

# OMENAPUUN JUURISTOSTA

JOUKO VUORINEN

*Maatalouden tutkimuskeskus, Maantutkimuslaitos*

Saapunut 3. 2. 1958

Hedelmätarhan maaperän viljavuuden tutkimiseen on pyritty löytämään sopivia menetelmiä. Käsillä oleva tutkimus, joka liittyy laajempaan Suomessa ja keski-Euroopassa vuosina 1955—1957 suoritettuun maaperätutkimukseeni, koettaa osaltaan selvittää mihin maakerrokseen on huomio kiinnitettävä hedelmätarhojen viljavuustutkimuksessa. Samoin kuin peltoviljelyn perustus on kasviston juurten leviämisen tunteminen (11) samoin hedelmätarhassa on tunnettava nämä seikat tarkoituksenmukaisen viljelyn perustana. Toisaalta eri kasvilajeilla on juuriston sijoittumisessa todettavissa vastaavaa omintakeista muotoa kuin niillä on oma maanpäällinen tyyppillinen muotonsa (5). Viljelymahdollisuudet ja viljelytoimenpiteet ovat tietysti suuresti riippuvaisia nimenomaan juuriston sijoittumisesta.

Tämän tutkimuksen kenttätö on suoritettu neljässä hedelmätarhassa, nimittäin Kangasalan Pikkolassa hiekka- ja hiesumaalla, Pälkäneen Myttäälässä hietaumaalla, Hirvensalon Koivulassa aitosavella ja Puolan hedelmäviljelytieteen laitoksella Skierniewicessä. Koekaivauksia suoritettiin lisäksi muissa Puolan hedelmätarhoissa samoin kuin Länsi-Saksassa ja Tanskassa.

Tässä työssä käsitellään omenapuiden juuristokysymystä; tutkimuksen maaperäpuoli käsitellään ja julkaistaan erikseen.

## *Tutkimusmenetelmä*

Puutarhassa ei ole sellaisia vaikeuksia kuin metsäpuiden juuristotutkimuksessa (9, 16), mutta puiden laajalle levinneen juuriston tutkiminen on kuitenkin melko hankalaa kun juurien hienoimmat osat ovat vaikeasti irroitettavissa varsinkin jäykistä maalajeista. Irroitamiseen on käytetty vettä (3), jolloin suuren laikatun maasärmiön sisältämä juuristo on ennakolta tietyllä verkko- ja puikkolaitteella sidottu. Tällaista liettämistä on käytetty (13) myös meillä peltokasvien juuristotutkimuksissa. Vastaavanlainen pienten juuristojen tutkimusmenetelmä on pienen maapilarin katkominen tiettyihin pätkiin ja niiden juottaminen paraffiinilla taas toisiinsa (1). Tällöin sitoutuvat katkenneet juurten päät paraffiinilevyihin, jotka taas on sidottu liettämislaitteeseen.

Puiden juuriston tutkimuksessa on turvauduttava suuritoiseen kaivamiseen. WEAVER (14) ja LAITAKARI (9) ovat kaivaneet kuiviltaan (ilman vesikäsitelyjä) suuren määrän juuristoja ja tarkoin kuvanneet juurten kulun seuraamalla kutakin tutkittavaa juurta latvoille saakka. Päinvastainen menetelmä on katkaista juuristo tietyiltä etäisyyksiltä (6) ja selvittää tällaisen maaleikkauspinnan läpäisevät juuret.

Juuriston tehoa ajatellen on kiinnitetty huomiota erityisesti juurten pinta-alaan (12, 2, 7). Toisaalta on nimenomaan hienojen juurten jakautumista pidetty silmällä kun puusta on tutkittu juurten pituus (4).

Tämän tutkimuksen järjestelyssä on käytetty tietyn maatilavuuden (8) juurten erottamista kuiviltaan (14) ja juurten jakamista kahteen fraktioon yli ja alle



Kuva 1 — Picture 1

2 mm (vert. 7). Tulosten esittämisessä taas on koetettu saada selväksi nimenomaan juurten jakautuminen maassa (4).

Tässä tutkimuksessa on menetelty niin, että puun rungosta lähtien on otettu 30—180°:n sektori työn alle. Tutkiminen aloitettiin sektorin kehältä niin kaukana puun rungosta, että juuria ei enää koepistoissa tavattu, taikka oltiin jo tutkittavan ja naapuripuun puolivälissä. Työn suoritusta varten sektori (isoilla puilla 30°, pienillä 60—180°) jaettiin 30 cm leveisiin kaistaleisiin niin, että puun runko keskipisteenä piirrettiin kaaret säteen jokaisen 30 cm:n päähän. Näin saaduista kaistaleista kaivettiin koko maa kerroksittain tutkittavaksi. Multakerroksen kohdalla nämä tutkimuskerrokset olivat 5 cm ja syvemmällä 10 cm tai aivan pohjassa 20 cm paksuja. Parhaaksi työjärjestykseksi osoittautui maan pinnan myötäinen kaivaminen. Näin leikattiin siis kaistale kaistaleelta kerros 0—5 cm. Kunkin kaistaleen maa luotiin seuralle, jossa se käsin hienonnettiin ja eroteltiin juuret maasta. Ne puhdisteltiin kevyesti hieromalla ja maa ravisteltiin pois ennen punnitusta. Juuret

lajiteltiin samalla paksuihin ( $> 2$  mm) ja hienoihin ( $< 2$  mm). Kun yksi kerros oli kokonaan poistettu, piirrettiin tasaiselle sektorin pinnalle tutkittavat kaistaleet uudelleen (kuva 1). Kunkin tutkitun maatilavuuden sisältämät juurierät on käsitelyä varten ilmaistu grammoina 100 maalitraa kohti.

### Tutkimuksen tuloksia

Seuraavassa esitän ensin kunkin tutkitun tapauksen ja myöhemmin tarkastellen erilaisten tekijöiden vaikutusta.

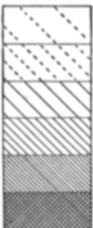

1. Normandie-taimisto, Pikkola, Kangasala (N:o 15431/16—, 15482/10—, 15517/1—). Maalaji on hieno hiekka ja taimisto siemenestä saakka paikallaan 5 vuotta kasvanutta perusrunkoa (15).

Tutkimus suoritettiin metrin levyisenä kaistaleena poikki neljärvisen taimiston. Eri riveissä tuli tutkittavalle alueelle seuraavat määrät taimia, joiden keskimääräinen paksuus on myös ilmoitettu:

Rivi <i>Line</i>	Maaleikkauksen n:o <i>Soil profile No</i>	Taimia kpl <i>Number of plants</i>	Keskim. rungon paksuus <i>Average thickness of the stocks</i>
1	3	10	13.2 mm
2	5	13	10.6 "
3	7	9	11.7 "
4	9	10	14.5 "

Rungon paksuusluvuissa näkyy selvästi lohkon reunavaikutusta.

Juuriston sijainti ja tiheys näiden taimirivien alla on esitetty (piirros 1) poikki-leikkauksena. Juuritiheyden kuvaamiseen on käytetty seuraavaa asteikkoa:

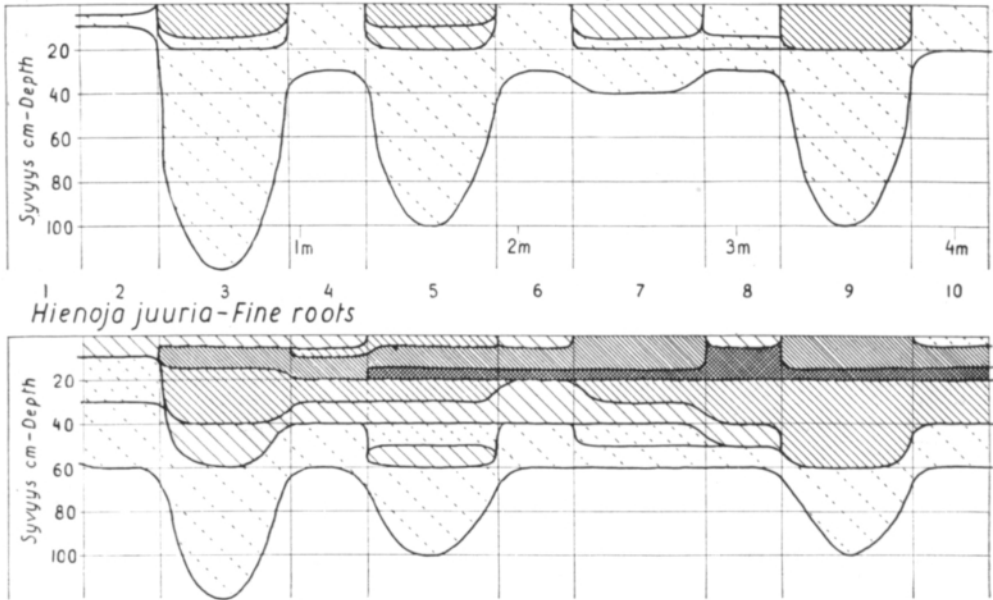
Esitystapa piirroksissa <i>Legend of the figures</i>	Paksuja juuria <i>Coarse roots</i>	Hienoja juuria <i>Fine roots</i>
Piirroksissa 1—10 <i>In figures 1—10</i>	g/100 l	g/100 l
Piirroksissa 11—13 <i>In figures 11—13</i>	0	0
	1—100	1—10
	100—200	10—20
	200—400	20—40
	400—800	40—80
	800—1600	80—160
	> 1600	> 160

Juuriston suurin syvyys eri riveissä vaihtelee 60—120 cm, mutta tiheämpi juuriverkosto rajoittuu yleensä matalampaan kerrokseen. Paksujen juurten pääosa on vain taimien kohdalla (puolen metrin kaistaleella) ja ulottuu n. 20 cm:n syvyyteen. Hienompi juuristo ulottuu melko tiheänä n. 60 cm:iin, mutta senkin pääosa rajoittuu multakerrokseen (0—20 cm) ja täyttää maan myös taimirivien välillä. Erityisen tiheä on hieno juuristo multakerroksen alaosassa (15—20 cm).

*Paksuja juuria - Coarse roots*

*Normandie-perusrunkotaimisto, Pikkola, Kangasala, HHk, 1956*

(N:o 15431/16-  
15482/10-  
15517/1-)



Piirr. 1 — Fig. 1

2. Lobo, yksinäinen taimistopuu, Pikkola, Kangasala (N:o 15431/10—11). Maalaji on hieno hiekka ja puun ikä taimistossa jalostuksen jälkeen 5 vuotta. Varttaminen suoritettiin käsityönä ja perusrunkon juuret katkaistiin n. 15 sm:n mittaisiksi ennen istutusta. Puu oli jäännöskappale ja ollut yksinäisenä kaksi vuotta. Juuret tutkittiin 180°:n sektorista.

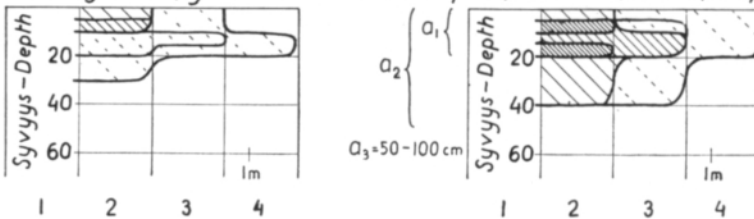
Juuristo leviää yli metrin säteellä (piirros 2) ja 40 cm:n syvyyteen, mutta pääosa sekä paksuista, että hienoista juurista rajoittuu 90 cm:n säteiselle ympyrälle ja vain 0—20 cm:n syvyydelle. Juuriston halkaisija oli n. 2.4 m ja latvuksen n. puolet siitä.

3. Melba, Pikkola, Kangasala (N:o 15431/7—9). Puu on 5 vuotta kasvanut paikallaan karkeahkossa hienossa hiekassa (0—60 cm). Tutkimus suoritettiin 60°:n sektorissa.

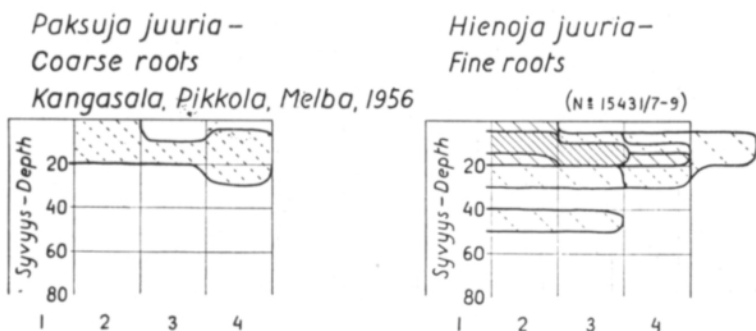
*Paksuja juuria -  
Coarse roots*

*Hienoja juuria -  
Fine roots*

*Kangasala, yksinäinen taimistopuu, Lobo (N:o 15431/10-11)*



Piirr. 2 — Fig. 2

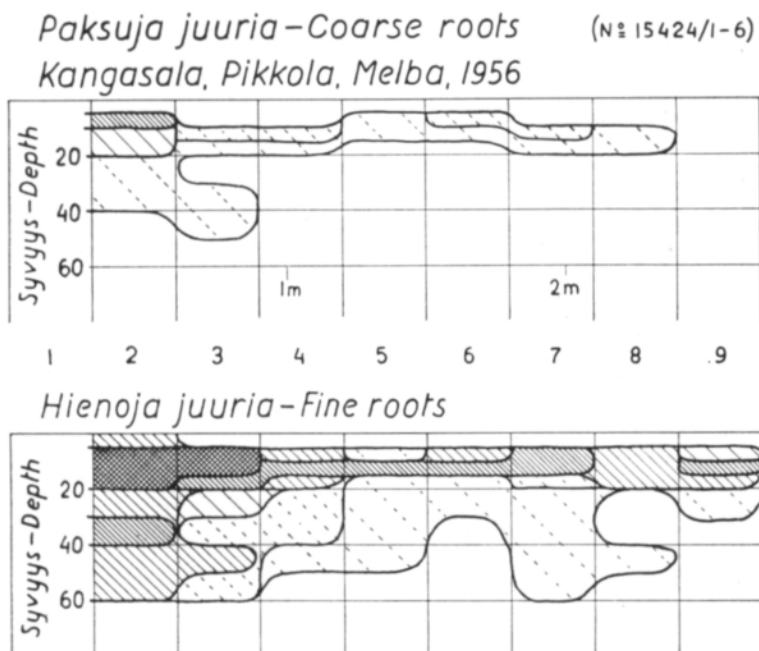


Piirr. 3 — Fig. 3

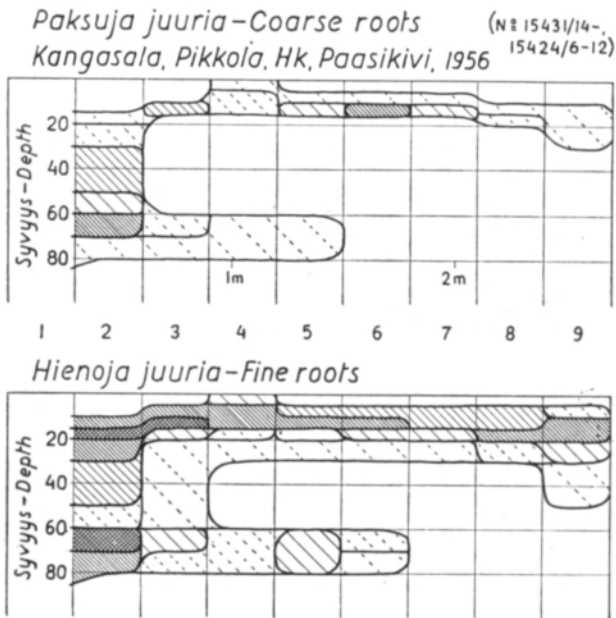
Paksut juuret ulottuvat yli metrin etäisyydelle, mutta vain 30 cm syvään. Hienojen juurten alueen ulkokehä on 1.5 metriä puun rungosta ja niitä on tavattu vielä 50 cm:n syvyydessä. Pääosa hienoista juurista on tässäkin sijoittunut multakerrokseen (piirros 3). Tässä juuristossa on näkyvissä myös pintamaan (0—5 cm) tyhjiys 60 cm ulompana rungosta.

4. Melba, Pikkola, Kangasala (N:o 15424/1—6). Karkeahko hieno hiekka, puun ikä 10 vuotta. Tutkimus on suoritettu 30°:n sektorissa, joka suunnattiin vinosti puiden riviväliin.

Paksu juuristo ulottuu n. 2.4 m:n päähän rungosta ja sijaitsee multakerrok- sessa. Vain rungon lähellä (60—90 cm) jotkut haarat työntyvät syvemmälle (50 cm). Aivan samanlainen jakautuminen näkyy tämän puun hienoissa juurissa. Pieni



Piirr. 4 — Fig. 4



Piirr. 5 — Fig. 5

juuritiheyttä 2.4—2.7 m:n päässä rungosta viittaa jo naapuripuun juuriston läheisyyteen. Valtaosa hienoa juuristoa on tälläkin puulla multakerroksessa, jossa sen tiheys on hyvin suuri 90 cm:iin saakka rungosta. Multakerroksen ylin osa (0—5 cm) on kokonaan tyhjä juurista (piirros 4).

5. Paasikivi, Pikkola, Kangasala (N:o 15431/14—, 15424/6—12). Maalaji 0—60 cm karkeahko hieno hiekka, 60—100 hietä. Puu oli 11 vuotias ja lähellä edellä kuvattua Melbaa. Tutkittu sektori 30°.

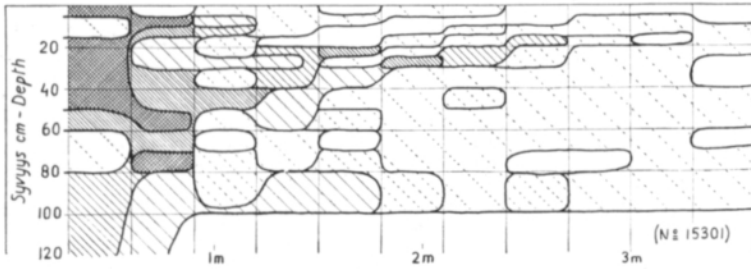
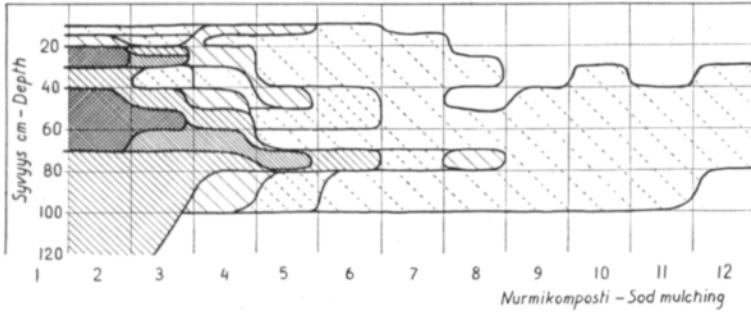
Juuristokuva (piirros 5) on hyvin samanlainen kuin edellä Melbassa. Hiekassa juuristo on levittäytynyt pääasiassa multakerrokseen. Alempi juuristotaso on kehittynyt hietamaahan, joka on huomattavan kostea huolimatta siitä, että pohjavesi on noin 8 metrin syvyydessä.

6 ja 7. Kaksi Kaneliomenapuuta, Myttälä, Pälkäne. Näistä toinen (N:o 15299) kasvaa mullosmaassa ja toisen (N:o 15301) alusta on ollut neljä vuotta nurmikompostina. Nurmi on koiranheinää, josta niitetty ruoho on koottu puiden alle. Lisäksi on kompostissa käytetty olkea. Kompostikatteen leveys puurivin alla oli 4.8 m. Maalaji on hienoa hietaa. Puut olivat 21 vuotta vanhoja. Rungon halkaisija ½ m korkeudessa 18 cm ja latvuksen halkaisija n. 8 m sekä puiden korkeus n. 5 m. Tutkittu sektori oli 30° ja suunnattuna suoraan puurivistä ulos (lounaaseen).

Juuristot on esitetty piirroksissa 6 ja 7 siten, että paksut juuret on esitetty piirroksessa 6 mullosmaassa ja nurmikompostimaassa kasvaneista puista. Samoin on esitetty (piirros 7) hienot juuret. Juuristo ulottuu viereisen rivin puiden juuriin ja yleensä yhden metrin syvyyteen. Vain rungon lähellä (n. 90 cm:n säteellä) tavattiin vielä syvemmälle meneviä juuria kummallakin puulla.

*Paksuja juuria - Coarse roots*  
 Myttäälä, Pälkäne, HHT, 1955

(N: 15299)  
 Mullos - Plain surface

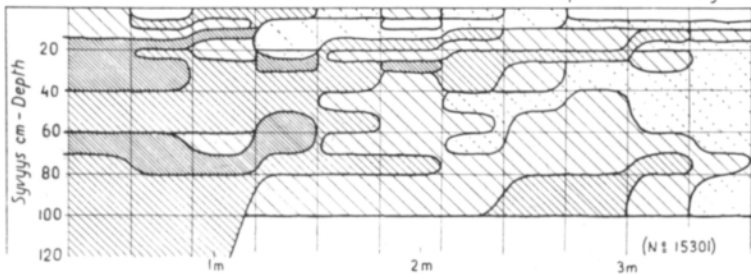
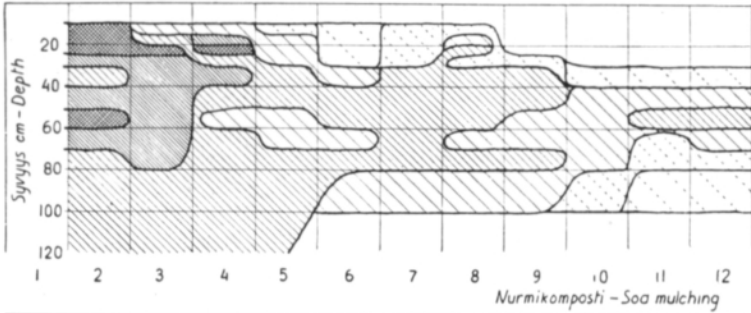


Piirr. 6 — Fig. 6

Mullosmaassa (N:o 15299) on koko pintakerros (0—10 cm) juuretonta, mutta yli 2 metrin etäisyydellä rungosta ulottuu tyhjä kerros 30—40 cm:n syvyyteen. Tällä kohtaa on puurivien välinen traktorilla ajettu kaistale. Paksujen juurten

*Hienoja juuria - Fine roots*  
 Myttäälä, Pälkäne, HHT, 1955

(N: 15299)  
 Mullos - Plain surface



Piirr. 7 — Fig. 7

tihentymä näyttää myös suuntautuvan alaspäin ja ulottuu 70—80 cm:n syvyydessä yli kahden metrin päähän rungosta.

*Nurmikompostin* (N:o 15301) alla on juuristokuva huomattavasti toisenlainen. Paksutkin juuret ulottuvat pintaan saakka ja vain 5 tai 10 cm on juurettomana traktorijokaistan kohdalla. Juuritihentymissä todetaan voimakasta vinostia ylöspäin suuntautuvaa keskittymistä. Näistä eräs lähtee n. 1.5 metrin päässä 40 cm:n syvyydestä ja ulottuu 3 metrin päähän rungosta 15—20 cm:iin pinnasta.

*Hienojen juurten* (piirros 7) antama yleiskuva on samanlainen kuin paksujen. *Mullosmaassa* ei niitä ole pintakerroksessa (0—10 cm) eikä traktoriväylällä (0—30 cm). *Nurmikompostin* alla sensijaan vain 0—5 cm ajoväylän kohdalla on juurentonta ja juuritihentymien suuntautuminen ylöspäin on aivan vastaavanlainen kuin paksuillakin juurilla. *Mullosmaan* (N:o 15299) sektoriin tuli jo uloimpiin kaistaleisiin vastassa olevan naapuripuun juuria niinkuin piirroksistakin näkyy (50—70 cm syvällä).

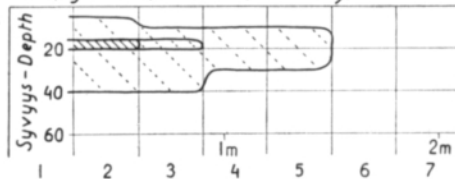
8. Wealthy, Pikkola, Kangasala (N:o 15649/9—13). Maalaji hiesu, multakerros hietainen ja multava. Puun ikä 4 vuotta, latvuksen halkaisija 1.2 m ja puun korkeus 2.2 m sekä rungon halkaisija  $\frac{1}{2}$  metrin korkeudessa 36 mm. Tutkittu sektori 60°.

Puu kasvaa mullosmaalla, joten sen juuristo ei ulotu pintaan (piirros 8). Paksut juuret ulottuvat 1.5 metrin ja hienot 2 metrin päähän rungosta. Juuristo ulottuu 40—50 cm maanpinnasta ja tihentymät työntyvät vaakasuoraan multakerroksen alaosaan (15—20 cm).

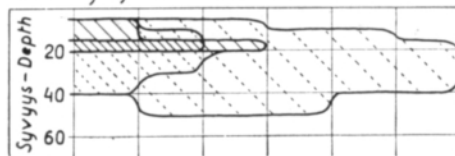
9. Toinen tiiviin maan tutkimuskohde oli Wealthy, Koivula, Hirvensalo (N:o 15438). Maalaji on hyvin jäykkä aitosavi ja puun ikä noin 18 vuotta. Tutkittu sektori oli 30°.

Juuristo on hyvin matala (piirros 9). Vain muutamassa kohdassa se ulottuu 90 cm:n syvyyteen. Se muodostaa melko tasatiheän juurikerroksen (10—70 cm), joka ulottuu yli 3.6 metriä rungosta. Maa on pidetty mulloksella, joten puolet

*Paksuja juuria - Coarse roots* (N:o 15649 a/9-14)  
*Kangasala, Pikkola, Wealthy, Hs, 1957*



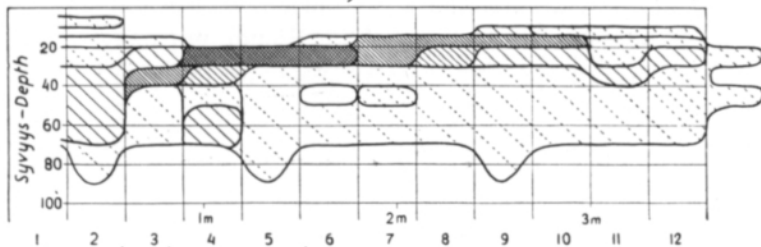
*Hienoja juuria - Fine roots*



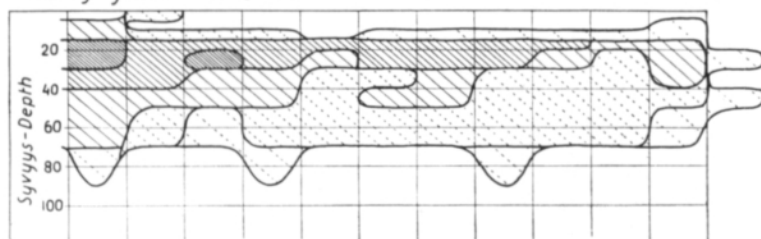
Piirr. 8 — Fig. 8



*Paksuja juuria - Coarse roots*  
*Kaivula, Hirvensalo, AS, Wealthy, 1956* (N: 15438)



*Hienoja juuria - Fine roots*

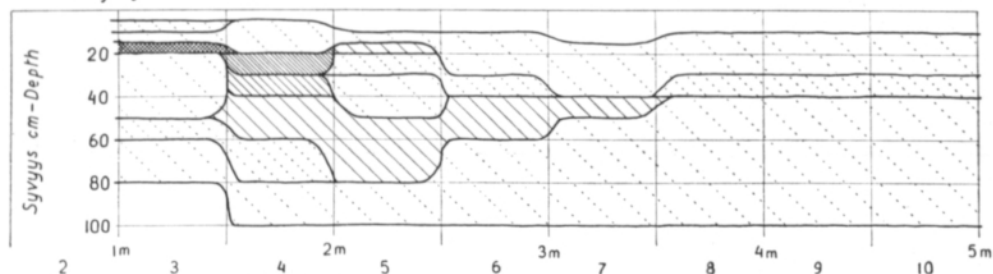


Piirr. 9 — Fig. 9

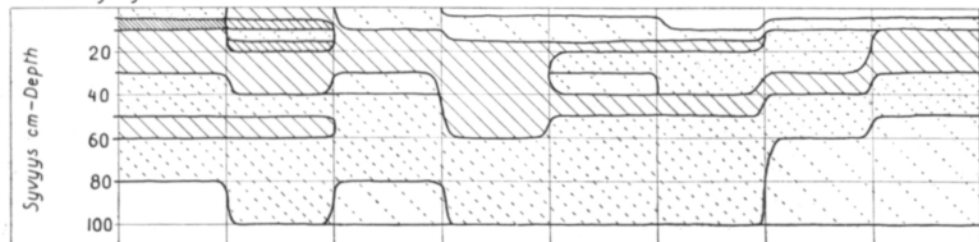
multakerroksesta on juuretonta. Vain lähellä runkoa nousevat hienot juuret pintaan puun juurella olleen katteen turvin. Juuritiheytymä on hyvin tiivistä ja keskittynyt melko tasaisesti 15—30 cm:n kerrokseen.

10. Skierniewice, Puola (N:o 15602). Maalaji 0—50 cm hietä, 50—100 cm hietainen savi, Gley-muodostumaa 30—80 cm ja mergeliä 80—100 cm. Omenapuun rungon paksuus noin 20 cm. Tutkittu sektori oli 30° ja juuristo selvitetiin 50 cm:n kaistalein 1—5 m puun rungosta.

*Paksuja juuria - Coarse roots* Skierniewice, Poland, 1957 (N: 15602)



*Hienoja juuria - Fine roots*



Piirr. 10 — Fig. 10

Juuristo ulottuu melko tasaisesti metrin syvyyteen (piirros 10), mutta pinta-kerros on juuretonta. Tiheimmät paksujen juurten kansoittamat kerrokset ulottuvat 2.5 metrin ja 3.5 metrin päähän rungosta. Hienot juuret täyttävät suhteellisen tasaisesti koko maaleikkauksen aina 5 metrin päähän rungosta. Puun juurella kasvoi nurmi 2.5 metrin päähän rungosta, ja tällä alueella hienot juuret nousevat maan pintaan saakka. 2.5—5 metriin maa oli mulloksella ja vain 5 tai 10 cm oli juuretonta.

### *Tulosten tarkastelua*

Tutkituista tapauksista on taulukossa 1 esitetty yleistiedot yhteenvetona. Puiden iän kasvaessa todetaan juuriston aluksi yleensä leviävän nopeammin kuin latvuksen. Nuorissa puissa juuriston halkaisija on ollut noin 1.5—3 kertaa latvuksen halkaisija. Jo 4—5 vuotiaassa tarhassa alkaa esim. 4 × 4 m:n istutuksella koko maa olla juurten valtaamaa. Kymmenvuotiaalla puulla juuriston halkaisija on jo yli 5 m ja 20-vuotisella puulla oloissamme yli 7 m. Puolassa suoritettussa tutkimuksessa todettiin vielä suurempaa vaakasuoraa juurten levenemistä.

Juuriston syvyys on vaihdellut eri ikäisillä puilla 0.4—1.0 metriin. Aivan rungon alla olevaa juuristoa ei ole tutkittu muuta kuin taimistossa, jossa sen syvyys oli 1.2 m. Vanhoissa puissa (Pälkäneellä) todettiin hiedassa myös tällaista syvempää juuristoa rungon lähellä. Muuten omenapuun juuristo on hyvin tasaisesti syvyysuuntaan levinnyttä. Nuorilla puilla (4—5 v) tämä syvyys on ollut 0.5 m, ja lisääntyy syvyys iän mukana. Hiedassa juuristo on mennyt syvimmälle (1 m), mutta tiiviissä savessa jäänyt matalammaksi (n. 70—90 cm).

Juuriston levinneisyydestä Suomen olosuhteissa on LEHTONEN (10) esittänyt hyvin vastaavanlaisia lukuja. Hänen mukaansa kuitenkin juuriston halkaisija ei yleensä ollut niin suuri kuin tässä tutkimuksessa on todettu. LEHTONEN on esittänyt lukuja kahdeksasta puusta, joista olen laskenut seuraavat keskiarvot:

kpl	ikä	latvuksen halkaisija	juuriston halkaisija	juuriston syvyys
		m	m	m
3	5—9	2.5	2.7	0.5
5	12—16	4.0	4.9	0.8

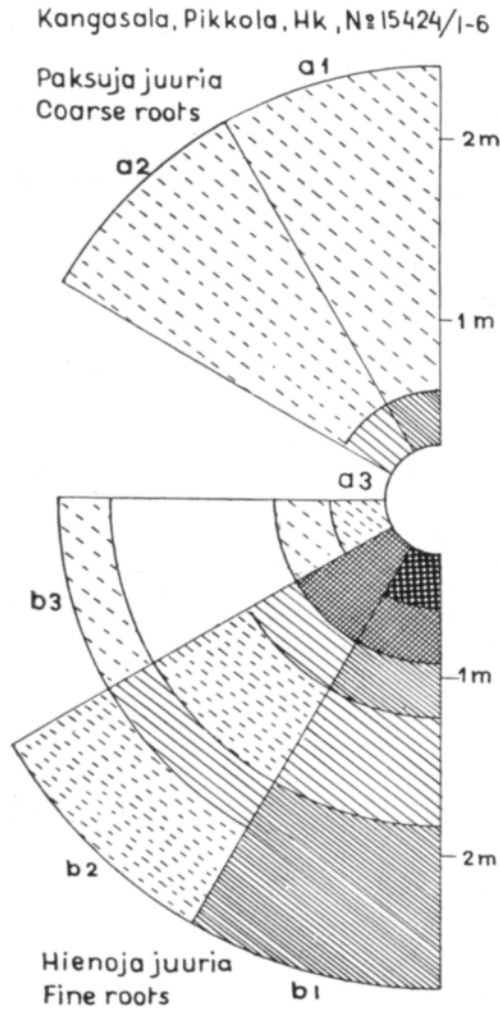
Amerikassa on todettu (3) seitsenvuotiaan puun juuristo laajemmaksi kuin meillä (> 7 m:n halkaisija) ja huomattavasti syvemmäksi (n. 2.7 m). LEHTONEN (10) esittää myös aktiivisten hienojen juurten alueen melko suppeana vyöhykkeenä latvuksen ulkolaidan kohdalla. Tutkimuksessani ei tällaista vyöhykettä ole voitu osoittaa. Puun hienot juuret esiintyvät kyllä tietyllä tavalla tihentyminä. Pystysuorassa suunnassa tällainen tihentyminen on usein multakerroksen alaosassa, mutta ulottuu melko tasaisena rungosta ulospäin. Näiden vyöhykkäiden tarkastelua varten ylhäältäpäin olen laatinut piirrosesityksiä muutamista tutkituista tapauksista.

Taulu 1. Juuriston laajuus omenapuilla.  
Table 1. The wideness of the root system of apple-trees.

N:o	Tutk. n:o	Paikkakunta ja tarha	Omenalajike	Maalaji	Puun ikä v	Tutk. vuosi	Rungon halkaisija	Puun korkeus	Lat-vuksen halkaisija	Juuriston halkaisija	Juuriston syvyys
No	Investigation no	County and farm	Apple variety	Soil type	Age of the tree years	The time of invest.	Diameter of crown cm	Height of tree m	Diameter of crown m	Diameter of root system m	Depth of root system cm
1.	15431/16— 15482/10— 15517/1—	Kangasala, Pikkola	Normandie-perusrunko	Hk <sup>1</sup>	5 <sup>7</sup>	1956	1—1.5	1.5	0.9	—	60—120
2.	15431/10—11	„	Lobo	Hk	5 <sup>8</sup>	1956	—	—	1.2	2.4	40
3.	15431/7—9	„	Melba	Hk	5 <sup>9</sup>	1956	4.5	2.4	2.4	3.0	50
4.	15424/1—6	„	Melba	Hk	10	1956	6.0	2.5	2.5	5.4	60
5.	15431/14—	„	Paasikivi	Hk/HT <sup>2</sup>	11	1956	11.0	3.0	3.0	5.4	80
6.	15299	Palkäne, Myttälä	Kaneli	HH <sup>3</sup>	21	1955	19.0	5.0	8.0	> 7.2	100
7.	15301	„	Kaneli	HHt	21	1955	18.0	5.0	7.5	> 7.2	100
8.	15649/9—13	Kangasala, Pikkola	Wealthy	Hs <sup>4</sup>	4	1957	3.6	2.2	1.2	4.0	50
9.	15438	Hirvensalo, Koivula	Wealthy	AS <sup>5</sup>	n. 18	1956	—	—	n. 4	> 7.2	90
10.	15602	Puola, Skierniewice	—	Ht/S <sup>6</sup>	n. 20	1957	n. 20	n. 7	n. 7	> 10	100

<sup>1</sup> Sand    <sup>2</sup> Sand/fine sand    <sup>3</sup> Finer fine sand    <sup>4</sup> Silt    <sup>5</sup> Heavy clay    <sup>6</sup> Fine sand/clay    <sup>7</sup> Kylvöstä — From seed

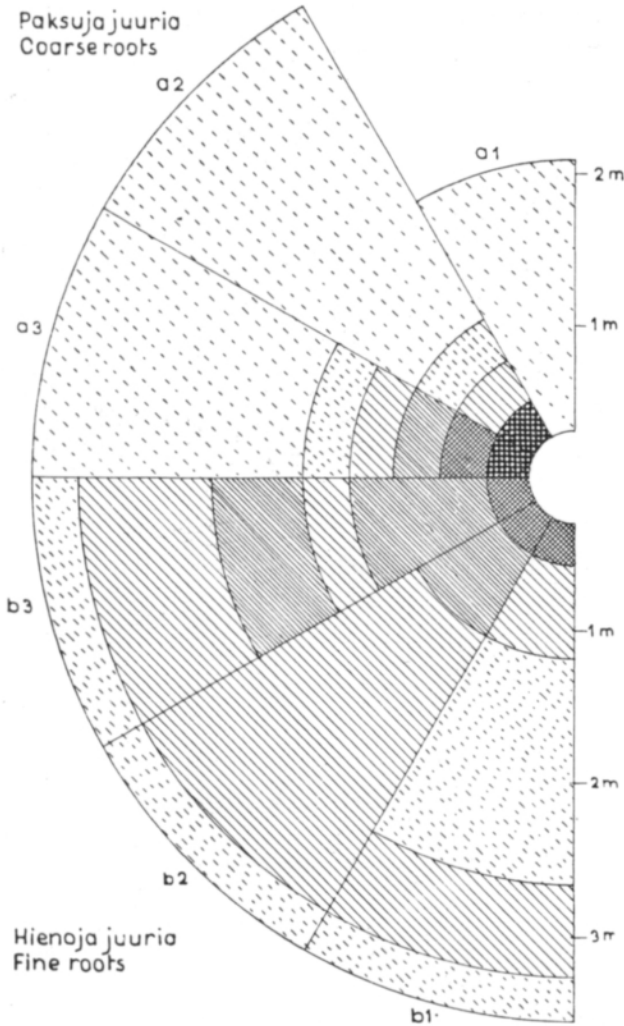
<sup>8</sup> Taimistossa — In nursery    <sup>9</sup> Tarhassa — In orchard



Piirr. 11 — Fig. 11

Piirroksessa 11 on esitetty Melban n:o 4 juuritiheydet (N:o 15424/1-6) hiekassa erikseen paksuista juurista (a) ja hienoista juurista (b). Eri sektorit puoliympyrällä tarkoittavat lisäksi juuritiheyksiä eri syvyisissä kerroksissa (1 = 0—20 cm, 2 = 0—50 cm ja 3 = 50—100 cm). Piirroksesta todetaan, että paksuja juuria on tasaisesti, mutta hyvin vähän 0—20 cm:ssä (a<sub>1</sub>) ja samoin 0—50 cm:ssä (a<sub>2</sub>). Syvemmällä (a<sub>3</sub>) ei näitä esiinnykään. Hyvin vähän on näin syvällä (50—100 cm) hienojakaan juuria (b<sub>3</sub>), mutta sensijaan runsaasti ylemmissä kerroksissa. Erityisesti on huomattava hienojen juurten tiheys multakerroksessa (0—20 cm). Tihein hieno juuristo on näin nuorella (10 v) puulla alle metrin säteellä noin puolen metrin syvyyteen (b<sub>1</sub> ja b<sub>2</sub>). Kun latvus oli vain 2.5 m eli sen säde 1.25 m todetaan piirroksesta 11 että melko tiheä ja tasainen hieno juuristo ulottuu vielä 1.5 metriä latvuksen ulkopuolelle ja erityisen tiheänä multakerroksessa.

Pölköne, Myttöälä, HHT, N: 15299

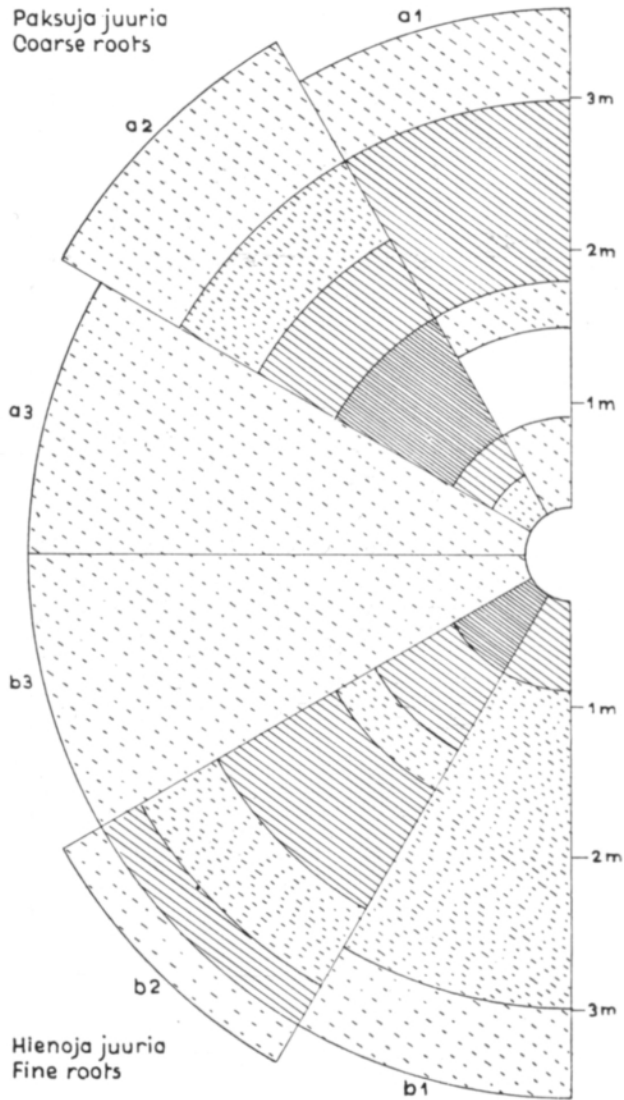
Paksuja juuria  
Coarse roots

Piirr. 12 — Fig. 12

Hiedassa (piirros 12) on juuriston sijoittuminen selvästi toisenlainen (N:o 15299) Kanelipuulla (n:o 6). Sen latvus peittää koko juuristoalueen (21 vuotias puu) ja juurten sijoittuminen syvempiin kerroksiin on ilmeinen. Erityisesti hienossa juurissa todetaan niiden suhteellisen runsas sijoittuminen multakerrosta syvemmälle (vertaa  $b_2$ :n suhde  $b_1$ :een) ja nimenomaan pohjamaahan 50—100 cm ( $b_3$ ).

Aitosavessa (piirros 13) todetaan myös Wealthyllä (n:o 9) juuriston voimakas keskittyminen ( $a_2$  ja  $b_2$ ) multakerroksen alapuolelle (20—50 cm). Sensijaan puolta metriä syvemmällä on juuristotiheys jo hyvin pieni. Rungosta lähtien on tihein hieno juuristo 90 cm:n säteellä, mutta siitä ulospäin juuristo jatkuu melko tasaisen tiheänä ainakin 1.5 m latvuksen ulkopuolelle.

Hirvensalo, Koivula, AS, N°15438

Paksuja juuria  
Coarse roots

Piirr. 13 — Fig. 13

Juuriston laajuutta ei voida päätellä aina latvuksen perusteella, koska erityisesti puun hoito ja leikkaus vaikuttavat latvuksen samoin kuin toisaalta (3) uudestaan istutuksilla on vaikutuksensa juuriston muotoon ja laajuuteen. Sen vuoksi juuriston levinneisyyden tunteminen eri ikäisillä puilla ja eri maalajeissa on käytännössä tärkeitä.

Juurien syvyydestä tein vielä koekaivauksia Keski-Euroopan eri maissa. Näiden tulokset tukevat edellä esitettyjä käsityksiä nimenomaan juuriston syvyy-

Taul. 2. Pääasiallinen juuriston syvyys eräiden ulkomailla suoritettujen tutkimusten mukaan.  
 Table 2. Main depth of root system of apple-trees in some countries.

Maa ja paikkakunta	Maalaji	Multakerroksen syvyys cm	Puun ikä vuosia	Juuriston pääasiallinen syvyys cm
Country and county	Soil	Mould containing layer cm.	Age of the tree, years	Main depth of the root system cm.
Puola, Belsk - Poland	Ht 50 cm/HsS + mergeliä Loam 50 cm/silt clay + mergel	45	12	20 - 50
Puola, Jozefow - Poland	hkSr 30 cm renzina, särkynyt liitukallio Cravel 30 cm renzin, lime rock	20		30 - 70
Puola, Lipowa - Poland	Tertiäärinen, pun. savi Red clay of Tertiär age			< 100
Puola, Kobierniki - Poland	HHT - lössi Finer finesand - loess	17	20	30 - 50
Saksa, Pfalzdorf - Germany	KHt 50 cm/hs KHt Coarser finesand/silty loam	10	37	20 - 40
Tanska, Aarösund - Danmark	HtMr 30 cm/hk Lt Moraine 30 cm/sandy loam	16	22	20 - 40
— * —	Lt - Loam	40	11	10 - 50
Tanska, Blankstedgaard - Danmark	hk SMr, kalkkimergeliä (50 - cm) Moraine + limemergel (50 - cm)	27	38	20 - 60

destä (taul. 2). Erityisesti on huomattava, että vanhoissakin (yli 20 ja 30 v) puissa juuristo on pääosaltaan melko matala (< 60 cm).

### Yhteenveto

Tutkimus suoritettiin sektorilla (30—180°), jonka maa poistettiin kerroksittain (5, 10 ja 20 cm) ja vyöhykkeittäin (30 tai 50 cm). Tästä maasta erotettiin juuret, jotka punnittiin kahtena eränä (paksut > 2 mm ja hienot < 2 mm). Muita tutkimuksia varten otettiin myös vastaavat maanäytteet, joista tehtiin tutkimuksiin ei tässä yhteydessä kajota. Yhteenvetona tutkituista tapauksista voidaan tehdä seuraavia päätelmiä.

Juuristo leviää nuorilla puilla suhteellisesti nopeammin kuin latvus ja saattaa ulottua 1—1.5 metriä latvuksen kehän ulkopuolelle.

Omenapuun juuristo muodostuu yleensä tasapaksuun kerrokseen, joka nuorilla puilla on 40—50 cm paksu ja syvenee iän mukana. Parhaissa maissa (HHT) se ulottuu vanhemmissa puissa (n:ot 6 ja 7) metrin syvyyteen. Tiiviisiin maihin juuristo ei mene niin syvälle (esim. AS n:o 9). Hiekassa juuristo keskittyy multakerroksen alaosaan ja välttää selvästi auhtoa pohjamaan hiekkaa (n:ot 4 ja 5).

Mulloksella pidetyssä maassa juuristo karttaa muokattavaa kerrosta, joka eri olosuhteissa on 5—20 cm paksu (esim. n:ot 6 ja 7).

Nurmi ja kate maan pinnalla näyttävät olevan juurille erittäin edullisia koska juuristo niiden alla nousee aivan maan pintaan saakka.

Pääasiallinen juuristokerros omenapuilla alkaa noin 10 cm:n syvyydestä ja ulottuu noin 50 cm:iin. Tässä kerroksessa yleensä on suurin juuritiheys.

Useimmissa tapauksissa juuritiheys on melko tasainen (0—50 cm:n kerroksessa) aivan rungon lähiympyrää (0—90 cm) lukuunottamatta.

Juuriston levinneisyyttä selvittelevä tutkimus on osa laajemmasta hedelmätarhojen maaprofiilia koskevasta tutkimuksesta, jonka tarkoituksena on hedelmätarhan viljavuuskysymysten käsittely. Tässä työssä muodostaa puiden juuriston selvittely hyvin oleellisen osan. Omenapuun osalta voidaan tutkimuksen tuloksia jo käyttää hyväksi esim. viljelyteknillisiä ratkaisuja suunniteltaessa. Erityisesti maan pinnan hoito ja hedelmätarhan lannoitus ovat kysymyksiä, joissa nimenomaan juuristo on tärkeimpiä tekijöitä. Myös tarhan sijoittamisessa, jolloin maalaji on otettava huomioon, on tämän tutkimuksen tuloksilla merkityksensä.

#### KIRJALLISUUTTA

- (1) ALBRECHT, D. 1955. Verbessertes Verfahren der Freilegung der Wurzelkrone unter Beibehaltung ihrer natürlichen Lage. *Archiv f. Gartenbau* 3: 11—16.
- (2) CHALYT, M. S. 1950. Der unterirdische Teil einiger Wiesen-, Steppen- und Wüstenpflanzen und die Phytozinose. *Geobot. Moskau* (Ref. Kullmann, 1957).
- (3) GOFF, E. S. 1897. A Study of the roots of certain perennial plants. *Wisconsin Agric. Exp. Sta. Rep.* 14: 286—298.
- (4) GORSSKOPF, W. 1950. Bestimmungen der charakteristischen Feinwurzelintensitäten in ungünstigen Waldbodenprofilen und ihre ökologische Auswertung. *Mitt. d. Bundesanst. f. Forst und Holzwirtschaft.* (Ref. Kullmann, 1957.)
- (5) HELLRIGEL, H., 1883. Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig.
- (6) KRASSILNIKOW, P. K. 1950. Zur Frage über die Methodik des Studiums der Wurzelsysteme der Holzarten bei den Expeditionsgeobotanischen Forschungen. *Bot. J. d. Akademie d. Wiss. d. UdSSR.* 35. Moskau. (Ref. Kullmann, 1957.)
- (7) KULLMANN, A. 1957. Zur Intensität der Bodendurchwurzelung. *Z. f. Acker- und Pflanzenbau* 103: 189—197.
- (8) KÖNEKAMP, A. H. 1953. Teilergebnisse von Wurzeluntersuchungen. *Z. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk.* 60: 113—124.
- (9) LAITAKARI, E. 1927. Männyn juuristo. Helsinki.
- (10) LEHTONEN, V. 1946. Omenaviljely. Helsinki. 1—279.
- (11) LIEBIG, J. von 1862. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. 2. Teil: Naturgesetze des Feldbaues. Braunschweig.
- (12) POGREBNJAK, P. S. 1927. Das Wurzelsystem in dem Waldhorizonten. (Ref. Kullmann, 1957.)
- (13) SALONEN, M. 1949. Tutkimuksia viljelyskasvien juurten sijainnista Suomen maalajeissa. *Acta agr. fenn.* 70, 1: 1—91.
- (14) WEAVER, J. E. 1926. Root development of field crops. New York. I—XII, 1—291.
- (15) VUORINEN, J. E. 1955. Havaintoja perusrunkojen kestävydestä. *Hedelmälehti* 2: 47—49.
- (16) YLI-VAKKURI, P. 1954. Tutkimuksia puiden välisistä elimellisistä juuriyhteyksistä männiköissä. (Referat: Untersuchungen über organische Wurzelverbindungen zwischen Bäumen in Kieferbeständen.) *Acta forest. fenn.* 60, 3: 1—102.



## SUMMARY:

## ON THE ROOT SYSTEM OF APPLE-TREES

JOUKO VUORINEN

*Agricultural Research Centre, Department of Soil Science, Helsinki*

This study of the root systems of apple-trees was carried out on four Finnish soil types in the years 1955—57. Trees of several ages were investigated in Pikkola orchard at Kangasala, where there was sand soil (Figures 1—5) and silt soil (Fig. 8). The same investigations concerning fine sand soil were made at Häme Agricultural Experiment Station at Pälkäne (Figures 6 and 7), concerning heavy clay (Fig. 9) in Koivula orchard at Hirvensalo, and concerning other soil conditions in the orchard of the Institute of Pomology at Skierniewice in Poland (Fig. 10).

Field work was carried out on a sector of 30—180° in 5, 10 and 20 cm. layers and in 30 or 50 cm. belts. The soil was taken out on a sieve and the roots cleaned by hand without water. The roots were classified into two groups, above and below 2 mm. For other determinations soil samples were taken.

This investigation concerning the spreading of the root system is a part of a more extensive study of soil profile in orchards to elucidate some problems about orchard soil fertility. In this connection a knowledge of the root systems of the trees is a very important question. Regarding apple-trees, the results of this investigation can be used in planning steps for better management of the orchard soil. Especially mulching, manuring and fertilizing have a very close connection with the root system. In establishing new orchards it is important to know the relation between the roots and the soil. With regard to these considerations some conclusions have been made:

*Conclusions*

The root system spreads relatively more rapidly than the crown of the tree in young trees and it can reach 1—1.5 meters outside the crown circle.

The root system of the apple-tree usually distributes itself to an equal depth in the soil, which in young trees consists of 40—50 cm., and which goes deeper with age. Under the best conditions (in finer finesand) the root system of older trees reaches a depth of one meter (Figures 6 and 7). In compact soils the root system does not go so deep (e.g., in heavy clay, Fig. 9). In sand soil the root system concentrates itself in the lower layer of the mould horizon and clearly avoids the dry sand in the subsoil (Figures 4 and 5).

In clean cultivated orchards the root system avoids the tilled layer. The thickness of this rootless horizon varies between 5—20 cm.

Sod and mulch seem to provide good conditions for the roots; thus the root system below these rises to the soil surface.

The mean layer of the root systems of apple-trees begins at a depth of 10 cm and reaches to 50 cm. The root density in this layer is usually the greatest.

In most cases the root density is almost equally distributed over the layer 0—50 cm., except for the inner circle of radius 0—90 cm.

---