m betragen. Die Untersuchung gründet sich auf Proben aus den Wald-Probeflächen. Fünf Probeflächen haben vorgelegen, und sie sind in einer Grösse von 10 × 50 m so genommen worden, wie es aus Abb. 1 hervorgeht. In ihrem Wuchsboden sind die Probeflächen einander so gut wie gleich. Der grösste Unterschied zwischen den verschiedenen Probeflächen besteht in ihren Holzartenverhältnissen. Die Angaben über den Bestand der Probeflächen sind in Beilage I (s. 29) dargestellt.

Da die Wurzelprobenahme zuvor (vgl. HEIKURAINEN 1955 b) ausführlich beschrieben worden ist, wird sie hier nicht des näheren dargestellt. Desgleichen ist früher in der angeführten Untersuchung die Behandlung der Proben wiedergegeben worden, so dass auch auf sie hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Das Primärmaterial der Wurzeln ist in den Beilagen II, III und IV (S. 30—32) nach Probeflächen dargestellt.

Wie die Untersuchungen von KALELA (1955) und HEIKURAINEN (1955 a) erweisen, sind die Wurzeln des Holzbestandes während der Vegetationsperiode keine Konstante, sondern unterstehen sogar sehr starken Wandlungen. Diese Untersuchungen haben jedoch nur die Kiefer betroffen, und es ist durchaus möglich, dass bei den verschiedenen Holzarten dieser jährliche Rhythmus unterschiedlich ist. In der vorliegenden Arbeit hat aber diese Möglichkeit nicht berücksichtigt werden können, und die Ergebnisse spiegeln also die Wurzelverhältnisse der einzelnen Holzarten nur zur Probenahmezeit wider. Alle Proben sind nämlich Mitte August an zwei aufeinanderfolgenden Tagen entnommen worden.

Die Wurzelmenge

Die Gesamtwurzelmenge wird nach Probeflächen auf Grund von Tabelle 1 (S. 9) betrachtet. In den Ergebnissen der Tabelle zieht erstens die Grösse der Wurzelmengen die Aufmerksamkeit auf sich. Im Vergleich mit den früheren Untersuchungen (HEIKURAINEN 1955 b), die sich zwar auf Moortypen beziehen, die in ihrer Entwässerungstauglichkeit um eine Klasse schlechter sind, auf zwergstrauchreiche Reisermoore und zwergstrauchreiche Wollgras-Reisermoore, sind die nunmehr gewonnenen Ergebnisse ungefähr doppelt so gross. Zum Teil mag das Resultat auch darin begründet sein, dass die Probeflächen dieser Untersuchung sehr nahe bei Gräben gelegen sind. Zweitens wendet sich bei den Zahlen der Tabelle die Aufmerksamkeit darauf, dass zwischen Kubikmenge und Wurzelmenge des Bestandes keine deutliche Korrelation zu bestehen scheint. Auch dieses Ergebnis ist bereits in der zuvor genannten Untersuchung festgestellt worden. Die Zahlen für das Gewicht der Wurzeln sind gleichsinnig mit denen für ihre Länge.

In Tabelle 2 (S. 10) wird die Verteilung der Wurzeln auf die verschiedenen Holzarten nach Probeflächen dargestellt und mit der entsprechenden nach Holzarten vorgenommenen Verteilung einiger Merkmale der oberirdischen Teile des Bestandes verglichen. Vom Gewicht der Wurzeln ist in diese Tabelle nur das der unter 1 mm starken aufgenommen worden. Die Betrachtung wird nach Holzarten vorgenommen. Aus den Zahlen für Kiefer kann geschlossen werden, dass die Prozentsätze der oberirdischen Teile des Bestandes höher sind als die der unterirdischen, also die Prozentsätze der Wurzeln. Bei der Fichte lässt sich keine deutliche Ausrichtung erkennen. Aus den Hundertsätzen für Birke dagegen ist zu ersehen, dass die für die oberirdischen Teile des Bestandes niedriger sind als die für seine unterirdischen Teile.

Die Verteilung der Tiefenlage

Die Verteilung der Tiefenlage wird nach Probeflächen auf Grund der mittleren Tiefenzahlen der Wurzeln betrachtet. Die mittlere Tiefe ist auf gleiche Weise berechnet worden, wie es auch zuvor in vielen Wurzeluntersuchungen geschehen ist (vgl. KALELA 1949, HEIKURAINEN 1955 b). In der folgenden Zusammenstellung werden die so erhaltenen Zahlen für die mittlere Tiefe der Wurzeln nach Probeflächen sowohl nach der Länge der Wurzeln als nach dem Gewicht der weniger als 1 mm starken Wurzeln wiedergegeben.

Probefläche	1	2	3	4	5
Mittlere Tiefenlage, cm					
nach der Länge der Wurzeln	4.6	3.9	4.9	4.6	4.0
nach dem Gewicht der Wurzeln < 1 mm	4.2	3.7	4.9	4.8	3.9

Die Zahlen erweisen, dass die Wurzeln bei allen Probeflächen verhältnismässig nahe der Oberfläche gelegen haben. Vergleichen wir diese Zahlen für die mittlere Tiefenlage mit der früheren Untersuchung, die sich auf etwas schwächere Moortypen bezogen hat, so ist festzustellen, dass die mittlere Tiefenlage der Wurzeln im grossen ganzen die gleiche gewesen ist. Ferner ist aus der Zusammenstellung zu ersehen, dass in der Verteilung der Tiefenlage zwischen den Probeflächen beträchtliche Unterschiede bestehen. Die wahrscheinliche Ursache dieser Unterschiede liegt in den Holzartenverhältnissen. So ist Probefläche 3 deutlich von Birke, Probefläche 2 hingegen von Kiefer beherrscht. Schon aus diesem Vergleich kann der Schluss gezogen werden, dass offenbar die Wurzeln von Birke tiefer als die von Kiefer und Fichte liegen.

Auf Grund von Tabelle 3 (S. 13) wird die Verteilung der Tiefenlage bei den verschiedenen Probeflächen nach Holzarten betrachtet. Die Zahlen lassen erkennen, dass die Wurzeln der Birke bedeutend tiefer als die der Kiefer liegen. Desgleichen kann mit Sicherheit geschlossen werden, dass die Wurzeln der Birke bedeutend tiefer liegen als die der Fichte. Dagegen bietet das Material keine Möglichkeiten, in dieser Hinsicht die Unterschiede zwischen den Wurzeln von Kiefer und Fichte herauszustellen. In der folgenden Zusammenstellung wird die Verteilung der Tiefenlage von Bewurzelungen der einzelnen Holzarten nach dem gesamten Material beleuchtet.

	Ki	Fi	Bi
Nach der Länge der Wurzeln	4.0 cm	3.9 cm	5.0 cm
Nach dem Gewicht der Wurzeln von < 1 mm	3.9 »	4.0 »	5.1 »

Die Zahlen erweisen dasselbe wie die oben dargestellte Betrachtung nach Probeflächen. Die Wurzeln der Birke liegen deutlich tiefer als die von Kiefer und Fichte, und zwischen Kiefer und Fichte besteht kein deutlicher Unterschied. Der Unterschied zwischen den mittleren Tiefenlagen der Wurzeln von Birke und Fichte und desgleichen die Unterschiede zwischen den mittleren Tiefenlagen der Wurzeln von Birke und Kiefer werden nach Probeflächen berechnet. Die Ergebnisse werden des weiteren derart vereinigt, dass die Mittelwerte beider Unterschiede, jeweils mit dem prozentualen Anteil der Wurzeln der Holzart gewogen, berechnet werden. So ergibt sich folgende Zusammenstellung.

	Bi—Fi	Bi—Ki
Nach der Länge der Wurzeln	1.23 cm	1.02 cm
Nach dem Gewicht der Wurzeln von < 1 mm	1.62 »	1.20 »

Aus den Zahlen ist zu ersehen, dass, nach der Länge berechnet, die Wurzeln der Birke 1.23 cm tiefer als die der Fichte und 1.02 cm tiefer als die der Kiefer gelegen haben. Nach dem Wurzelgewicht ist der Unterschied noch grösser, wenn auch durchaus gleichsinnig. Nach dieser Berechnung lägen also die Wurzeln der Fichte bedeutend oberflächlicher als die der Kiefer. Der Unterschied zwischen Fichten- und Kiefernwurzeln wäre also deutlich, wenn auch nicht annähernd so gross wie zwischen Birken- und Nadelholzwurzeln.

Die Wurzelmenge je Einheit des Holzvorrats

Im folgenden wird die Wurzelmenge je Einheit des Holzvorrats betrachtet. Für die nachstehende Zusammenstellung ist die Wurzelmenge je Festmeter des Holzvorrats und je Grundfläche berechnet worden. Die Resultate haben sich für das zusammengefasste Material ergeben.

	Ki	Fi	Bi
Wurzeln, fm/m ³	172	257	383
» fm/m ²	833	1093	1765

Die Zahlen erweisen, dass die Wurzelmenge von Birke je Kubikmenge des Holzvorrats über doppelt so gross wie die von Kiefer und etwa anderthalbmal so gross wie die von Fichte ist. Dasselbe Ergebnis ist auch bei der Grundfläche zu ersehen, wenngleich die Unterschiede infolge des Charakters der Grundfläche nicht so gross sind.

Dichte der Mykorrhizen

Von den Mykorrhizen sind nur die echten und auch sie nur unter Benutzung des Stereomikroskops untersucht worden. Die Ergebnisse können somit keine absoluten Zahlen sein, aber die zwischen den Holzarten bestehenden relativen Unterschiede vermögen sie offenbar sogar recht gut zu beleuchten.

Nach Tabelle 4 (S. 17) schiene es, dass die Dichte der Mykorrhizen von Birke grösser ist als die der übrigen Holzarten. Über die Unterschiede zwischen Kiefer und Fichte kann auf Grund der Zahlen nichts Sicheres ausgesagt werden. Ausserdem wird die Dichte der Mykorrhizen noch anhand des zusammengefassten Materials betrachtet. Dieses Material hat sich ergeben, indem nach Holzarten der Mittelwert für die Dichtezahlen der Probeflächen, gewogen mit der Grösse der Proben, also mit der Länge der Wurzelproben, berechnet worden ist.

	Ki	Fi	Bi
Mykorrhizendichte, St./dm	14.5	16.0	19.5

Aus den Zahlen kann der bereits oben dargestellte Schluss gezogen werden, dass die Dichte der Mykorrhizen von Birke grösser ist als die der Mykorrhizen der übrigen Holzarten.

Die Verteilung der Tiefenlage der Mykorrhizen

Die Verteilung der Tiefenlage der Mykorrhizen ist in Abb. 2 dargestellt. Im Bilde ist zunächst zu erkennen, dass die Dichte der Mykorrhizen gegen die tieferen Schichten nicht abnimmt. Nach den früheren Untersuchungen verminderte sich bei Kiefer die Mykorrhizendichte entschieden mit zunehmender Tiefe (HEIKURAINEN 1955 b S. 55). Die Ursache des nunmehr erhaltenen Ergebnisses liegt offenbar in den Holzartenverhältnissen. Die früheren Untersuchungen haben sich eben auf Reinbestand von Kiefer bezogen, und die jetzt untersuchten Fälle sind Mischwälder gewesen. Die Birkenwurzeln können es wohl ermöglichen, dass selbst in tieferen Schichten auch bei anderen Holzarten Mykorrhizen wie normal auftreten. Nach der Arbeit von HUIKARI (1954 a) wäre etwas Derartiges möglich, da die Birkenwurzeln seiner Ansicht nach Sauerstoff in die sonst anaeroben Verhältnisse einzuführen vermögen. Das Bild lässt ebenfalls deutlich erkennen, dass die Mykorrhizendichte der Birke in allen Schichten grösser ist als die der Kiefer und Fichte. Ausserdem scheint es, dass in den tieferen Schichten der Unterschied zwischen den Mykorrhizendichten der Birke und der übrigen Holzarten noch beträchtlicher ist. Dieses Ergebnis stützt seinerseits die oben dargestellte Möglichkeit, dass die Birkenwurzeln Sauerstoff in tiefere Schichten einzuführen vermöchten.

Die Anzahl der Mykorrhizen

Für Tabelle 5 (S.19) ist nach Probeflächen die Menge der Mykorrhizen je Boden-Quadratmeter sowie in Prozent der Anteil der Mykorrhizen jeder Holzart an der Gesamtmenge der Mykorrhizen berechnet worden. Ferner sind vergleichshalber die prozentualen Anteile der Holzarten an der gesamten Kubikmenge des Holzvorrates der Probeflächen in die Tabelle aufgenommen worden. Die Zahlen der Tabelle bedeuten, dass die Zahlen für den prozentualen Anteil der Mykorrhizen von Birke grösser als die für ihren Anteil an der Kubikmenge sind. Bei der Kiefer ist der Sachverhalt umgekehrt, und die Prozentsätze der Fichte lassen keine deutliche Ausrichtung erkennen. Die in der Tabelle angegebenen Zahlen für die Gesamtmenge

der Mykorrhizen sind bedeutend höher als in der früheren Untersuchung, bei der die Wuchsunterlage ein schlechter Moortyp war und die Wälder ausschliesslich aus Kiefer bestanden (vgl. HEIKURAINEN 1955 b S. 59).

Zusammenstellung der Ergebnisse und ihre Anwendung

Im Lichte der jetzt ausgeführten Untersuchung ist es möglich, die Bewurzelungen im Bestande des früher untersuchten zwergstrauchreichen Reisermoores oder zwergstrauchreichen Wollgras-Reisermoores mit denen des nunmehr erforschten Seggenreisermoores zu vergleichen. Die Ergebnisse haben erwiesen, dass bei besserem Standboden die Bewurzelungen des Holzbestandes in jeder Hinsicht reichlicher sind als bei schlechterem. In der Verteilung der Tiefenlage der Wurzeln dagegen hat kein deutlicher Unterschied festgestellt werden können.

Von den bei dem Vergleich der verschiedenen Holzarten erhaltenen Ergebnissen sind offenbar am bedeutsamsten die über die Unterschiede in der Verteilung der Tiefenlagen der Wurzeln der Holzarten. Die Bewurzelung der Birke lag deutlich, ja sogar beträchtlich tiefer als die der Nadelhölzer. Der Unterschied zwischen Fichte und Kiefer war gering, wahrscheinlich aber lagen die Wurzeln der Kiefer etwas tiefer als die der Fichte. Ferner konnte festgestellt werden, dass die Wurzeln der Birke, je Kubikmenge an Holzvorrat berechnet, bedeutend reichlicher waren als die der Nadelhölzer. Ebenso verhielt es sich mit der Dichte der Mykorrhizen und ihrer Gesamtmenge. Die Unterschiede zwischen Fichte und Kiefer waren in dieser Hinsicht keineswegs deutlich.

Recht bemerkenswert ist das über die Verteilung der Tiefenlage der Mykorrhizen erhaltene Ergebnis. Erwies doch das Resultat, dass die Mykorrhizendichte bei Birkenwurzeln in den tieferen Schichten zunahm, während sie sich dagegen bei Fichtenwurzeln in den tieferen Schichten verminderte. In den früheren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Mykorrhizendichte in Kiefern-Reinbeständen in den weiter unten gelegenen Schichten abnahm, mit anderen Worten, das nunmehr erhaltene Ergebnis mag bedeuten, dass das Auftreten von Birke als genügend reichliches Mischholz bewirkt, dass sich auch die Mykorrhizendichte von Nadelholzwurzeln in tieferen Schichten zum mindesten nicht ebenso stark vermindert wie in Nadelholz-Reinbeständen. Diese Ergebnisse scheinen die von HUIKARI (1954 a) dargestellten Auffassungen von der Möglichkeit der Birke, den Wurzeln Sauerstoff zuzuführen, zu stützen. Wenigstens die tiefere Lage der Wurzeln von Birke im Vergleich mit den übrigen Holzarten wie auch die Ergebnisse über die Verteilung der Tiefenlage der Mykorrhizen lassen sich nach dieser Theorie erklären.

Auf Grund der Untersuchung sind auch einige waldbauliche Schlüsse zu ziehen. Die tiefen Wurzeln der Birke können wohl auch schon mechanisch derart wirken, dass ebenfalls die Wurzeln der Nadelhölzer beizeiten tiefer eindringen, und die auch im Lichte dieser Untersuchung wahrscheinlich anmutende Fähigkeit der Birke, in ihre Bewurzelung und deren Umgebung Sauerstoff einzuführen, kann nicht umhin, besonders bei torfbodenartiger sauerstoffarmer Wuchsunterlage auch das Gedeihen der Nadelhölzer günstig zu beeinflussen. Auf der anderen Seite können mengenmässig überwiegende Wurzeln von Birke auch nachteilige Wirkungen auf die Wurzeln von Nadelhölzern ausüben. Es schiene nämlich durchaus möglich, dass die Birke im Wurzelwettbewerb den Nadelhölzern überlegen wäre. Ist der Anteil der Birke im Mischbestand beträchtlich, so kann ihre Wurzelkonkurrenz für die Nadelhölzer nachteilig sein. Darauf weisen auch die zahlreichen auf entwässerten Mooren, besonders Seggen-Reisermooren beobachteten Fälle hin, in denen Kiefernflug unter Birkenbestand eingegangen ist. Offenbar ist diese Wurzelkonkurrenz neben dem zwischen den Kronen bestehenden Wettbewerb in diesen Fällen von eigener, vielleicht sogar grosser Bedeutung gewesen.

Liite I. Koealojen puustotiedot.

Beilage I. Angaben über den Holzbestand der Probeflächen.

Koeala — Probefläche		1	2	3	4	5
Runkoluku, kpl/ha Stammzahl, St./ha	Mä — Ki	3 620	2 340	920	540	140
	Ku — Fi	80	360	620	3 300	5 540
	Ko — Bi	3 020	3 320	5 580	1 500	1 020
	Σ	6 720	6 020	7 120	5 340	6 700
Pohjapinta/ala, m ² /ha Grundfläche, m ² /ha	Mä — Ki	10.11	13.08	7.88	2.93	1.05
	Ku — Fi	0.06	0.40	1.52	11.82	12.08
	Ko — Bi	1.50	4.50	11.53	4.62	4.49
	Σ	11.67	17.98	20.88	19.37	17.62
m ³ /ha kuorineen m ³ /ha mit Rinde	Mä — Ki	41.0	62.4	41.9	16.4	8.0
	Ku — Fi	0.1	1.1	5.3	49.1	54.4
	Ko — Bi	5.4	16.0	57.1	22.4	21.7
	Σ	46.5	79.5	104.3	87.9	84.1
Kasvu, m ³ /ha/v Zuwachs, m ³ /ha/J.	Mä — Ki	2.31	2.67	2.15	0.72	0.26
	Ku — Fi	0.01	0.06	0.20	1.83	2.35
	Ko — Bi	0.33	0.79	2.76	0.93	1.04
	Σ	2.65	3.42	5.11	3.48	3.65
Keskiläpimitta, cm Mitteldurchmesser, cm	Mä — Ki	6.0	8.4	10.4	8.3	9.8
	Ku — Fi	3.0	3.8	5.6	6.8	5.3
	Ko — Bi	2.5	4.1	5.2	6.4	7.9
Keskipituus, m Mittelhöhe, m	Mä — Ki	5.5	6.5	8.5	7.0	9.0
	Ku — Fi	2.5	4.0	4.5	6.0	5.5
	Ko — Bi	4.5	4.5	6.5	8.0	9.5

Liite II. Juurten pituus (cm) paksausluokittain eri syvyyskerroksissa.
Beilage I I. Länge (cm) der Wurzeln nach Dickenklassen in verschiedenen Tiefenschichten.

Kocala — Probe- fläche	1			2			3			4			5		
	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	oK — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi
0—5 cm	6 164 993 205 23	275 19 0 0	3 097 495 131 26	7 814 1 247 191 37	995 68 39 0	2 876 272 50 52	2 976 414 75 18	1 167 57 0 3	7 370 758 211 99	979 118 73 11	12 008 481 57 0	4 150 251 151 0	20 814 120 5	6 430 139 129 41	8 379 499 312 46
5—10 cm	1 440 240 42 0	129 21 0 0	1 500 159 76 0	1 648 129 9 13	208 6 0 0	1 175 90 54 70	1 358 79 0 0	89 0 0 0	4 050 287 92 48	330 39 14 11	3 520 251 0 8	2 455 161 143 23	151 13 2 0	726 68 11 15	2 595 131 90 27
10—15 cm	250 68 0 0	68 15 0 0	479 35 0 0	160 19 0 0	52 0 0 0	296 8 0 5	243 32 0 0	33 0 0 0	1 147 69 26 0	178 39 0 0	680 24 0 0	708 61 47 16	20 3 0 0	189 20 0 0	824 30 4 11
15—20 cm	49 60 16 0	65 14 0 0	90 11 11 0	34 0 0 0	4 0 0 0	48 0 0 0	30 3 5 0	4 0 0 0	154 13 0 14	0 0 0 0	61 0 0 0	174 5 0 8	5 0 0 0	3 0 4 0	49 0 0 0
20—25 cm	96 1 0 7	33 0 0 0	36 0 0 0	8 0 0 0	0 0 0 0	6 6 0 9	7 0 0 0	0 0 0 0	50 0 9 0	0 0 0 0	48 0 0 0	83 0 0 0	0 0 0 0	2 8 6 0	3 4 7 0

Liite III. Juurten paino (g) paksausluokittain eri syvyyskerroksissa.
Beilage I I I. Gewicht (g) der Wurzeln nach Dickenklassen in verschiedenen Tiefenschichten.

Kocala — Probe- fläche	1			2			3			4			5		
	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi	Mä — Ki	Ku — Fi	Ko — Bi
0—5 cm	7.68 3.11 5.07 4.28	0.34 0.18 0.00 0.00	2.28 1.09 3.87 3.90	7.80 4.65 2.87 3.45	1.35 0.23 0.20 0.00	1.88 2.63 2.44 9.85	2.67 2.10 2.07 2.45	0.87 0.32 0.00 0.41	6.83 4.45 7.54 19.94	1.43 0.80 1.16 3.37	13.92 4.10 1.87 0.00	2.57 2.80 3.72 0.00	0.78 0.51 0.30 0.45	8.12 1.43 3.48 9.70	6.80 3.41 9.88 15.80
5—10 cm	1.55 0.53 0.37 0.00	0.09 0.06 0.00 0.00	1.05 1.04 0.37 0.00	1.22 0.75 0.22 1.83	0.13 0.01 0.00 0.00	1.06 1.47 1.87 12.82	1.15 0.43 0.00 0.00	0.67 0.00 0.00 0.60	3.39 2.35 4.80 10.88	0.86 0.39 1.05 2.82	5.57 3.26 0.00 1.15	2.18 2.05 5.26 3.34	0.12 0.09 0.02 0.00	0.73 0.35 0.50 1.13	2.63 1.60 3.62 7.62
10—15 cm	0.19 0.20 0.00 0.00	0.04 0.06 0.00 0.00	0.23 0.07 0.00 0.00	0.16 0.06 0.00 0.00	0.05 0.00 0.33 1.69	0.20 0.05 0.00 0.00	0.17 0.17 0.00 0.00	0.02 0.00 0.00 0.00	0.95 0.55 0.40 0.00	0.25 0.45 0.00 0.00	1.00 0.19 0.00 0.00	0.68 0.37 1.37 2.61	0.02 0.01 0.00 0.00	0.17 0.12 0.00 0.00	0.68 0.27 0.15 1.13
15—20 cm	0.09 0.12 0.12 0.00	0.05 0.01 0.00 0.00	0.05 0.02 0.54 0.00	0.03 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.01 0.00 0.00 0.00	0.02 0.01 0.06 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.11 0.09 0.00 2.72	0.00 0.00 0.00 0.00	0.09 0.00 0.00 0.00	0.14 0.00 0.00 2.62	0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.10 0.00	0.04 0.00 0.00 0.00
20—25 cm	0.07 0.00 0.00 0.85	0.01 0.00 0.00 0.00	0.02 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.02 0.00 1.52	0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.04 0.00 0.17 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.03 0.00 0.00 0.00	0.06 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.06 0.10 0.00	0.00 0.03 0.36 0.00

Liite IV. Varsinaisten mykiritsojen tiheys (kp/dm juurta) eri syvyyskerroksissa.
 Beilage I V. Dichte der echten Mykorrhizen (st/dm Wurzel) in verschiedenen Tiefenschichten.

Koeala - Probeläche		1		2		3		4		5	
Puulaji Holzart	Syvyyskerros, Tiefenschicht, cm	Näyte, cm Probe, cm	Kp/dm Stück/dm	Näyte, cm Probe, cm	Kp/dm Stück/dm	Näyte, cm Probe, cm	Kp/dm Stück/dm	Näyte, cm Probe, cm	Kp/dm Stück/dm	Näyte, cm Probe, cm	Kp/dm Stück/dm
Mä - <i>Ki</i>	0-5	661	7.3	504	16.7	375	16.0	121	18.2	101	16.3
	5-10	384	7.5	107	25.0	350	27.2	96	15.1	151	18.0
	10-15	250	12.9	160	21.1	243	21.1	178	15.0	20	15.2
	15-20	49	11.9	34	28.2	30	19.0	0	—	5	14.0
	20-25	96	16.3	8	25.0	7	18.6	0	—	0	—
Ku - <i>Fi</i>	0-5	56	14.3	270	12.0	175	24.7	285	16.8	116	13.4
	5-10	129	21.0	208	18.4	89	21.2	160	15.6	136	12.4
	10-15	68	13.7	52	13.3	33	25.0	160	9.1	189	16.3
	15-20	65	15.2	4	10.0	4	25.0	61	8.3	3	15.0
	20-25	33	25.5	0	—	0	—	48	9.0	2	15.0
Ko - <i>Bi</i>	0-5	590	14.5	430	20.9	570	17.1	123	23.6	160	25.7
	5-10	327	11.8	142	30.1	139	22.7	102	21.5	177	24.8
	10-15	479	14.6	296	27.0	161	24.9	162	10.4	151	25.4
	15-20	90	15.1	48	32.1	154	26.6	174	17.5	49	23.5
	20-25	36	22.0	6	30.0	50	25.0	83	15.0	3	25.0