

## Puiden juuristot ja metsänhoito.

V. T. Aaltonen.

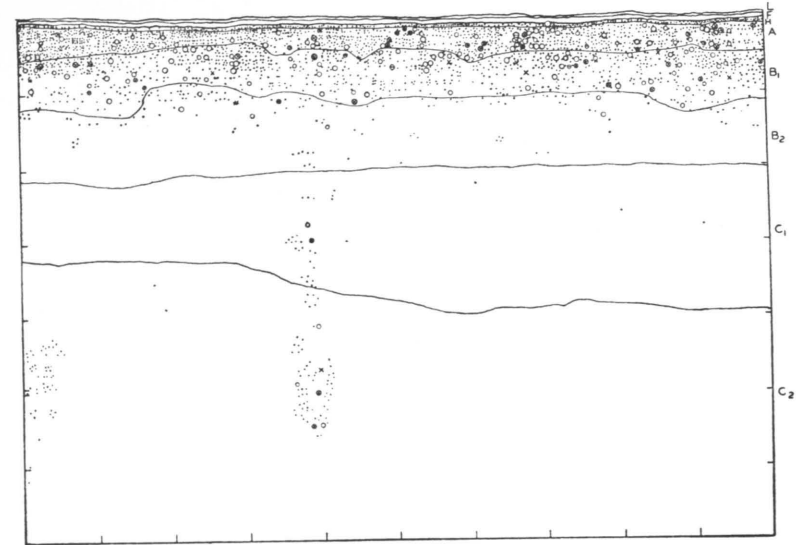
Vaikka se vanha käsitys, että kasvit saavat kaiken ravintonsa maasta, i. että maa on kasvien vatsa, ei olekaan osoittautunut oikeaksi, on juuristo edelleenkin kasvin elämässä yhtä tärkeä kuin kasvin ilmasakin olevat osat. Tosin kuivan kasviaineen painosta vain n. 5 % on maasta lähteneitä kivennäisaineita, mutta ilman niitä kasvi ei voi elää, ja suurin osa tuoreen kasvin painosta on vettä, joka on tullut maasta. Väitetään myöskin, että kasvit voisivat ottaa osan hiilestäänkin maasta. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan ole tarpeellista yksityiskohtaisemmin selvittää, mitä kaikkia aineita kasvit maasta ottavat. Kysymyksen ollessa puiden juuristojen merkityksestä metsänhoitoon on itse juuristojen tuntemisen lisäksi pääasiana puiden vedenotto. Vedenottoon sisältyy tällöin paitsi itse vesi myöskin siihen liuenneet ravintoaineet.

Kasvien juurien pituus ja haaroittuminen sekä koko juuristojen ulottuvaisuus pysty- ja vaakasuoraan suuntaan, juuristojen ja maanpäällisten osien tilavuuden tai painon suhde toisiinsa ym. ominaisuudet vaihtelevat paitsi kasvilajin myöskin kasvupaikan laadun mukaan. Muuntelevaisuutta aiheuttavat varsinkin maan kosteussuhteet, ilmapitoisuus, lämpötila, raekokoomus ja rakenne. Myöskin maan ravintopitoisuus on todettu tässä suhteessa tärkeäksi tekijäksi. Yleinen käsitys on, että kasvien juuristojen mukautumiskyky erilaisiin oloihin vaihtelee kasvilajin mukaan, ts. että toisilla kasvilajeilla niiden yksilölliset i. perinnölliset ominaisuudet enemmän tai vähemmän säilyvät ulkonaisen olojen vaihdellessa, toiset lajit taas olisivat plastillisempia i. helpommin mukautuvia.

Yksityiskohtaisen kuvan saamista vanhojen puiden juuristoista vaikeuttaa tietenkin juurien työläs esillesaanti niiden luonnonmukaisessa asussa ja asennossa, mutta useat eri tahoilla suoritetut tutkimukset ovat kuitenkin jo antaneet paljon valaistusta varsinkin juuristojen käytännöllisesti tärkeimpiin morfologisiin ominaisuuksiin.

Juuristojen jakautumisesta maaprofilissa on monin paikoin todettu, että suurin osa horisontalisesti suuntautuneesta juuristosta sijaitsee

aivan maan pintaosissa, pääasiallisesti ns. A-horisontissa ja humuskerroksessa. Niinpä eräissä amerikkalaisissa tutkimuksissa (Lutz, Ely ja Little), jotka koskivat strobustuomänny juuristoa heikosti huuhtoutuneessa hienohkossa maassa, todettiin pystysuorassa suunnassa olevan neliöjalkaa kohti keskimäärin F-horisontissa 137, H-horisontissa 407<sup>1)</sup>, A-horisontissa 322, B-horisontissa 107 ja C-horisontissa 11 juurta (kuva 1). Laitakarin tutkimusten mukaan männyn vaakasuora juuristo ei keskimäärin ylety B-horisontin alarajaan saakka. Kir-



Kuva 1. Vaakasuoran juuriston syvyysjakautuminen strobustuomännikössä. Juuret ovat melkein kokonaan A- ja B-kerroksissa (0—35 cm syvyydessä). A-kerros sisältää hiesua ja savea 14 %, B-kerros 6.5 %, syvempänä hiesu ja savi puuttuvat.

jallisuudessa esiintyvät ristiriitaiset tiedot juurien runsaudesta A-horisontissa johtuvat ilmeisesti siitä, että tämä horisontti on toisissa tapauksissa ollut voimakkaammin huuhtoutunut kuin toisissa. Lapin kuivissa kangasmetsissä tehtyjen tutkimusten mukaan männyn vaakasuorista, yli 2 mm paksuisista juurista oli 20 cm paksuisessa pintakerroksessa n. 90 %. Maa oli tutkituissa metsiköissä heikonlaisesti huuhtoutunutta keskikarkeaa hiekkamaata.

On vaikeaa päätellä, missä määrin puulajien välillä on eroja juurien jakautumiseen nähden maaprofilissa, sillä tehdyt tutkimukset eivät

<sup>1)</sup> F-horisontilla tarkoitetaan humuskerroksen pintaosaa, H-horisontilla pohjaosaa.

yleensä tarjoo varmoja takeita siitä, että puulajeja on verrattu toisiinsa täysin samanlaisissa oloissa. *Laitakarin* mukaan männyn vaakasuora juuristo olisi pinnallisempi kuin koivun, ja kuusen olisi kaikkein pinnallisin. Eräiden saksalaisten tutkimusten mukaan (*Vater*) männyn ja pyökin juuristo ulottui n. 1 m syvyyteen, mutta kuusen 1—1½ m syvyyteen. Tšekkoslovakiassa (hienoissa hietamaissa) tehtyjen tutkimusten mukaan sekä havupuiden että lehtipuiden juuret olivat keskittyneet pääasiallisesti maan 20 cm paksuiseen pintakerrokseen. Esim. männyn ja kuusen välillä ei ollut tässä suhteessa mitään mainittavaa eroa. Havupuiden ja lehtipuiden välillä on vain se ero, että lehtipuut heti alussa ulottavat juurensa syvemmälle kuin havupuut. Myöhemmin lehtipuidenkin juurien luku kasvaa suhteellisesti enemmän maan pintaosissa ja ero havupuiden ja lehtipuiden välillä siten häviää. Paalujuurenkin esiintymisestä tiedot ovat vaihtelevia, mutta kaikesta päättäen se on kuitenkin yleisin männyllä ja harvinaisin koivulla. Ainakin meidän oloissamme täytyy pitää tavallisimmista metsäpuistamme kuusta matalimmin juurtuneena. — Varsinkin kuivissa ilmastoissa on puiden kyvyllä kehittää syvälle menevä juuristo tärkeä käytännöllinen merkitys, sillä tämä ominaisuus usein ratkaisee, mitä puulajia voidaan kasvattaa. Esim. Suezin kanavan rakennustöissä todettiin juuria vielä 30 m syvyydessä. Yleensä näyttää siltä, että puiden juuret lämpimissä ilmastoissa menevät syvemmälle kuin kylmissä. Esim. Keski-Saksan hiekkamaissa männyn juuret ulottuvat usein 4—5 m syvyyteen.

Juuristojen syvyydessä ja juurien pystysuorassa jakautumisessa aiheuttavat kuitenkin maan kosteussuhteet ym. ominaisuudet yleisesti milloin pienempiä, milloin suurempia vaihteluita.

Kaikki tutkimukset osoittavat yhtäpitävästi, että kuivissa maissa pystysuorat juuret yleensä ulottuvat syvimmälle ja vaakasuora juuristo on pinnallisin. Juuriston kehitys on kuitenkin läheisesti riippuvainen maan kerrallisuudesta. Useista tutkimuksista selviää, että maassa, jossa hieno- ja karkearakeiset kerrokset vaihtelevat, edellisissä on juuria runsaammin kuin jälkimmäisissä. Syynä tähän on nähtävästi useimmiten maan kosteussuhteiden vaihtelu. Edellämainittujen amerikkalaisten tutkimusten mukaan maaprofilin niissä osissa, joissa oli runsaammin juuria, maa oli säännöllisesti kosteampi. Maan ollessa tiettyä rajaa kuivempi, juuret yleensä puuttuivat, ja tapauksissa, joissa kosteus kasvoi syvemmälle, juurienkin luku nousi samassa suhteessa. Liika kosteus syvempänä, kuten korkea pohjavesi, kuitenkin johtaa pinnalliseen juuristoon. Esim. meikäläisissä soissa tehtyjen tutkimusten mukaan männyn juuriston syvyysulottuvaisuus tarkoin seuraa pohjaveden korkeutta (*Kokkonen*). Kosteussuhteidenkin vai-

kutus juuriston syvyyteen ja jakautumiseen voi jäädä enemmän tai vähemmän tuntumattomaksi tapauksissa, joissa maa on hyvin tiivistä tai kivistä. Itse asiassa puut voivat kasvaa hyvin paljaassa vedessäkin ja luonnon oloissa on usein vaikeaa sanoa, missä määrin kosteuspitoisuus sellaisenaan on vaikuttavin tekijä juuriston morfologisiin ominaisuuksiin nähden. Ainakin turvemaissa on myöskin maan lämpötila tärkeä ja mitä kylmemmästä ilmastosta on kysymys, sitä suurempi merkitys sillä ilmeisesti on. Lisäksi voi märissä maissa tulla kysymykseen hapenkin puute.

Juuristojen vaakasuoraan leviämiseen nähden tutkimukset osoittavat verraten selviä säännönmukaisuuksia maan ominaisuuksien ja puulajin mukaan. Laajimmat juuristot tavataan yleisesti kuivissa hiekkamaissa. Esim. *Laitakari* totesi männyn juurien tällaisissa maissa voivan kasvaa 20—25 m pitkiksi ja edelleen, että koivun juuristo leviää jotenkin samoin kuin männyn, mutta kuusen juuristo näitä laajemmalle. Yleensä juuristot — ellei ole mekanisia esteitä — leviävät useita kertoja laajemmalle alueelle kuin latvuspiiri. Ero on suurin nuorella iällä, myöhemmin se pienentyy. Vaakasuoran juuriston ja latvuksen välillä ei yleensä näytä olevan sellaista suhdetta, että esim. yksipuolista latvusta vastaisi yksipuolinen juuristo l. että latvuksen ulottuvaisuus sivuillepäin aina vastaisi juuriston kehitystä vastaavalla kohdalla maassa. Maan kosteuspitoisuuden kasvaessa juuristo tulee suppeammaksi ja haaroittuu runsaammin ainakin, jos maa on ravintorikasta. Märässä, laihassa maassa juuret sitävästoin leviävät laajemmalle ja haaroittuvat vähemmän. *Laitakarin* mukaan sekä männyn että koivun juuristot ovat yleensä hyvissä metsätyypeissä suppeammat kuin huonoissa, mutta koivun juuristo on suhteellisesti enemmän suppea kuin männyn. Lapin kuivissa kangasmetsissä tehtyjen havaintojen mukaan vaakasuorien juuristojen tiheys pienentyy metsätyyppin parantuessa, mutta tämä tulos johtuu nähtävästi käytetystä tutkimusmetodista ja siitä, että tutkitut metsiköt olivat kaikki verraten harvoja. Mainittakoon myöskin, että pari englantilaista tutkijaa (*Rogers* ja *Vyyvan*) totesivat omenapuiden juurien leviävän hiekkamaassa 2—3 kertaa latvuksen säteen mitan, savimaassa 1½ kertaa, ja lannoittamattomien päärynäpuiden juuret levisivät kauemmaksi kuin lannoitettujen.

Havainnot viittaavat yleensä siihen, että hyvän kasvupaikan maassa juuristo kokonaisuudessaan on maanpäällisiin osiin verrattuna pienempi kuin laihassa maassa. Kvantitatiivisin mittauksin tätä on vanhoilla puilla tietenkin jokseenkin mahdotonta todistaa. Edellämainitut englantilaiset tutkijat totesivat kuitenkin omenapuilla rungon ja oksien painon suhteen juuriston painoon olevan:

hietamaassa .....	2.0—2.5
savimaassa .....	2.1
hiekkamaassa .....	0.7—1.0

Lannoitetuilla päärynäpuilla suhde oli kahdessa tapauksessa 2.33 ja 2.57, lannoittamattomilla 1.95 ja 2.17. — Yksistään juuriston painon ei kuitenkaan tarvitse antaa oikeaa käsitystä juuriston tehosta veden ja ravinnon ottajana, sillä tässä suhteessa juurien luku l. juurenkärkien määrä on tärkein seikka.

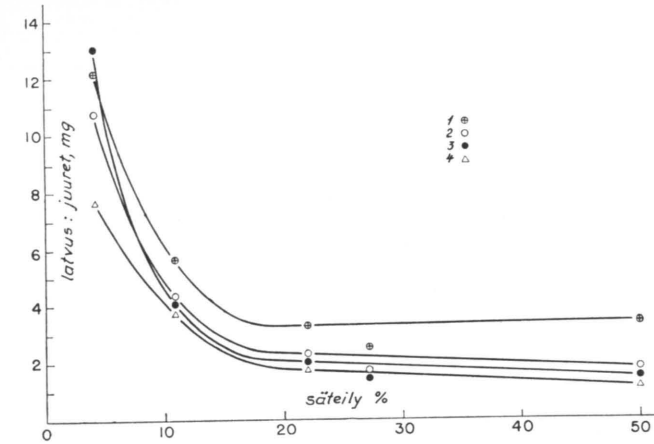
Edelläsanottu koskee siis vanhempia puita.

Taimien juuristojen laatu on samoin kuin vanhempien puiden riippuvainen osaksi puulajista, osaksi kasvupaikasta, varsinkin maan ominaisuuksista, mutta myöskin säteilyn voimakkuudesta, yksilöiden vaikutuksesta toisiinsa ym. seikoista.

Tehtyjen tutkimusten mukaan näyttää taimien juuristojen suhde maalajiin, maan raekokoomukseen, rakenteeseen, kosteuteen, ravintopitoisuuteen ym. olevan pääpiirtein samansuuntainen kuin mikä on todettu vanhemmillakin puilla. Kuivassa hiekkamaassa juuristo ulottuu yleensä sekä laajimmalle että syvimmälle, tuoreessa ja hienommassa maassa se jää suppeammalle alueelle. Eräiden amerikkalaisten kokeiden mukaan, joissa on kasvatettu männyn ja kuusen taimia eri karkeus- ja kosteusasteissa, pääjuuren pituus ei riippunut kosteudesta, mutta se oli karkeassa maassa suurempi kuin hienossa. Sivujuurien pituus sitävästoin oli kosteudesta selvemmin riippuvainen; ne olivat kosteassa maassa lyhempiä kuin kuivassa. Sekä puuntaimilla että viljelys- ym. kasveilla tehdyt kasvukokeet osoittavat, että maan ravintopitoisuuden kasvu johtaa juuriston runsaampaan haaroittumiseen. Kun esim. maata lannoitetaan vain tietyissä syvyyksissä, kehittyy runsaimmin juuria lannoitettuihin kerroksiin. Tutkittaessa erityisesti typen vaikutusta juurien kasvuun, on todettu, että ainakin useimpien havupuiden taimien juuriston suhteellinen paino (siis maanpäällisiin osiin verrattuna) pienentyy taimien saadessa runsaammin typpeä. Yleensä taimet näyttävät kasvattavan juuristoaan suhteellisesti voimakkaammin, jos niillä on puute joistakin ravintoaineista tai vedestä. Juuriston kehitykseen verrattuna latvukseen vaikuttaa myöskin valaistus l. säteily. Männyn taimilla tehdyissä kokeissa (Gast) on mm. todettu, että säteilyn ollessa 6 % täydestä auringonvalosta ei kehity ollenkaan sivujuuria eikä maan laadulla ole sanottavaa merkitystä. Voimakkaamassa säteilyssä maan laatu tulee tärkeämmäksi ja viljavassa maassa maanpäällisten osien painon suhde juuriston painoon on suurempi

kuin laihassa maassa (kuva 2). Maan lämpötilan kohotessa taas maanpäällisten osien painon suhde juuriston painoon pienentyy (Adams).

Taimien juuristojen laadun riippuvaisuutta puulajista on selvitetty verraten vähän. Pienillä taimilla tässä suhteessa on tuskin muita huomattavampia eroja kuin että toisten puulajien taimet kasvavat nopeammin kuin toisten ja samanikäisten taimien juuristotkin siten ovat toisissa tapauksissa kehittyneet pitemmälle kuin toisissa. Ainakin juuristojen syvyyskasvun on todettu huomattavasti vaihtelevan puu-

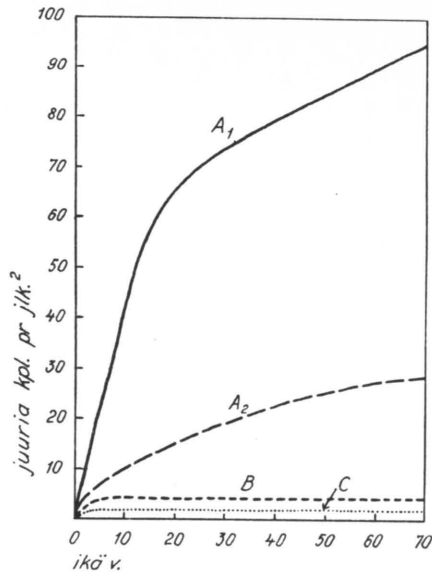


Kuva 2. Männyn taimien latvuksen painon suhde juuriston painoon eri säteilyasteissa ja erilaisella kasvualustalla. 1 = hyvä kangashumus, 2 = palanut kangashumus, 3 = huono kangashumus, 4 = hiekka.

lajin mukaan (Toumey ja Neethling). Lisäksi on puulajien välillä nähtävästi eroja juuriston haaroittumisen runsaudessakin ja juurien kokonaispituudessa. Mm. 1-vuotisten männyn taimien juurien luku ja yhteispituus on todettu monta kertaa suuremmaksi kuin samanikäisten kuusen taimien (Nobbe). Selvittämättä on kuitenkin, missä määrin tällaiset erot ovat pysyviä ulkonaisten olosuhteiden vaihdellussa. Tutkimukset niiden selvittämiseksi luonnon oloissa olisivat hyvin toivottavia, koska kyseessäolevilla ilmiöillä on metsän uudistumisessa varsin tärkeä merkitys. Kuka uskoisi, että esim. 1-vuotisen männyn taimen juuret voivat ulottua aina 60 em syvyyteen.

Edellä selostetut taimia koskeneiden tutkimusten tulokset ovat muun ohella sikäli kiintoisia, että ne osoittavat juuristojen luonteenomaisten ekologisten ominaisuuksien olevan pääpiirtein samanlaiset taimilla kuin vanhemmilla puilla. Juuristojen morfologisissa yleis-

piirteissä tapahtuu kuitenkin nähtävästi monenlaisia muutoksia metsikön vanhentuessa. Kyseessäolevia muutoksia on tosin verraten vähän järjestelmällisesti tutkittu, mutta selvältä näyttää mm., että puiden vanhentuessa suhde vaakasuoran ja pystysuoran juuriston suuruuden sekä merkityksen välillä tuntuvasti muuttuu ja sikäli, että edellinen kehittyy voimakkaammin kuin jälkimmäinen. Edelleen on huomattu, että juuristo metsikön vanhentuessa ainakin eräissä oloissa tulee pinnallisemmaksi (kuva 3). Juurien lukumäärä näet varsinkin metsikön



Kuva 3. Vaakasuorien juurien, joiden läpimitta on alle  $2\frac{1}{2}$  mm, luku eri maakerroksissa (A, A<sub>2</sub>, B ja C) metsikön vanhentuessa. Puulaji *Pinus taeda*.

nuorella iällä kasvaa A-horisontissa suhteellisesti enemmän kuin B- ja C-horisonteissa (C oile).

On syytä vielä mainita, että tehtyjen lukuisien tutkimusten mukaan viljelyskasvien sekä muiden yksi- ja monivuotisten kasvien juuristot suhtautumisensa puolesta maan ominaisuuksiin ym. ovat osoittautuneet yleensä seuraavan samoja lakeja kuin puuntaimien juuristot. Esimerkkinä mainittakoon eräät kokeet viljelyskasveilla (Nedrowin), joissa kasvien saaman veden ja valon sekä typen määrä vaihteli. Verson suhde juuristoon oli näissäkin kokeissa pienin silloin kun maa oli kuivin ja maan vesipitoisuudella oli tähän suhteeseen suurempi vaikutus kuin valon voimakkuudella. Meillä on Metsävainio tehnyt

perusteellisia tutkimuksia suokasvien juuristoista ja todennut mm., että juuristojen maksimisyvyys eri soissa on yhteydessä pohjaveden korkeuteen. Juuret pysyttelevät pohjaveden pinnan yläpuolella ja menevät syvemmälle tai jäävät matalammalle aina pohjaveden korkeuden mukaan. Kiintoisia ovat myöskin Linkolan ja Tiirikan tutkimukset niittykasvien juuristoista kuivilla ja kosteilla niityillä.

Kaiken kaikkiaan voi tehtyjen tutkimusten perusteella päätellä, että maan viljavuuden lisääntyessä puiden juuristo kokonaisuudessaan tulee suppeammaksi ja runsaammin haaroilevaksi. Edelleen voi todeta, että juuriston ainepaino maanpäällisiin osiin verrattuna pienentyy maan viljavuuden lisääntyessä ja että vaakasuorat juuristot kuivissa kangasmetsissä sekä märissä maissa ovat pinnallisempia kuin tuoreissa kangasmetsissä ja lehtometsissä. Tiivis maa, kivisyys, veden liikkuvaisuus, topografia ym. seikat voivat tietenkin aiheuttaa milloin suurempaa, milloin pienempää muuntelua näihin juuristojen yleispiirteisiin.

Näiden suoraan juuristoihin kohdistuneiden tutkimusten lisäksi voidaan mainita, että luonnonmetsiköissä yksityisten puiden kasvutila riippuu kasvupaikan laadusta. On todettu, että samankokoisen puun kasvutila pienentyy kasvupaikan laadun parantuessa. Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulujen mukaan kyseessäoleva suhde on seuraava:

		Rungon kuntiosisältö m <sup>3</sup>				
		0.100	0.200	0.300	0.400	0.500
		Rungon kasvutila m <sup>2</sup>				
Etelä-Suomi,	MT .....	4.4	6.6	8.5	10.1	11.6
„	VT .....	4.7	7.4	9.6	11.7	13.8
„	CT .....	4.9	8.3	11.5	14.5	17.2
Perä-Pohjola,	EVT .....	(4.5)	7.7	11.0	14.2	17.4
„	EMT .....	5.7	10.0	14.2	18.3	22.3
„	ERCIT .....	7.2	12.7	18.0	23.0	—

Perä-Pohjolassa puiden kasvutila siis on suurempi kuin Etelä-Suomessa ja kasvutila laajentuu melkein yhtäjaksoisesti Etelä-Suomen MT:stä Perä-Pohjolan huonoimpaan (tutkittuun) metsätyppiin. Tähän ilmiöön on tuskin muuta selitystä kuin se, että puiden juuristo maanpäällisiin osiin verrattuna pienentyy kasvupaikan laadun parantuessa. Miksi tällainen suhde on yleensä olemassa kasveilla, se on kasvifysiologinen kysymys, jonka enempään selvittelyyn ei ole tässä yhteydessä aihetta.

Tulemme sitten juuristojen vedenottoon.

Voimia, joiden vaikutuksesta vesi joutuu maasta juuriin ja näistä kasvin kaikkiin osiin, ei täysin tunneta. Tärkeimpinä vaikuttimina on kuitenkin pidettävä lehdistä tapahtuvaa haihduntaa ja juurisolujen nesteiden osmoottisia voimia. Haihdunnan seurauksena syntyy lehdistä imuvoima, joka veden kohesiovoiman välityksellä vaikuttaa alaspäin juuriin saakka. Toiselta puolen taas veden vähentyessä juurisolusta niiden osmoottinen paine kasvaa ja solunesteen sekä juurta ympäröivän maaveden paine-ero johtaa veden kulkemiseen juuriin.



Kuva 4. Emäpuu pitää taimet loitolla.

Mutta olivat nämä voimat nyt mitkä hyvänsä, joka tapauksessa veden saanti maasta riippuu maan vesipitoisuudesta ja veden kyvystä liikkua maassa.

Maan vesimuodoista on kasvien helpoimmin käytettävissä kapillarisesti sidottu vesi. Jo ennen kuin tämä on vähentynyt ns. hygroskoop-piseen kosteuteen saakka, kasvi lakastuu. Jos (eräiden amerikkalaisten tutkijain mukaan) määrätään maan vesipitoisuus silloin kun kasvi lakastuu niin, ettei se enää voi toipua, vaihtelee saatu luku maalajin mukaan ja on suunnilleen riippumaton kasvilajista. Tätä lukua nimitetään maan lakastumisluvksi. Se on pienin hiekkamaassa, suurin savimaassa ja turvemaassa, ts. kasvi kuivuu viimeksi mainituissa maalajeissa suhteellisesti suuremman vesipitoisuuden vallitessa kuin hiekkamaassa. Tämä johtuu tietenkin siitä, että hiekkamaa pidättää vettä heikommin. Vielä vaikeammin kuin savimaa luovuttaa vettä humusmaa. Yksistään maan vesipitoisuus ei siis ole ratkaisevana, vaan myöskin maan vedenluovutuskyky. Eri maalajeja tältä kannalta arvos-

teltaessa tullaan siihen päätelmään, että kasvit luonnonoloissa saavat vettä helpoimmin hietamaasta. Lakastumisluvun suhteen on vielä syytä mainita, että eräiden kokeiden mukaan se ei ole niin ratkaisevasti maalajista riippuvainen kuin sen keksijät ovat väittäneet. Jos kasvi näet haihduttaa voimakkaasti ja maa luovuttaa vettä vaikeasti, voi veden virtaus maasta juuriin katketa, vaikka vettä olisi lakastumis-



Kuva 5. Taaja ja verraten hyväkasvuinen taimikko männikön alla jäkäläkankaan tuorehossa notkossa.

lukua runsaamminkin. Ja kun kerran juuren lähin ympäristö on kuivunut, ei kapillarisesti enää voi johtua uutta vettä juuriin.

Tämä riittääköön juuristojen ominaisuuksien ja niiden vedenotossa esiintyvien yleisten ilmiöiden mieleen palauttamiseksi.

Jos nyt ajattelemme metsikön kehitystä, niin on selvää, että metsikön yksityisen puun vedensaanti ei riipu vain edellämainituista maan ominaisuuksista, vaan myöskin sen naapurien vedenotosta, ts. metsikön puiden välillä täytyy vallita kilpailu maan vedestä. Tämä kil-

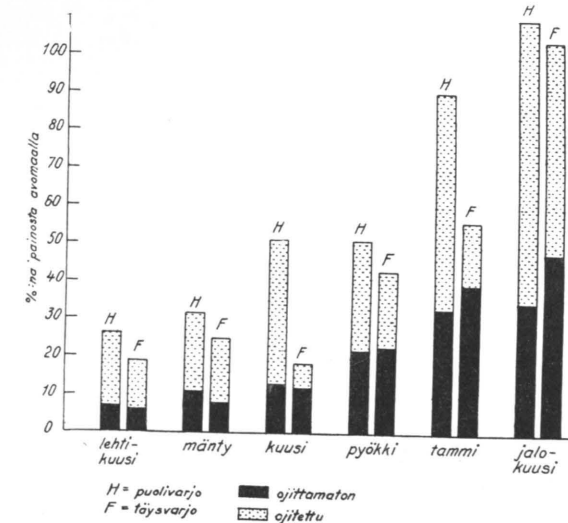
pailu on tietenkin sitä ankarampi, mitä lähempänä toisiaan puut ovat, jos olot muuten ovat samanlaiset. Ja voittajana täytyy selviytyä puun, joka haihduttaa voimakkaammin. Kokeellisesti tai muilla tavoilla sitovasti ei tosin ole suoraan todettu tällaisen kilpailun olemassaoloa, mutta todistajina asiassa voidaan käyttää useita ilmiöitä metsikön kehityksessä sekä maan kosteusmääräysten antamia tuloksia.

Jo edellämainittu puiden kasvutilan riippuvaisuus kasvupaikan laadusta ja ilmeisesti lähinnä maan kosteussuhteista osoittaa, että puut vaikuttavat toisiinsa juuristojensa välityksellä. Huonolla kasvupaikalla juuristot leviävät laajemmalle alueelle, ts. metsikkö on harvempi. Hyvällä kasvupaikalla asiantilasta on päinvastainen. Siemenpuiden ja ylispuiden tunnettu vaikutus taimikkoon ja nuoreen metsikköön, joka vaikutus ulottuu huomattavasti kauemmaksi kuin puiden latvuspiiri, on sekin esimerkki samasta ilmiöstä. Tämäkin vaikutus tuntuu muuten sitä laajemmalla alueella, mitä huonompi l. kuivempi kasvupaikka on. Vielä voisi mainita, että alikasvoksen on todettu hidastuttavan ylikasvoksen kasvua. Varsin selvästi tämä on tullut esille mm. lepi-koissa, joissa on kuusialikasvos (K a l e l a). Jostakin vielä tuntemattomasta syystä erityisesti kuusi näyttää olevan kyseessäolevassa suhteessa hyvin energinen puulaji.

Yhtenä todistuksena juuristojen välisestä kilpailusta mainitsin maan kosteusmääräysten tulokset. Jos meillä on metsikön keskellä taimettumaton tai vaikeasti taimettava aukko ja tämän aukon ympärille kaivetulla ojalla katkotaan aukkoon suuntautuneet reunapuiden juuret, niin aukon koko kasvipeite muuttuu — kuten voi sanoa — parempaa kasvupaikkaa edustavaksi. Tehdyt maan kosteusmääräykset ovat osoittaneet ainakin aukon maan vesipitoisuuden lisääntyneen, mutta mahdollisia voivat olla muutkin joko suoranaiset tai välillisesti syntyneet muutokset. Pääasiana tässä yhteydessä on, että taimien kasvu ja taimettuminen ovat parantuneet. Tällaisia kokeita on tehty ja on nykyisin menossa monissa paikoissa Euroopassa, Yhdysvalloissa, Hollannin Itä-Intiassa ym. ja tulokset käyvät kaikkialla samaan suuntaan (vrt. kuv. 6, F a b r i c i u k s e n muk.).

Näistä todistuksista huolimatta on kysymyksessä oleva juuristojen välinen kilpailu vedestä vielä perusolemukseltaan selvittämätön ilmiö. Tähänastiset juuristotutkimukset ovat kohdistuneet pääasiallisesti juuristojen morfologiaan ja se ei voi sanoa koko totuutta. Tämä koskee varsinkin tapauksia, joissa eri lajia olevien puiden juuristot joutuvat kosketuksiin toistensa kanssa. Esim. eräät Hollannin Intiassa tehdyt tutkimukset osoittivat, että matalajuuristoiselle puulajille oli syväjuuristoinen puulaji pahempi kilpailija kuin matalajuuristoinen. Paitsi juuristojen laatua on sitäpaitsi otettava huomioon varsinkin maan

vedenluovutuskyky. Juuristokilpailun täytyy muodostua erilaiseksi maalajin mukaan. Karkeassa hiekkamaassa veden kapillarinen liikunta on siksi vähäinen, että juuri voi saada vettä vain lähimmästä ympäristöstään. Näissä oloissa siten kilpailu vedestä tulee kysymykseen vain aivan toistensa lähellä olevien juurien välillä. Samoin voi otaksua asianlaidan olevan jäykässä savimaassa. Hietamaassa taas, jossa vesi kapillaraisesti liikkuu helpommin, on juuren „vaikutuspiiri” laajempi.



Kuva 6. Tuloksia juuristokilpailua koskevista kokeista, joissa osalta koealoista on eristetty vanhojen puiden juuret (= oijitettu). Pylväät esittävät taimien painoa %:na painosta avanaalla. Pisteillä merkityt pylväät on tarkoitettu luettaviksi 0-viivaan saakka.

Ilmiö on kuitenkin siksi monimutkainen ja siksi vähän vielä selvitetty, ettei voida sanoa, mitä maalaji tällä tavalla lopulta vaikuttaa metsikön kehitykseen.

Puiden juuristoista ja niiden välisestä vuorovaikutuksesta edellä mainitsemiä seikkojen metsänhoidollinen merkitys on pääasiallisesti siinä, että ne auttavat ymmärtämään, miksi metsää on hoidettava kasvupaikan laadun mukaisesti. Uudistushakkuissa tämä merkitsee mm. sitä, että uudistusaukkojen on oltava huonommilla kasvupaikoilla laajempia kuin hyvillä ja kasvatushakkauksiin nähden sitä, että huonommilla kasvupaikoilla metsikkö on kasvatettava harvempana kuin hyvillä. Puulaajeista taas mänty ja koivu vaativat suhteellisesti enemmän

kasvutilaa kuin kuusi. On syytä erityisesti huomauttaa erosta Pohjois-Suomen ja Etelä-Suomen välillä. Pohjois-Suomessa on maan lämpötila tärkeämpi tekijä kuin Etelä-Suomessa ja jos siellä esim. viljelyskuusikko perustetaan yhtä tiheänä kuin Etelä-Suomessa, tulee maan kylmyys yhä tuntuvammin vaikuttamaan metsikön kasvuun. Kun on tutkittu harvennuksen vaikutusta metsikössä valoon, ilman lämpötilaan ja kosteuteen sekä haihduntaan ja maan kosteus- sekä lämpösuhteisiin, on todettu kaikkein suurimman muutoksen tapahtuneen maan lämpötilassa. Eräät Pohjois-Ruotsissa tehdyt kokeet lisäksi osoittavat, miten tuntuvasti harvennus tiheissä kuusikoissa on vaikuttanut maan lämpötilaan ja tätä tietä pidentänyt kasvukautta.

Kuten hyvin tunnetaan, pidetään niin uudistus- kuin kasvatushakkauksissa yleensä valoa tärkeimpänä ja pääkasvutekijänä. Ja on sanottu, että niin saa olla vastakin siitä huolimatta, että olisi tottakin, mitä on sanottu juuristojen merkityksestä metsikön kehitykseen. Esim. amerikkalaisen Bakerin metsänhoidon oppikirjan mukaan ei ole mitään käytännöllistä tarvetta opillisten perusteiden tarkistukseen ja uusarviointiin tässä kyseessä olevassa suhteessa. Valo ja vesi ovat kasvutekijöinä siksi kiinteässä yhteydessä toisiinsa, että jommankumman muuttuminen metsikössä esim. hakkuiden vaikutuksesta merkitsee molempien muuttumista, ja varjoa sietävät puulajit kestävät parhaiten myöskin juuristikilpailua. Emme voi nähdä maahan, mutta valon vaikutus on aina selvä ja valon intensiteetti voidaan aina helposti mitata. Jokainen voi todeta, että harvennettu metsikkö on valoisampi kuin harventamaton, mutta kukaan ei voi ilman työläitä maatutkimuksia sanoa, kumman metsikön maassa on vettä enemmän, kumman vähemmän. Siksi on parasta palauttaa valon intensiteetti vanhalle paikalleen metsänhoito-opissa, ei yksinään määrävänä tekijänä, vaan parhaana puiden välisen koko kilpailun mittana. Järkevästi sovelletuna se on yhtä käyttökelpoinen ja vielä asiallisempi kuin vanhan käsitystavan mukaisesti.

Niille, jotka yhtyvät tähän käsitykseen, on sanottava, ettei sillä, mitä edellä olen maininnut juuristojen ja veden merkityksestä metsikön kehitykseen, ole suinkaan pyritty väittämään, ettei valo — i. täsmällisemmin sanoen säteily — olisi tärkeä kasvutekijä. Kaikkihan me lopulta elämme auringosta. Sekä valo että vesi ovat välttämättömiä. Huomattava vain on, että metsänhoidossa — ja siitä on nyt kysymys — valo voi olla välistä tärkeämpi kuin vesi ja välistä vesi tärkeämpi kuin valo. Tärkeintä on, että valon intensiteetin sama muuttuminen ei johda juuristojen välisten suhteiden samanlaiseen muuttumiseen muualla kuin samanlaisella kasvupaikalla. Tässä on „vanhan”

ja „uuden” käsitystavan välisen eron ydin. On toinen asia, miten kasvupaikan laatu määrätään, mutta oli se vaikeampi tai helpompi tehtävä, pääasiana on, kumpi käsitystapa on nykyisten tietojen perusteella oikeampi. Itse asiassa valon intensiteetin mittausta l. arviointi on ehkä vielä vaikeampi tehtävä kuin kasvupaikan viljavuuden arvoskelu.

Taimettumisen suhteen on vielä huomattava, että taimien alkukehitys suurella määrällä riippuu niiden juuristojen syvyyskasvusta. Tämä vuorostaan riippuu puulajista ja kasvualustan laadusta. Esim. hitaasti kasvavan kuusentaimen juuristo on siksi heikko, että taimi on kauan alttiina kuivumisvaaralle. Maanpinnankin valmistuksen taimettumista edistävä vaikutus perustuu osaksi siihen, että se helpottaa taimen juurien kasvua syvemmälle ja siten tekee taimet kestävämmäksi kosteusvaihteluista vastaan. Paitsi puiden välillä on samanlainen kilpailu vedestä vielä taimien ja maan pintakasvillisuuden välillä. Varsinkin ruohottuvilla aloilla tämä kilpailu on nähtävästi taimille tuhoisempi kuin kilpailijain mekanisesti aiheuttama haitta. Heinät erityisesti ovat tunnetut suuriksi vedenkuluttajiksi: on todettu, että ne kuivattavat maan aina metrin syvyyteen saakka. Helpoimmin eri kasvipeitteistä taimettu ohuehko seinäsammalpeite, jossa taimilla ei ole muita kasvilajeja kilpailijoina vedestä. Tämä nähtävästi selittää senkin tunnetun ilmiön, että kuusentaimet rehevähkön pintakasvillisuuden peittämällä mailla erityisesti keskittyvät sammaloituneille maapuulle, kannoille ja kiville. — Taimien juuristot vaativat edelleen huomiota metsän viljelyksessä. Syvyydestä ja asennosta, johon taimet istutettaessa joutuvat, riippuu huomattavasti niiden kehitys ensi ikävuosina. Mainittakoon tässä yhteydessä vain kuusen taimien ns. jurominen istutuksen jälkeen. Kysymyksen ollessa puiden juuristoista ei ole myöskään unohdettava mykorrhitsoja l. sienijuuria, joiden tutkimus viime aikoina on antanut eräitä huomiota ansaitsevia uusia tuloksia. Niiden selvittely ei ole kuitenkaan mahdollista tämän luennon puitteissa.

Lopuksi on syytä vielä huomauttaa puiden juuriston syvyyttä koskevista, edellämainituista havainnoista, joiden mukaan juuret tunkeutuvat syvemmälle maahan lämpimämmissä ilmastoissa. Kun on ollut kysymyksessä metsätyöpiireissä suhtauduttu siihen nähden epäilevästi, ja yhtenä syynä tähän kannanottoon on mainittu, että pintakasvillisuus voi kuvastaa vain humuskerroksen ja yleensä maan pintaosien viljavuusominaisuuksia, puut taas ottavat vetensä ja ravintonsa syvempää. Koska keski-eurooppalaisten havaintojen mukaan puiden juuristot todella näyttävät vähemmän pinnallisilta kuin meidän olois-

samme, on mahdollista, että pintakasvillisuus meillä vastaa maan puuntuottokykyä paremmin kuin etelämpänä. Tähänastisten tutkimusten perusteella ei tätä kysymystä kuitenkaan voida pitää riittävästi selvitettyinä.

---