METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN

JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

29

HELSINKI 1940, 1941.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

29

HELSINKI 1940, 1941.

Helsinki 1942. Valtioneuvoston kirjapaino.

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

29

29, 1 Heikinheimo, Olli, Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa ..... 1—89
Referat: Versuche in Baumschulen ..... 90—97
29, 2 Kangas, Esko, Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937 1—35
Referat: Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937 ..... 36—38
29, 3 Saarnijoki, Sakari, Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen ..... 1—15
Selostus: Eräitä metsäpuiden siitepölyn itävyyttä koskevia kokeita ..... 16—17
29, 4 Heikinheimo, Olli, Metsänistutusmenetelmistä ..... 1—58
Referat: Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden ..... 59—63
29, 5 Aaltonen, V. T., Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa ..... 1—62
Referat: Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung ..... 63—71
29, 6 Aaltonen, V. T., Maalajien luokituksesta ..... 1—40
Referat: Über die Klassifizierung der Bodenarten ..... 41—42
29, 7 Aaltonen, V. T., Zur Stratigraphie des Podsolprofils besonders vom Standpunkt der Bodenfruchtbarkeit III ... 1—43
Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen silmälläpitäen varsinkin maan viljavuutta III ..... 44—47

METSÄPUIDEN TAIMIEN KASVATUS TAIMITARHASSA

JULKAISSUT
OLLI HEIKINHEIMO

VERSUCHE IN BAUMSCHULEN

DEUTSCHES REFERAT

HERAUSGEGEBEN VON
OLLI HEIKINHEIMO

HELSINKI 1940

Helsinki 1940. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Sivu

Johdanto 5
Aiemmin suoritetut tutkimukset 6
Kylvö 6
Koulitus 8
Lannoitus 11
Koetaimitarhat 14
Kylvökokeet ja niiden tulokset 17
Kokeiden suoritus 17
Kylvöajat 19
Kylvömäärät 21
Siementen peittosyvyys 25
Kylvösten kastelu 27
Suojuspeitteet 33
Routiminen 36
Koulituskokeet ja niiden tulokset 39
Kokeiden suoritus 39
Koulitusajat 45
Taimitarhataimien rakenne 56
Juuriston typistäminen 59
Koulitusmenetelmät 61
Taimien koulitusikä ja koulituksen uusiminen 61
Koulitustiheydet 63
Koulittavien taimien lajittelu 65
Koulittujen taimien routiminen 65
Lannoituskokeet ja niiden tulokset 65
Kokeiden suoritus 65
Taimitarhojen maanäytteistä tehdyt kemialliset analyysit ja happamuusmääräykset 66
Taimitarhataimien tuhkapitoisuus ja taimien maasta poistamat kasvinravintoaineiden määrät 69
Lannoitusmenetelmät 76
Eri tavoin lannoitettujen taimien kasvu 83
Kirjallisuusluettelo 87
Deutsches Referat 90



Arvo Ilmari Helkiö

Syntyi Raumalla heinäkuun 5:nä 1900, kaatui Talissa helmikuun 29:nä 1940.

Metsätyönjohtaja Helkiö sai päästötodistuksen Evon metsäkoulusta 15/9 1927, otettiin työnjohtajaksi Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta suoritettaviin puunkäyttötutkimuksiin 1/11 1927, Veikkolan kokeilualueen metsätyönjohtajaksi 1/1 1929, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston tutkimustyönjohtajaksi 1/5 1930 ja Lapinjärven kokeilualueen metsätyönjohtajaksi 1/11 1935.

Hän on Tutkimuslaitoksella ollessaan keksinyt vako-ruutukylvössä käytettävän »Vako»-kylvökannun, pinonkorkeusmittarin ja pinotavaran kuljetukseen tien varsiin soveltuvan kelkan sekä kehittänyt kaarevan oksasahan ja karsimisraudan. Hän on myös ensimmäisenä ryhtynyt käyttämään runkojen sitomista laineellisuuden aikaansaamiseksi koivupuussa.

Johdanto.

Seuraavassa selostettavat taimitarhojen hoitoa koskevat kokeet on suoritettu pääasiallisesti Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Punkaharjun ja Ruotsinkylän taimitarhoissa. Maa- ja taiminäytteitä on hankittu myös lukuisista muista taimitarhoista.

Kokeet on järjestetty allekirjoittajan suunnitelmien mukaan. Kylvö- ja koulituskokeet on suorittanut pääasiallisesti metsätyönjohtaja Arvo Helkiö, joka myös on ottanut tutkimukseen liittyvät valokuvat, osittain myös asianomaisten kokeilualueiden metsätyönjohtajat Emil Siira ja W. M. Vestala. Puun taimien juurien kasvua koskevat kokeet ja tutkimukset on järjestänyt fil. maisteri Sakari Saarnijoki, pääosan kemiallisista analyyseistä on tehnyt Biokemiallisessa Tutkimuslaitoksessa metsänhoitaja, maatalous- ja metsätieteiden kandidaatti Jorma Kivekäs, suuren osan analyyseistä, joista tulokset ovat taulukossa 1, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen asistentti, fil. kandidaatti R. Kalajoki. Saarnijoki ja Kivekäs ovat jättäneet töistään yksityiskohtaiset selonteot, joista edempänä on otteita.

Kaikille edellä mainituille henkilöille, jotka ovat ottaneet osaa tutkitun, meillä viime aikoina tärkeäksi käyneen kysymyksen selvittelyyn, lausun heidän työstään ja avustaan parhaat kiitokset.

Sen jälkeen kuin edellä oleva on kirjoitettu, on metsätyönjohtaja Arvo Helkiö kaatunut vapaustaistelussamme helmikuun 29 päivänä 1940. Hänen osuutensa meillä viime vuosikymmenen aikana suoritettuun teknillis-metsänhoidollisten kysymysten selvittelyyn on varsin huomattava. Tähän hänellä oli erityisesti tilaisuutta ollessaan Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston tutkimustyönjohtajana vuosina 1930—1935. Hän oli lahjakas, tunnollinen ja alaansa innostunut ammattimies, jonka aikainen poismeno on metsätieteellisen tutkimuksenkin kannalta varsin valitettava.

Tämä suurelta osalta hänen työhönsä perustuva tutkimus omistetaan hänen muistolleen.

Julkaisija

Aiemmin suoritetut tutkimukset.

Seuraavassa tehdään lyhyesti selkoa eräistä muualla suoritetuista taimitarhan hoitoa koskevista tutkimuksista, jotka läheisesti liittyvät edempänä käsiteltävinä oleviin kysymyksiin. Tulosten vertailun helpottamiseksi selonteossa käytetään samaa kysymysten ryhmitystä kuin tässä tutkimuksessa: aluksi mainitaan kylvöjä, sitten koulituksia ja lopuksi taimimaan lannoitusta koskevat aiemmat selvittelyt.

Kylvö.

Taimitarhakylvöjä valaisi kokeellisesti Baur (1875) Würtembergin metsäkoelaitoksen taimitarhassa jo vuosina 1873—1874. Kokeet koskivat m. m. männyn, kuusen ja lehtikuusen siemenen peittosyvyyttä. Kun tuloksia arvostellaan pääasiallisesti vain kokeissa saatujen taimimäärien perusteella, oli edullisimmaksi peittosyvyydeksi männyn ja kuusen siemenelle osoittautunut 10—15 mm. 35—40 mm vahva peite ehkäisi kokonaan taimien synnyn. Lehtikuuselle soveltui parhaiten jonkin verran ohuempi peittosyvyys. Jos kylvövakojen peittämiseen käytettiin taimitarhamaan (savimaan) sijasta multaa, voi peite olla vähän vahvempi.

Vastaavanlaisia mutta laajempia kokeita on Sveitsin metsäkoelaitoksen taimitarhassa Adlisbergillä suorittanut Bühler (1891) käyttäen kokeissaan männyn ja kuusen siementä sekä siementen peitteenä savea, hietaa tai multaa. Kun taimimaa oli verraten hiljattain raivattua savista uudismaata, voi olla mahdollista, että tulosten luotettavuus on jonkin verran epävarma. Tutkittavana oli tarkoituksenmukaisin siemenmäärä, siementen peittosyvyys, siementen koon vaikutus sekä kylvömenettelyt (vakokylvö ja hajakylvö). Tärkeimmät tulokset ovat seuraavat: 1. Runsaampi siemenen käyttö antaa enemmän taimia, mutta eniten käyttökelpoisia taimia saadaan käytettäessä 10 gr siementä vakometrille eli 50 gr neliömetrille. 2. 1 gr:sta kuusen siementä saadaan keskimäärin 42 2-kesäistä tainta, samasta määrästä männyn siementä vain 21. 3. Vakokylvö ja hajakylvö antavat jotakuinkin samanlaiset tulokset. 4. Edullisinta on käyttää siementen peitteenä multaa, sillä siten saadaan eniten taimia. 5. Pa-

ras siemenen peittosyvyys on männylle 10—15 mm, kuuselle 15—20 mm. 6. Jos siemen lajitellaan, saadaan kookkaammista siemenistä useimmiten isompia taimia kuin pienemmistä. 7. Kookkaille ja pienille siemenille voidaan käyttää samaa peittosyvyyttä.

Bühler on tutkinut samassa taimitarhassa myöskin erilaisten suojuspeitteiden edullisuutta taimitarhaan kylvettyjen siementen itämiselle ja syntyneiden taimien kehittymiselle. Kokeessa käytettiin mäntyä, kuusta, vuorimäntyä, strobusmäntyä, lehtikuusta ja jalokuusta. Suojukset olivat: 1 m korkeat jalokuusen oksat, jotka asetettiin kylvölavan ympärille pystyyn, samoja oksia asetettuina 0.5 m maasta olevalle vaakasuoralle alustalle ja n. 20 sm maasta olevat puukaihtimet. Lisäksi oli sarjassa suojaamaton kylvölava. Tuloksena oli, että siemenet itivät kaikissa lavoissa jotakuinkin samalla tavalla. Peittämättömässä lavassa suurin osa kuusen, männyn ja jalokuusen taimista kuoli elokuun 25 päivään mennessä, samoin lavassa, jonka sivuja suojasivat pystyyn asetetut oksat. Parhaiten taimet olivat säilyneet lavan etelä- ja länsilaidalla. Eniten taimia saatiin puukaihtimen alla, kuuselle ja jalokuuselle verraten runsaasti myös oksapeitteen suojassa. Lisäksi tehtiin lämpö- ja vedenhaihduntamittauksia erilaisten peitteiden suojassa.

Dengler (1925) on ottanut perusteellisesti selvitelläkseen siemenen peittosyvyyden vaikutuksen männyn taimien syntyyn. Kokeessa käytetty maa oli multapitoista hietaa, puhdasta hietaa ja savensekaista hietaa. Siemen peitettiin kylvöalustan maalla. Pääasiallisimmat tulokset olivat: 1. Siementen peittosyvyyden lisääntyessä alenee taimiluku kaikilla maalajeilla, erittäin paljon 2 sm:n vahvuista ja sitä vahvempaa peittoa käytettäessä. 0.5 ja 1.0 sm antavat jotakuinkin yhtä hyvät tulokset. Kuivana keväänä on 1 sm, jopa 2:kin ensiksimainittua parempi. 2. Taimien synty viivästyy vahvempia peitteitä käytettäessä, samoin kuolee sirkkataimia suhteellisen paljon, etenkin jos peite on yli 2 sm. 3. Peitteen vahvuudesta riippuen sirkkataimet syntyvät eri tavoin: ohuista peitteistä tulee esiin siemenkuori ensin, sitä vahvemmasta taimen varren mutka, joka vetää mukanaan siemenkuoren ja sirkkalehdet, vielä vahvemmasta ei siemenkuori voi päästä esiin, vaan jää maan sisään, vahvimmassa sirkkataimet tuhoutuvat kokonaan.

Denglerin koemenetelmiä käytti kuuselle Rubner (1927) päätyen pääasiallisesti samoihin tuloksiin, siis m. m. siihen, että edullisin peittosyvyys kuusenkin siemenelle on 0.5—1.0 sm.

Erilaisia suojuspeitteitä ovat vertailleet myöskin Amann (1929) ja Papajoannou (1932 ja 1934). Edellinen teki lämpöhavaintoja erilaisten peitteiden alla, jälkimmäinen sekä ilman lämpö- että

kosteushavaintoja. Viimeksimainittu käytti säkkikangaspeitteitä, havupeitteitä, olkipeitteitä ja kierrettäviä kaihtimia, jotka asetettiin 20 ja 40 sm:n korkeudelle maasta. Saatujen tulosten perusteella ja ottaen huomioon eri peitteiden yleisenkin tarkoituksenmukaisuuden hän suosittelee eniten kierrettäviä kaihtimia.

Gläser ja Hilf (1934 ja Gläser 1935) pitävät 400 gr siemenmäärää taimitarhoissa riittävänä aarin alalle; suurempi siemenmäärä ei lisää käyttökelpoisten taimien määrää.

Varsin perusteellisesti on taimitarhan hoitoon liittyviä kysymyksiä valaissut viime aikoina Polanský (1935). Kokeita suoritettiin useissa taimitarhoissa. Edullisimmiksi kylvömääriksi osoittautuivat männylle 21 gr, kuuselle 22 gr ja lehtikuuselle 30 gr m^2:lle. Keskinkertaisella taimitarhamaalla antoi parhaan tuloksen kuuselle 1 sm:n, männylle 2 sm:n ja lehtikuuselle korkeintaan 0.5 sm:n peittosyvyys. Haavan siementä ei ole peitettävä lainkaan. Siementen peitteinä käytetyistä aineista (erilaiset maalajit ja sahajauhot) osoittautui vain sahajauho muita edullisemmaksi. Jos siemen peitetään maalla, on parasta käyttää taimilavan maata. Suojuspeitteiden käyttäminen lisää suuresti taimien lukua ja taimien jatkuvaa säilymistä. Pitempiaikainen varjostus aiheuttaa sen, että taimet ovat hentoja. Taimilavojen kosteus lisäsi siementen itävyyttä ja taimien kasvua. Kun kastelu on usein vaikeasti toteutettavissa, suositellaan suojuspeitteiden käyttöä, sillä sillä voidaan päästä jotakuinkin samoihin tuloksiin.

Koulitus.

Puun taimien koulitusedellytykset riippuvat verraten ratkaisevasti taimille ominaisesta juuristotyypistä, suhteesta ulkoapäin tulevaan vahingoittamiseen sekä juuriston kasvusta ja yleisestä kehityksestä kasvukauden eri vaiheissa.

Tainten juuristoa koskevista ensimmäisistä perusteellisemmista tutkimuksista on tunnetuin Nobben (1875) suorittama. Kuusen, jalokuusen ja männyn 1-kesäisten taimien juurten luku oli syksyllä 253, 134 ja 3 135 sekä kokonaispituus 1.94, 0.99 ja 11.99 m. Männyn taimen vähäinen sopivaisuus koulittavaksi ja istutettavaksi johtuu siitä, että katkenneet juuret korvautuvat vaikeasti uusilla. Taimen eri osien kuiva-ainepainot prosentteina taimen koko painosta saatiin seuraaviksi:

	Kuusi	Jalokuusi	Mänty
Verso	10.00	16.28	15.54
Neulaset	37.50	31.40	35.89
Juuret	52.50	52.32	48.57

Puiden juurten kasvuaikoja on selvitellyt tarkemmin Resa (1877), joka teki havaintoja sekä havu- että lehtipuilla. Havupuilla juurten kasvu alkoi helmikuussa ja jatkui huhtikuun loppuun, jolloin se oli seisauksissa versojen kasvun ajan, alkaen uudelleen elokuussa ja jatkuen lokakuuhun. Lehtipuilla elokuussa alkanut juurten kasvu jatkui siksi kunnes maa jäätyi. Kaikilla lehtipuilla ei kevätkasvua ole. Puun maanpäällisten ja maanalaisten osien kasvu sattuu siis eri aikoihin. Wieler (1894), joka käytti kokeissaan 2—4-vuotisia taimia, tuli siihen tulokseen, että muutamilla puulajeilla maanpäällisten osien kasvu alkaa aikaisemmin keväällä kuin juurien, eräillä taas päinvastoin ja muutamilla samanaikaisesti. Esim. koivun juurten kasvu tapahtuu pääasiallisesti keväällä ja kesäaikana. Büsgenin (1901) havu- ja lehtipuiden taimien ja puiden juurien kasvua koskevat tulokset ovat sikäli yhtäpitäviä Resan tulosten kanssa, että niiden mukaan juuret kasvavat pääasiallisesti kesäkuussa ja lokakuussa. Myös syyskuussa on paljon kasvavia juuria. Heinä- ja elokuussa kasvu on paljon heikompaa. Engler (1903) käytti kokeissaan 16 puulajia, m.m. kuusta, mäntyä, lehtikuusta, rauduskoivua ja tervaleppää. Hänenkin saamansa tulokset osoittivat, että juurten kasvulla ja uusien juurten muodostumisella on kaksi jaksoa, alkukesällä ja syksyllä. Syksyn kasvu on havupuilla verraten pieni, esim. männyllä ja kuusella n. 20 % keväisestä pituuskasvusta, lehtipuilla varsin huomattava, esim. pyökillä ja vuorijalavalla n. 60 % kevätkasvusta. Elo- ja syyskuussa juurten kasvu on hidasta, johtuen tämä pääasiallisesti maan kuivumisesta. Voimakkaimmillaan kasvu on keväällä. Täydellistä kasvun pysähtymistä on vain havupuiden juurilla (marraskuusta maalis- tai huhtikuuhun), Keski-Euroopassa lehtipuiden juurten kasvu jatkuu läpi talven, joskin heikkona. Juurten kasvu alkaa tavallisesti aikaisemmin keväällä kuin versojen, ero on kuitenkin vain muutamia päiviä tai viikkoja. Poikkeuksen muodostavat lehtikuusi ja tervaleppä, joiden silmut aukeavat ennen kuin juurten kasvu alkaa. Maanalaisten ja maanpäällisten osien kasvun maksimit sattuvat jotakuinkin samoihin aikoihin. Metsänhoidossa nämä tulokset olisi huomioitava siten, että havupuille kevätistutus on paras, lehtipuille syysistutus. Jos syksy on lämmin ja sateinen, voidaan edellisille käyttää myös syysistutusta.

Taimen juuriston typistämiseen ovat kiinnittäneet huomiota m.m. Möller (1903), Spitzenberg (1908 ym.), Matthes (1911) ja Liese (1926). Ensiksimainittu totesi, että 1-vuotisen männyn juuristoa voitiin haitatta typistää erittäin voimakkaasti, jos maa oli riittävän kosteaa, sillä uusia juurihaaroja syntyi leikkauspintaan runsaasti. Spitzenberg korostaa 1- ja 2-vuotisten koulimattomien män-

nyntaimien juurten leikkaamisen välttämättömyyttä, jos taimet istutetaan paljain juurin, samoin Liese.

Schreiber (1926) teki tutkiessaan kuusen ja lehtikuusen 1- ja 2-kesäisten tainten juuria sen päätelmän, että juurten pituus on konstantti sellaisilla, samalla maalla kasvaneilla taimilla, joiden juuristotyyppi on sama. Ns. juuriosamäärä (juurten pituus millimetreissä jaettuna juurenkärkien luvulla) on lehtikuusen taimilla 5.4, kuusen 2.2—2.8. Edellisellä on siis yhtä juoksumetriä kohti juuria 185 juurenkärkeä, kuusella 448—360. Kuta kosteampaa maa on, sitä vähemmän on juurenkärkiä.

Hesselnik (1926, 1930) on kokeillaan selvitellyt tavallisen männyn ja mustamännyn (Pinus laricio austriaca) taimien juurien kasvua, juurien typistämistä ja maata parantavien toimenpiteiden vaikutusta juuristoon. Juuriston pituuskasvun pysähdystä keskikesällä ei havaittu. Uusien juurenhaarojen muodostuessa on pääjuuren kasvu hitaimmillaan. Myöhäiskesällä todettava juuriosamäärän kohoaminen johtuu siitä, että juurten pituuskasvu on silloin suhteellisesti suurempi kuin uusien juurien muodostuminen. Kasvuolosuhteiden paratessa alenee kyseellinen osamäärä. Mustamännyllä juurten kasvu jatkuu myöhempään syksyllä kuin tavallisella männyllä (1930). Jos juuret vahingoittuvat syksyllä, korvautuvat ne uusilla vasta kevätkasvukauden alkaessa. Jos juuristo typistetään niinkin voimakkaasti kuin 1 sm:n pituiseksi juurenniskasta lukien, jäävät koulitut taimet yleensä elämään, ja yhden kasvukauden kuluttua tällaisten tavallisen männyn tainten juuriosamäärä on jotakuinkin sama kuin tainten, joiden juuret ovat jääneet typistämättä.

Seuratessaan strobusmännyn taimen juurten pituuskasvua taimien varttuessa 4:n vuoden ikäisistä 6-vuotisiksi Stevens (1931) totesi, että kasvu oli nopeimmillaan keväällä ja syksyllä. Voimakkaat juuret hidastivat kasvuaan huomattavasti juhannuksen tienoissa, heikoimpien kasvu pysähtyi silloin kokonaan. Kasvun kulku ei riippunut sääsuhteista eikä maasta. Talvella, marraskuun puolivälistä huhtikuun alkuun, eivät juuret jatka kasvuaan. Jos taimi on nopeakasvuinen, on sillä myös voimakas juuristo ja päinvastoin.

Poskin (1934), joka on tutkinut perusteellisesti tammea (Quercus pedunculata ja Q. sessiliflora), huomasi kokeissaan m.m., että tammen taimi, jonka juuristo on haaroittunut, kasvaa nopeammin kuin taimi, jolla on tyypillinen pääjuuri. Jos terhon itäessä siitä ulos työntyvä juurukka katkaistaan, saa syntyvä taimi haaroittuvan juuriston. Helms ja Wegge (1916) ovat taas tulleet siihen tulokseen, että Tanskassa kuusen taimien juurten

typistäminen voi epäedullisissa tapauksissa lisätä taimien kuolevaisuutta, edullisissa ei. Taimilla, joiden juuret on runsaasti typistetty, on myöhemmin juurten osuus taimien koko painosta isompi kuin normaalijuurisilla taimilla. Roze (1937) käytti tutkimuksissaan 2-vuotisia männyn ja 4-vuotisia kuusen taimitarhataimia. Hänen saamansa tulokset osoittivat m. m. seuraavaa: Lämpötila vaikuttaa ratkaisevasti juurten pituuskasvuun; korkeampi lämpötila edistää kasvua, alhainen hidastaa. Kuusen taimien juuret alottavat kasvunsa alhaisemmassa lämmössä ja siis keväällä aikaisemmin (3—10 päivää) kuin männyn taimien. Maan kosteuspitoisuus vaikuttaa kasvuun vain silloin kun se on poikkeuksellisen alhainen. Molempien puulajien juurten kasvu alkaa toukokuussa ja jatkuu keskeytymättä marraskuuhun. Koulitusta voidaan näin ollen suorittaa myös elo- ja syyskuussa. Koulituksen jälkeen juurtuvat kuusen taimet paremmin kuin männyn taimet. Kuusen taimen juuriston typistäminen (1938) edistää juuriston haaroittumista. Jos se toimitetaan oikein — lyhentämällä kaikkia juuria jotakuinkin yhtä paljon — on se niin työlästä, että työ käy kannattamattomaksi. Sitäpaitsi kuivuu juuristo tämän käsittelyn aikana.

Lannoitus.

Eräät edellä mainitut tutkimukset ovat kosketelleet myös kasvualustan erilaisen kasvinravintopitoisuuden vaikutusta taimien juuristoon. Kuta edullisempi kasvualusta tässä suhteessa on, suhteellisesti sitä pienempi on taimen juuristo taimen maanpäälliseen osaan verraten. Tällaiseen tulokseen tuli Schwarz (1892) kasvattaessaan männyn taimia eri väkevissä ravintoliuoksissa, Burger (1930) selostaessaan useilla havu- ja lehtipuuntaimilla tehtyjä viljelyskokeita, joissa käytettiin eriarvoisia maita, ja Aldrich-Blake (1932) antaessaan havupuiden taimille eri voimakkaita typpilannoituksia. Meillä on Tertti (Hertz 1932, 1935) selvitellyt taimitarhassa ja erilaisella kasvualustalla kasvaneiden kuusen ja männyn taimien juuristoa, Japanissa Tazoye (1940). Viimeksimainitun kokeissa käytettiin 4-vuotisia Abies Mayriana, Picea jezoensis ja P. Glehnii taimia. Humuspitoisessa maassa juuristo kehittyi voimakkaammaksi kuin m.m. hieta- ja hiekkamaassa.

Nuorista taimitarhataimista on tehty lukuisia tuhka-analyysejä, etenkin Saksassa. Hohenheimissa kasvatetuista taimista teki niitä Dulk (1875), Eberswaldessa kasvatetuista Schütze (1879), Councler (1882) sekä Tharandtissa kasvatetuista von Schroe-

der (1893) ja Schmitz-Dumont (1894). Halstenbekin taimia käytti tutkimuksiinsa Manshard (1933). Kun taimet ovat kehittyneet erilaisissa olosuhteissa, on syytä julkaista eräitä näissä tutkimuksissa kuusen ja männyn taimille saatuja tuloksia. Seuraavassa taulukossa eri vuosiluvuilla merkityt lukusarjat koskevat asianomaisia tutkimuksia. Ne on tarvittaessa muunnettu vastaamaan 100 gr:aa kuiva-ainetta sekä pyöristetty yhdelle desimaalille.

100 gr:ssa kuiva-ainetta on gr seuraavia kasvinravintoaineita ja tuhkaa:

Aine	1-vuotinen				2-vuotinen				3-vuotinen		4-vuot.
	1875	1879	1893	1933	1875	1879	1893	1933	1893	1933	1933
					Kuusen taimet						
K_2O	0.66	0.48	1.02	0.95	0.56	0.37	0.71	0.81	0.75	0.64	0.62
CaO	1.10	1.57	0.96	1.30	0.73	1.07	0.83	1.24	0.80	1.66	1.25
P_2O_5	0.57	0.52	0.65	0.77	0.39	0.60	0.57	0.48	0.47	0.45	0.42
MgO	0.17	0.25	0.29	0.20	0.16	0.26	0.22	0.14	0.21	0.18	0.16
N	—	—	—	2.06	—	—	—	1.49	—	1.47	1.10
					Männyn taimet						
			1894				1894				
K_2O	0.64	0.54	0.91	0.88	—	—	0.76	0.70	—	—	—
CaO	0.45	0.55	0.47	0.60	—	—	0.54	0.53	—	—	—
P_2O_5	0.47	0.68	0.44	0.61	—	—	0.35	0.45	—	—	—
MgO	0.15	0.16	0.30	0.19	—	—	0.27	0.18	—	—	—
N	—	—	—	2.17	—	—	—	1.66	—	—	—

Yleisenä piirteenä tuloksille on, että männyn taimet sisältävät suhteellisesti vähemmän kalkkia ja fosforihappoa kuin kuusen taimet. Taimitarhan erilainen lannoittaminen vaikuttaa tietenkin taimien kuiva-ainekokoomukseenkin. Möller (1903) totesi m. m., että typpilannoitusta saaneet männyn ja tammen taimet olivat typpirikkaampia kuin lannoittamattomat (mänty 0.68 ja 2.13 % typpeä, tammi 0.64 ja 1.13 %).

Bauer (1910 ja 1911) on selvitellyt havupuun ja lehtipuun taimien ravinnon ottoa kasvukauden eri aikoina. Jos tahdotaan laskea taimitarhataimien eri ikävaiheissaan maasta ottamien kasvinravintoaineiden määrät pintayksikölle, riippuu tulos tietenkin hyvin suuressa määrässä siitä, kuinka suuria taimimääriä kyseellisellä alalla kasvatetaan. Tässä suhteessa olot vaihtelevat varsin paljon. Seuraavassa taulukossa olevat Schmitz—Dumontin (1894) ja von Schroederin (1893) teoksista otetut luvut on laskettu siten, että 1-vuotisten männyntainten luku hehtaarilla on 7.15 milj.

ja 2-vuotisten 5.70 milj., jolloin vastaavat kuiva-ainepainot ovat n. 2 600 ja n. 13 500 kg sekä 1-vuotisten kuusen tainten 13.30 milj., 2-vuotisten 10.35 milj. ja 3-vuotisten 7.30 milj., vastaavien kuiva-ainemäärien ollessa n. 1 500, 11 300 ja 20 000 kg.

Taimet ottavat hehtaarin alalta vuotta kohden kg:

	mänty		kuusi		
	ensi vuotena	toisena vuotena	ensi vuotena	toisena vuotena	kolmantena vuotena
kalia	22.38	79.50	13.70	65.44	70.32
natriumia	1.24	6.46	1.18	5.12	0.08
kalkkia	11.97	61.44	13.93	79.63	66.21
magnesiaa	7.08	29.11	3.36	20.61	17.82
rautaa	9.66	34.95	7.40	22.60	24.36
fosforihappoa	9.76	36.24	7.95	54.93	30.05
piihappoa	6.15	21.04	7.34	16.52	60.01
puhdasta tuhkaa	77.23	298.18	59.91	291.90	273.13
typpeä	39.97	147.36	26.71	131.88	62.07

Laskelmissa on otettu huomioon siementen maalle antama vastaava ainemäärä.

Manshard (1933) käytti paljon pienempiä taimilukuja ja sai kuusen ja männyn taimien kivennäisaineiden oton seuraavaksi kiloina vuotta ja hehtaaria kohden:

kuusi, 1. vuosi 2.0 milj. tainta, K_2O 3, CaO 5, P_2O_5 2, MgO 0.6
» 2. » 1.9 » » » 15, » 23, » 8, » 2
» **3.** » **0.7** » » » **32,** » **91,** » **23,** » **10**
» 4. » 0.7 » » » 48, » 73, » 31, » 11
mänty 1. » 2.7 » » » 15, » 10, » 10, » 3
» 2. » 0.7 » » » 9, » 7, » 6, » 2

Vihantalannoituksen käyttöä taimitarhoissa ovat Engler ja Glutz (1903) tutkineet perusteellisesti. Kokeessa oli kaikkiaan 24 koesarjaa ja niissä 154 koeruutua sekä 12 eri koekasvia. Tuloksista mainittakoon, että maanpäällisten kasvinosien typpipitoisuus oli suhteellisesti suurempi kuin juurten, kuten seuraavat luvut osoittavat:

Virna typpeä maanp. osissa 3.37 %, juurissa 2.51 % kuiva-aineesta
Keltalupini » » » 2.13 » » 1.45 » »
Peltoherne » » » 2.01 » » 1.88 » »

Kokonaissato (varret + juuret) grammoina neliömetriä kohden oli:

	virna	lupini	peltoherne	papu
puutarhamaassa	246	328	506	732
savimaassa	129	55	413	407
kalkkimaassa	128	5	231	277
hiekkamaassa	78	49	362	313

Lannoittamattomissa taimitarhoissa satojen suuruus ja typpimäärä riippui maanlaadusta. Lannoitus lisäsi sadon kokonaismäärää vain ravintoköyhällä maalla, muualla se alensi sitä. Edullisimmiksi kylvömääriksi osoittautui m^2:lle virnalle 20—25 gr, lupinille 25—30 gr ja peltoherneelle 30—60 gr.

Lannoituskokeita on taimitarhoissa ja metsässä järjestetty jo verraten aikaisin, m. m. eräiden edellä mainittujen tutkimusten yhteydessä. Yleensä kohtuulliset kivennäislannoitteet ovat vaikuttaneet edullisesti tainten kasvuun ja kehitykseen. Councler (1903) suoritti kokeensa kuusen taimilla niiden varttuessa koulittuina 1-vuotisista 3-vuotisiksi. Lannoitteena käytettiin thomaskuonaa (12 naulaa aarille) ja kainiittia (3—6 naulaa aarille). Lannoitusta saaneet taimet olivat yleensä kookkaampia ja tuhkapitoisempia kuin lannoittamattomat. Myöskin Vater (1905) kokeili kuusen taimilla kasvattaen niitä II—III boniteetin hiekkamaalla 2—4-vuotisiksi. Lannoitteet olivat kainiitti, 40 %:nen kalisuola ja rikkihappoinen kalkki. Lannoitusta saaneet taimet olivat 7.5—9.9 sm pitkiä, lannoittamattomien jäädessä 4.1—4.3 sm:n pituisiksi. Kuiva-aineen suhteen erot olivat paljon suuremmat; rungon keskipaino oli edellisillä taimilla 0.47—0.79 gr, jälkimmäisillä 0.15—0.18 gr. Němec (1932) on selvitellyt etenkin fosforilannoitteiden vaikutusta taimitarhassa kasvatettaviin kuusen taimiin. 4:ssä koesarjassa 7:stä superfosfaattilannoitus on edistänyt tainten kasvua, muissa kasvu oli jotakuinkin sama kuin lannoittamattomissa. Tämä johtui koekenttien maiden erilaisesta laadusta: fosforihappopitoisuudesta ja happamuudesta. Lannoitus ei vaikuta kasvuun, jos sitroonahappoon liukenevaa fosforihappoa on enemmän kuin 250 mgr 1 kg:ssa maata tai jos vaihtohappamuuden pH on alle 4.0 tai aktiivihappamuuden alle 5.0.

Koetaimitarhat.

Se osa Punkaharjun taimitarhaa, jota pääasiallisesti on kokeisiin käytetty, on perustettu v. 1924 entiseen hyvin lannoitettuun ja hoidettuun peltoon. Sen maasto on verraten tasaista, maalaji hienoa humusrikasta erittäin kuohkeaa hietaa, jonka alla n. 0.5—1.0 m:n syvyydessä on tiukkaan iskostunutta vettä huonosti läpäisevää hiesua. Liian veden poistamiseksi taimimaa on salaojitettu kiviojilla ja se on keinollista kastelua varten varustettu järvestä alkavalla painovesiputkistolla.

Maan lannoitukseen on käytetty kivennäislannoitteita, vähässä määrin myös karjanlantaa sisältävää kompostia sekä ajoittain myös pelkkiä kivennäislannoitteita, m. m. runsaasti tuhkaa. Vihantalan-

noituksia, joihin viime aikoina on suuressa määrin siirrytty, ei koeviljelyskohdissa ole käytetty ennenkuin kokeitten päätyttyä.

Koulitus- ja lannoituskokeita on tehty myös taimitarhan uudemmissa, vuosina 1927—1930 perustetuissa osissa, jotka on valmistettu pääasiallisesti raakaan maahan. Täällä maa on kivensekaista moreenia, osin samanlaista hietaa kuin vanhimmassa osassa. Tiivis jankko tavataan kaikkialla, keskimäärin 0.7 m:n syvyydessä.

Ruotsinkylän taimitarhan kokeisiin käytetty osa on tehty vuosina 1924—1927 entiseen peltoon, joka on ollut lopen uuvutettua sekä huonosti muokattua ja ojitettua. Maalaji on erittäin hiesurikasta kivetöntä moreenia. Maasto on verraten tasaista. Vanhin osa taimitarhaa on vain parikymmentä metriä leveä, jotakuinkin idästä länteen suuntautuva, pohjoisessa metsän ja etelässä kuusiaidan rajoittama kaistale. Maantien toisella puolella oleva osa, jossa vuoden 1935 kylvökokeet olivat, on aukeampaa, etelässä laajoihin peltoalueihin liittyvää. Osa lannoituskokeista on järjestetty verraten jyrkästi koilliseen viettävälle, hietarikkaalle rinteelle, joka, päinvastoin kuin edellä mainitut osat, ei ole salaojitettua. Taimitarhamaata on parannettu hevoslanta- ja väkilannoitekompostilla, hiekalla ja perusteellisella muokkauksella. Itsetoimivaa kastelulaitetta ei ole ollut. Välttämättömiin kasteluihin tarvittu vesi on saatu taimitarhassa olevista kaivoista.

Jotta kyseellisten taimitarhojen maanlaadun vertaamiseen olisi luotettavampaa perustaa, on kummankin taimitarhan maasta tehty mekaaniset ja kemialliset maa-analyysit. Edustava maanäyte niitä varten on saatu siten, että 15 sm:n syvyisestä pintamaasta on keskimäärin 1 m:n etäisyyksin otettu 10 kpl. n. 1 litran suuruista näytettä, jotka on sekoitettu keskenään.

Maa-analyysien tulokset ovat taulukossa 1. Vertailua varten siihen on otettu vastaavat tulokset tavallisesta 2 vuotta vanhasta taimitarhakompostista, jossa 1 m^3:iin hyvää korpimutaa on pantu 10 kg maanviljelyskalkkia, 4 kg thomaskuonaa ja 2 kg 40-prosenttista kalisuolaa.

Tuloksista näkyy, että Ruotsinkylän taimitarhan maa on paljon hienojakoisempaa, siis vettä enemmän pidättävää kuin Punkaharjun. Tätä maan hikevyyttä lisää vielä suurempi humuspitoisuus. Liukoisen fosforihapon, kalin ja kalkin määrät ovat taas Punkaharjun taimitarhamaassa korkeammat.

Vuoden lumellinen aika kestää Punkaharjulla tavallisesti joulukuun alkupuoliskosta huhtikuun loppuun. Ruotsinkylässä se on keskimäärin pari viikkoa lyhempi. Kesäkauden kuukautiset keski-

Taulukko 1. Maa-analyysien tulokset koetaimitarhojen maista. Kaikki määräykset ilmoitettu paino-osina ilmakuivasta näytteestä.

Tabelle 1. Bodenanalyse über den Baumschulboden. Alle Resultate sind für den lufttrockenen Boden berechnet.

Taimitarha *Pflanzgarten*	Mekaaninen kokoomus *Mechanische Zusammensetzung* %				Tot. N %	1-%:seen sitroonahappoon liukenevaa *In 1 % Zitronensäure löslich*		10 % HCl:oon liukenevaa *In 10 % HCl löslich*	Elektrodialyysi. Vaihtokykyisiä emäksiä *Elektrodialyse. Austauschfähige Basen*	Edellinen vastaa CaO, % *Vorhergehendes entspricht* CaO, %	Sähkönjohtokyky (Liuotussuhde 1 : 5) *Elektrische Leitung (Lösungsverhältnis 1 : 5)*	Hygroskooppinen H_2O, *Hygroskopisches* H_2O, %	Humus %	pH 18° H_2O (Liuotussuhde 1 : 2 ½) *(Lösungsverhältnis 1 : 2 ½)*
	Hiekkaa *Sand* 2—0.2 mm	Hietaa *Feinsand* 0.2—0.02 mm	Hiesua *Lehm* 0.02—0.002 mm	Savea *Ton* 0.002 mm		P_2O_5 %	K_2O %	%	mval/100 gr					
Punkaharju, pihataimitarha	23.7	64.5	9.1	2.7	0.27	0.064	0.013	0.47	12.1	0.34	64.6	1.72	7.62	6.65
Punkaharju, vanha taimitarha	24.9	64.7	7.1	3.3	0.24	0.082	0.017	0.53	12.1	0.34	115.0	1.54	8.16	6.90
Ruotsinkylä	17.9	43.7	28.9	9.5	0.33	0.021	0.012	0.24	6.5	0.18	44.7	2.45	11.05	5.65
Ruotsinkylän komposti *Komposterde*	—	—	—	—	1.94	0.090	0.038	2.33	(30.0)	(0.84)	468.0	7.49	53.05	6.65

Taulukko 2. Punkaharjun ja Ruotsinkylän kokeilualueiden kesäajan kuukautiset keskilämpötilat ja sademäärät.

Tabelle 2. Die mittleren Temperaturen und Niederschlagsmengen in den Sommermonaten an den Versuchsstationen Punkaharju und Ruotsinkylä.

Vuosi *Jahr*	V		VI		VII		VIII		XI		Kk. *Monat*	Vuosi *Jahr*
	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm
	Punkaharju											
1933	6.6	272	14.4	378	17.7	598	13.3	1 308	10.1	461	2.6	519
34	11.1	347	12.5	368	18.3	1 081	16.0	354	13.3	334	5.2	636
35	5.7	261	14.2	508	15.0	847	13.7	888	9.1	1 101	3.7	660
36	10.7	432	17.7	145	17.8	903	15.1	392	9.4	523	4.1	455
37	10.6	576	16.7	153	16.4	1 049	16.9	661	11.2	1 206	4.2	650
1927—1936	8.6	482	13.0	564	16.8	652	15.1	811	9.4	685	3.4	601
	Ruotsinkylä											
1933	7.0	270	15.0	127	16.9	587	13.1	1 196	10.0	330	3.6	517
34	10.3	461	13.6	283	16.9	1 189	15.5	562	13.0	623	5.9	702
35	6.3	189	14.3	625	15.5	589	13.7	1 067	9.1	1 085	4.5	818
36	9.6	1 186	17.6	378	17.8	670	14.8	511	9.1	541	4.9	663
37	11.3	333	16.3	192	16.9	1 228	17.2	375	11.0	1 147	5.0	700
1927—1936	8.6	608	13.2	449	16.7	812	14.6	911	9.4	702	4.2	717

lämpötilat ja sademäärät käyvät selville taulukosta 2, jossa olevat tiedot perustuvat kyseellisillä koeasemilla Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen toimesta tehtyihin havaintoihin. Havaintosarjat kohdistu-

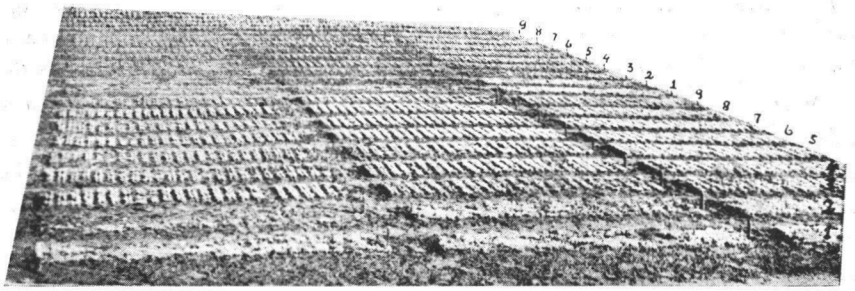
vat lähinnä niihin vuosiin, joina kokeet on suoritettu. Niihin liittyvät käytettävissä olevat pitempää aikaa koskevat keskiarvot.

Kesäkuu, joka taimien kasvatuksessa on useimmiten varsin ratkaiseva, on Punkaharjulla ollut poikkeuksellisen kuiva vuosina 1936 ja 1937 ja Ruotsinkylässä vuosina 1933 ja 1937. Kesistä 1934 ja 1935, jolloin suurin osa kokeista on suoritettu, edellisen kesäkuu on molemmilla koeasemilla ollut verraten kuiva, jälkimmäisen sateinen.

Kylvökokeet ja niiden tulokset.

Kokeiden suoritus.

Nämä kokeet ovat koskeneet eri kylvömenetelmiä, kylvöaikoja, siementen peittämistä, kylvösten ja pienien taimien kastelua, kylvösten ja taimien suojuspeitteitä, kitkemistä ja taimien routimista. Kysymysten selvittämiseksi on järjestetty mahdollisimman tasalaatuiseen taimitarhan osaan koesarjoja, joiden eri koeruudut eroavat viereisistä yhdessä, kulloinkin selvitettävänä olevassa suhteessa. Kunkin koeruudun koko on jotakuinkin poikkeuksetta ollut 1.0 × 3.0 m. Tällaista koesarjojen järjestämistä valaisevat kuvat 1 ja 2. Ne on otettu taimilavoista, joissa on ensikesäisiä kuusen taimia.



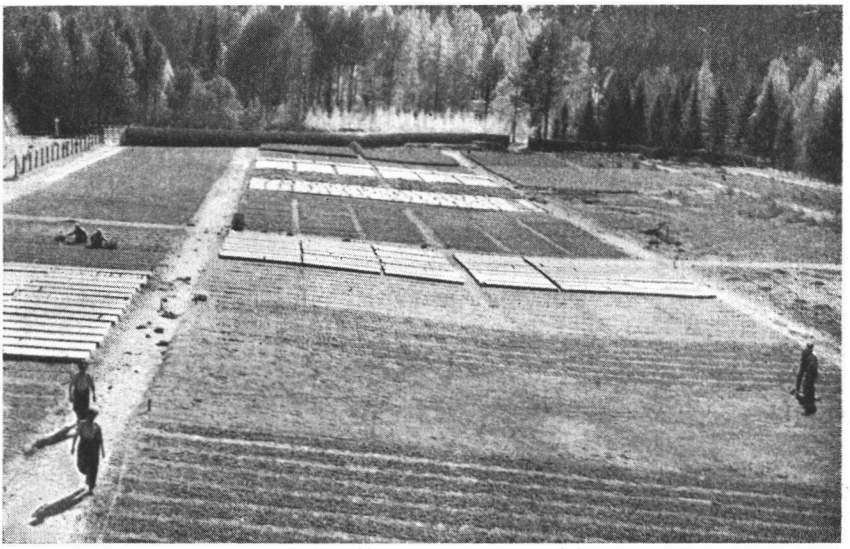
Kuva 1. Koekylvösten järjestelyä osoittava kuva. Kuusen siemen kylvetty 28/5 1935, valokuva otettu 20/9 1935. Punkaharjun kokeilualue. Numeroilla merkityt saman kylvöpenkin ruudut on käsitelty alempana luetellulla tavalla.

Abb. 1. Ein Teil der Saatversuche. Gesät mit Fichtensamen am 28. 5. 1935, Aufnahme vom 20. 9. 1935. Punkaharju. Eingehendere Erklärung unten.

a r. 1	Hajakylvö,	*Breitsaat*	siemeniä,	*Samen*	50	g/m²,	peittosyvyys,	*Samen bedeckt*	4	mm
» 2	»	»	»	»	25	»	»	»	4	»
» 3	Vakokylvö,	*Rillensaat*	»	»	4	g/m	»	»	16	»
» 4	»	»	»	»	4	»	»	»	12	»
» 5	»	»	»	»	4	»	»	»	8	»
» 6	»	»	»	»	4	»	»	»	2	»
» 7	»	»	»	»	6	»	»	»	4	»
» 8	»	»	»	»	4	»	»	»	4	»
» 9	»	»	»	»	2	»	»	»	4	»

9 ensimmäistä lavasarjaa suojattu kaihdinlaatikoilla, seuraavat 9 ilman suojusta.

Die 9 ersten Beetserien durch Schirmkasten beschattet, die anderen unbeschirmt.



Kuva 2. Vuoden 1935 kylvökokeiden sijainti Punkaharjun taimitarhassa. Kuva otettu 30/5 1935. Kuvan etuosassa kylvökset suojattu kaihdinlaatikoilla, edempänä pergamenttipaperilla (tämän ja edellisen välissä suojaamaton ala), kuusenhavuilla ja edelleen kaihdinlaatikoilla.

Abb. 2. Überblick über die Versuchssaaten in der Baumschule von Punkaharju. Die Aufnahme vom 30. 5. 1935, gleich nach den Aussaaten. Im Vordergrunde Schirmkästen, weiter entfernt mit Pergamentpapier, Fichtenzweigen und Schirmkästen beschattete Versuchsserien.

Vakokylvössä on, kuten kuvista näkyy, käytetty kylvölavojen poikki kulkevia parivakoja. Punkaharjulla vaot on tehty n. 1.5 sm:n päässä toisistaan olevilla tasapohjaisilla kaksoispienoilla varustetulla vakolaudalla, jonka kaksoispienaparien reunojen etäisyys on 10 sm. Ruotsinkylän kokeilualueessa on vakojen tekoon käytetty myös 1″ vahvuista kylvöpenkin leveyden pituista lautaa, jonka kapealla laidalla vaot on painettu kulloinkin kysymyksessä olevan syvyisiksi. Siemenet on kylvetty tällaiseen tasapohjaiseen vakoon tasaisesti sopivan muotoista lasipulloa käyttäen. Siementen ja vakojen peittämiseen on käytetty seulottua taimitarhamaata, joka on käsin ripoteltu vakoon ja jätetty tiivistämättä. Koivun siemenen peitteeksi on seulottu korkeintaan 1 mm:n vahvuinen tuhkakerros.

Niissä koekylvöissä, joissa kylväminen on toimitettu *Planet Junior*-kylvökoneella, kylvövaot ovat olleet kylvölavan pituussuunnassa ja yksittäin, keskimäärin 8 sm:n etäisyyksin. Kylvösyvyydet on määrätty vaon syvyyden asettajalla. — Vakokylvölavoista tulokset on laskettu kahdelta sellaiselta parivakometriltä, joiden on katsottu edustavan keskimäärää.

Hajakylvöissä kulloinkin kylvettäviksi tulleet siemenet on siroiteltu käsin tasaisesti hajalleen määräalalleen. Siemen on niissäkin pei-

tetty halutun vahvuisella maakerroksella, johon on käytetty seulottua taimitarhamultaa. — Hajakylvön tulokset on saatu sellaiselta 10 dm^2:n alalta, jossa kylvökset joka suhteessa näyttävät vastaavan keskimääriä.

Kastelun suhteen on huomattavaa, että kaikissa kokeissa kylvölavat on kasteltu perusteellisesti ennen kylvön toimittamista. Tämän jälkeen osa kylvöksistä ja syntyneistä taimista on jätetty kastelematta, toinen osa on kasteltu keskinkertaisesti ja kolmas runsaasti. Punkaharjulla, jossa kastelu on toimitettu painovesisuihkuilla, kahden viimeksimainitun asteen runsausero on jäänyt harkinnan varaan. Kastelua on kuitenkin toimitettu aina molemmissa tapauksissa samanaikaisesti. Kesän 1934 kohtalaisen sateisuuden takia Ruotsinkylän taimitarhassa ei annettu lisäkastelua niille koeruuduille, joissa oli määrätty käytettäväksi keskinkertaista kastelua. Runsaasti kasteltavat ruudut taas saivat keskimäärin viikon väliajoin 5 litraa vettä m^2:lle.

Kylvökokeissa on käytetty pääasiallisesti männyn ja kuusen, pienemmässä määrin koivun ja lehtikuusen siementä. Täydellisimpien koesarjojen kylvöajat olivat seuraavat: Punkaharjun taimitarhassa 1/6 1934 ja 27—29/5 1935 sekä Ruotsinkylän taimitarhassa 15/5 1934 ja 15—18/5 1935. Samaan sarjaan kuuluviin kylvökokeisiin on käytetty aina samaa siementä.

Kylvösten ja taimien suojuksina käytetyt kaihdinlaatikot ovat n. 85 sm leveitä eli hiukan kylvölavaa leveämpiä sekä keskimäärin 3 m pitkiä. Niiden umpinaiset sivut on tehty 1″ × 3″ (4″) laudasta. Tämän kehyksen poikki naulatut ohuet rimat tai päreet ovat 2″ leveitä ja niiden väliin jäävät raot keskimäärin 1.5 sm. Sen jälkeen kun siemenet ovat itäneet ja suurin osa sirkkataimista on noussut maan pinnalle, laatikot on kohotettu jonkin verran maasta. Ne on poistettu tavallisesti kesä- ja heinäkuun vaihteessa. Havupeitteeksi on käytetty kohtalaisen vahva kerros tuoreita kuusen oksia, joita on vähennetty sitä mukaa kuin taimia on syntynyt. Pergamenttipeite on verraten vahvaa pergamenttipaperia (n:o 4). Sen reunojen alle ja päälle on asetettu rimat ja näiden tueksi poikkilaudat painokivineen.

Taimien varsilla tässä tutkimuksessa tarkoitetaan, ellei toisin mainita, taimen kaikkia maanpäällisiä osia, runkoa, oksia, neulasia ja lehtiä.

Kylvöajat.

Vertailtaessa keskenään syys- ja kevätkylvöjä, joissa on käytetty kaikissa suhteissa samanlaisia yleisiä kylvötapoja, m. m. vakokylvöä ja kaihdinlaatikkosuojustusta, on saatu seuraavat tulokset syyskuussa 1935 toimitetussa tarkastuksessa. Juurien ja varsien keskipituutta koskevat mittaukset on tehty 50 keskilaatua edustavasta taimesta. Punnitustulokset tarkoittavat 1-kesäisten taimien tuorepainoa.

Taulukko 3. Syys- ja kevätkylvöjen tuloksia.

Tabelle 3. Ergebnisse über die Herbst- und Frühjahrssaaten.

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Kylvöaika *Saatzeit*	Taimia parivakometrillä, kpl. *Sämlinge, St./lm*	200 taimen paino, gr *Gewicht von 200 Sämlingen, g*	Keskipituus, sm *Mittl. Länge, cm*	
					Varsien *Stämmchen*	Juurten *Wurzeln*
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	$^{16}/_{10}$ 34	20			
»	»	$^{6}/_{6}$ 35	614			
»	Mänty *Kiefer*	$^{16}/_{10}$ 34	2			
»	»	$^{6}/_{6}$ 35	1 078			
»	Koivu *Birke*	$^{16}/_{10}$ 34	6			
»	»	$^{6}/_{6}$ 35	168			
»	Siperial. lehtikuusi *Sibir. Lärche*	$^{16}/_{10}$ 34	79	135	6.8	11.8
»	»	$^{6}/_{6}$ 35	74	54	3.3	7.1
Ruotsinkylä	Kuusi *Fichte*	$^{10}/_{10}$ 34	144	30	3.1	7.7
»	»	$^{21}/_{5}$ 35	650	30	3.0	7.8
»	Mänty *Kiefer*	$^{10}/_{10}$ 34	91	91	3.3	9.1
»	»	$^{21}/_{5}$ 35	578	46	2.8	10.0
»	Koivu *Birke*	$^{10}/_{10}$ 34	12			
»	»	$^{21}/_{5}$ 35	42			
»	Siperial. lehtikuusi *Sibir. Lärche*	$^{10}/_{10}$ 34	41	195	2.4	13.0
»	»	$^{21}/_{5}$ 35	54	98	1.9	10.7

Syyskylvöstä on siis kuuselle, männylle ja koivulle saatu mitättömän vähän taimia. Kevätkylvön tuloksiin verraten syyskylvöä voidaankin pitää täysin epäonnistuneena. Lehtikuusi sitävastoin on molemmissa taimitarhoissa antanut kummastakin kylvömenetelmästä suurin piirtein saman taimimäärän. Syyskylvön edut tälle puulajille ilmenevät taimien koossa; syyskylvön taimet ovat olleet ainakin kaksi kertaa painavammat kuin seuraavan kevään kylvöstä syntyneet.

Edellä mainittuun syyskylvön männylle, kuuselle ja koivulle antamaan heikkoon tulokseen lienevät vaikuttaneet pääasiallisesti keväällä sattuneet routimisvahingot. Lehtikuusi, jonka siemenet itävät hitaammin, säilyy tuhoilta huomattavasti paremmin. Syys-

kylvöksen tulos riippuukin ratkaisevasti syksyn ja kevään sääsuhteista. Parista aikaisemmasta koivun syyskylvöstä Punkaharjun taimitarhassa on saatu jotakuinkin yhtä suuri taimiluku kuin vastaavasta kevätkylvöstä. Tuloksen epävarmuuden takia syyskylvöä kuitenkaan ei voida suositella muille puulajeille kuin lehtikuuselle.

Keväällä tavalliseen aikaan toimitetun kylvön tuloksiin on verrattu myös suhteellisen myöhään kesällä toimitettua kylvöä. Viimeksimainittu, jossa käytettiin kuusen siementä, toimitettiin Punkaharjun taimitarhaan 13/7 1934. Kylvöön käytettiin *Planet Junior*-konetta ja hoidettiin kylvökset molemmissa tapauksissa samalla tavalla. Seuraavana keväänä 5/6 1935 toimitetussa tarkastuksessa saatiin taimien luku kymmenellä kummassakin tapauksessa samalla tavalla määrätyllä vakometrillä kevätkylvössä keskimäärin 134:ksi ja syyskylvössä 148:ksi. Kun siemenmäärä vakometrille oli edellisessä 1.8 ja jälkimmäisessä 2.6 gr, saatiin aikaisemmasta kylvöstä 100 gr kohden siemeniä n. 7 400 tainta ja myöhemmästä n. 5 700 tainta, edellisten painon ollessa 200 tuoretta tainta kohden 54 gr ja jälkimmäisten 22 gr sekä vastaavien varren keskipituuksien 4.2 ja 3.4 sm. Kesän 1935 aikana ei taimimäärien suhteessa tapahtunut mitään nähtäviä muutoksia. Ahtaammasta tilastaan huolimatta kevätkylvön taimet olivat syksyllä 1935 paljon kookkaampia, kuten käy selville seuraavasta asetelmasta:

	Taimien paino gr/200 kpl.	Varsien keskipituus, sm	Juurien keskipituus, sm
Kylvö 31/5 34	360	12.0	19.2
» 13/7 34	165	9.2	10.7

Kylvöjen toimittaminen kovin myöhään ei tästä päättäen saisi tulla kysymykseen.

Edellä selostettujen kokeiden tulokset oikeuttavat seuraavien päätelmien tekoon: Männylle, kuuselle ja koivulle soveltuvat parhaiten kevätkylvöt, lehtikuuselle syyskylvö. Syyskylvö epäonnistuu ensiksimainituilla puulajeilla toisinaan täydellisesti ja kesäkylvö antaa suhteellisesti vähemmän ja pienempiä taimia kuin kevätkylvö. Syyskylvön edut lehtikuuselle ilmenevät pääasiallisesti siinä, että taimet ovat huomattavasti voimakkaampia.

Kylvömäärät.

Kokeissa on männyn ja kuusen siemeniä käytetty vakokylvössä 6, 4 ja 2 gr:n parivakometrille (vm) ja hajakylvössä v. 1934 150, 100 ja 50 siementä dm^2:lle sekä v. 1935 50 ja 25 gr m^2:lle. Kun siemenet

painavat keskimäärin 4 gr/1 000 kpl., vastaavat edellä mainitut kylvömäärät seuraavia siemenlukuja:

6 gr/vm	— 1 500 kpl./vm		150 kpl./dm²	— 15 000	kpl./m²
4 »	— 1 000 »		100 »	— 10 000	»
2 »	— 500 »		50 »	— 5 000	»
			50 gr/m²	— 12 500	kpl./m²
			25 »	— 6 250	»

Taulukko 4. Eri kylvötiheyksistä saadut 1-kesäisten taimien määrät.

Tabelle 4. Die Anzahl der 1jährigen Sämlinge nach den verschiedenen Saatmengen.

Taimitarha *Baumschule*	Vuosi *Jahr*	Puulaji *Holzart*	Kylvötapa *Saatweise*	Mitta-yksikkö *Masseinheit*	Kylvömäärä mitta-yksikölle *Saatmenge je Masseinheit*	Taimia, kpl. *Sämlinge. St.* mitta-yksiköllä *je Masseinheit*	Taimia, kpl. *Sämlinge. St.* 100 siementä kohden *je 100 Samen*	Koeruutuja, kpl. *Probeparzellen, St.*
Punkaharju	1934	Kuusi *Fichte*	Vakokylvö *Rillensaat*	1 vm *1 Rillenmeter (Rm)*	6 gr g	246	16	8
»	»	»	»	»	4 »	208	21	»
»	»	»	»	»	2 »	126	25	»
Ruotsinkylä	»	»	»	»	6 »	457	30	4
»	»	»	»	»	4 »	388	39	»
»	»	»	»	»	2 »	183	37	»
Punkaharju	»	Mänty *Kiefer*	»	»	6 »	326	22	8
»	»	»	»	»	4 »	281	28	»
»	»	»	»	»	2 »	190	38	»
»	1935	Kuusi *Fichte*	»	»	6 »	240	16	12
»	»	»	»	»	4 »	181	18	»
»	»	»	»	»	2 »	106	21	»
Ruotsinkylä	»	»	»	»	6 »	670	45	»
»	»	»	»	»	4 »	331	33	»
»	»	»	»	»	2 »	219	44	»
Punkaharju	»	Mänty *Kiefer*	»	»	6 »	427	28	»
»	»	»	»	»	4 »	289	29	»
»	»	»	»	»	2 »	186	37	»
Ruotsinkylä	»	»	»	»	6 »	838	56	9
»	»	»	»	»	4 »	452	45	»
»	»	»	»	»	2 »	390	78	»
Punkaharju	1934	Kuusi *Fichte*	Hajakylvö *Breitsaat*	10 dm²	150 kpl. St.	256	17	8
»	»	»	»	»	100 »	214	21	»
»	»	»	»	»	50 »	140	28	»
Ruotsinkylä	»	»	»	»	100 »	465	47	4
»	»	»	»	»	50 »	252	50	»
Punkaharju	»	Mänty *Kiefer*	»	»	150 »	465	31	8

Taulukko 4 (jatkoa)
Tabelle 4 (Forts.)

Taimitarha *Baumschule*	Vuosi *Jahr*	Puulaji *Holzart*	Kylvötapa *Saatweise*	Mitta-yksikkö *Masseinheit*	Kylvömäärä mitta-yksikölle *Saatmenge je Masseinheit*	Taimia, kpl. *Sämlinge, St.* mitta-yksiköllä *je Masseinheit*	Taimia, kpl. *Sämlinge, St.* 100 siementä kohden *je 100 Samen*	Koeruutuja, kpl. *Probeparzellen, St.*
Punkaharju	1934	Mänty	Hajakylvö	10 dm²	100 kpl. St.	274	27	8
»	»	*Kiefer*	*Breitsaat*	»	50 »	160	32	»
»	1935	Kuusi	»	»	50 gr	195	16	15
		Fichte						
»	»	»	»	»	25 »	133	21	15
Ruotsinkylä	»	»	»	»	50 »	548	44	12
»	»	»	»	»	25 »	316	51	»
Punkaharju	»	Mänty	»	»	50 »	392	31	15
		Kiefer						
»	»	»	»	»	25 »	195	31	»
Ruotsinkylä	»	»	»	»	50 »	758	61	12
»	»	»	»	»	25 »	459	73	»

Taulukosta 4 käy selville eri tiheistä kylvöistä saatujen 1-kesäisten kuusen ja männyn taimien luku. Taimien absoluuttisia määriä mittayksikölle osoittavien lukujen ohella siinä on myös kylvöistä saatu taimiprosentti, jolla tässä tarkoitetaan 100:aa kylvettyä siementä kohden saatua keskimääräistä taimilukua.

Taulukossa olevat tulosluvut osoittavat, että kuta suurempi kylvömäärä on, sitä suurempi taimiluku on saatu mittayksikölle, vakokylvössä vakometrille ja hajakylvössä dm²:lle. Taimiluku ei kuitenkaan lisäänny samassa suhteessa kuin kylvömäärä: useimmissa tapauksissa taimiprosentti on harvemmissa kylvöksissä suurempi kuin tiheämmissä. Näin on asian laita etenkin vakokylvössä, joissa siemenet ja pikkutaimet joutuvat verraten ahtaaseen tilaan. Hajakylvöissä sitävastoin taimiprosentti ei vaihtele läheskään aina kylvöksen tiheyden mukaan, vaan pysyy verraten usein jotakuinkin samana.

Eri tiheistä kylvöistä ja eri kylvötapoja käyttäen syntyneiden taimien kokoa valaisevat taulukot 5 a ja 5 b. Ne osoittavat, että tiheämmät kylvöt suurempine taimitiheyksineen antavat yleensä pienempiä taimia kuin harvemmat. Tämä ero ei aina ole huomattavissa vielä 1-kesäisissä kuusen taimissa, mutta kyllä 2-kesäisissä. Mänty reagoi tässä suhteessa tiheysasteelle herkemmin. Väljemmästä kasvutilasta näyttää hyötyvän suhteellisesti eniten juuristo, jonka painon osuus taimien koko painosta useimmiten kohoaa harvuuden mukana. Tämä juuriston suhteellinen painolisäys johtuu, kuten taulukon 5 b:n

luvuista käy päätteleminen, juuriston laajentumisesta ulospäin. Hajakylvön edullisuus vakokylvöön verraten aiheutunee myös lähinnä tästä seikasta.

Taulukko 5 a. Eri tiheistä kylvöistä syntyneiden kuusen ja männyn taimien koko.

Tabelle 5 a. Die Grösse der Fichten- und Kiefernsämlinge, aus den verschieden dichten Aussaaten hervorgegangen.

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Kasvukausi *Wachstumszeit*	Taimien ikä, kesää *Alter der Sämlingen, Sommer*	Kylvömäärä *Saatmenge*	Taimia mittayksikölä *Sämlinge je Massenheit*	200 taimen paino, gr *Gewicht von 200 Sämlingen, g*			Juurien paino % koko painosta *Gewicht der Wurzeln in % des Gesamtgewichtes*	Taimet punnittu *Sämlinge gewogen*
						Varsi *Stämmchen*	Juuret *Wurzeln*	Σ		
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	1934	1	6 gr/vm, Rm	300	16.79	5.66	22.45	25	Tuoreina *Frisch*
»	»	»	1	4 »	260	9.70	4.19	13.89	30	»
»	»	»	1	2 »	228	11.15	6.70	17.85	38	»
»	Mänty *Kiefer*	»	1	6 »	518	30.78	7.85	38.63	20	»
»	»	»	1	4 »	305	47.85	12.15	60.00	20	»
»	»	»	1	2 »	241	70.30	22.50	92.80	24	»
»	Kuusi *Fichte*	»	1	150 kpl./dm² St./dm²	292	14.80	5.40	20.20	27	»
»	»	»	1	100 »	218	16.83	11.51	28.34	41	»
»	»	»	1	50 »	127	13.95	8.70	22.65	39	»
»	Mänty *Kiefer*	»	1	150 »	750	25.78	8.65	34.43	25	»
»	»	»	1	100 »	405	51.66	14.51	66.17	22	»
»	»	»	1	50 »	190	45.74	18.10	63.84	28	»
Ruotsinkylä	Kuusi *Fichte*	1935	1	50 gr/m²	—	4.68	2.77	7.45	37	Puolikuivina *Halbtrocken*
»	»	»	1	25 »	—	5.58	3.15	8.73	36	»
»	»	1935, 1936	2	6 gr/vm, Rm	—	—	—	18.35	—	Kuivina *Trocken*
»	»	»	2	4 »	—	—	—	43.00	—	»
»	»	»	2	2 »	—	—	—	38.70	—	»
»	Mänty *Kiefer*	»	2	6 »	—	—	—	51.73	—	»
»	»	»	2	2 »	—	—	—	99.94	—	»
»	Kuusi *Fichte*	»	2	50 gr/m²	—	—	—	26.15	—	»
»	»	»	2	25 »	—	—	—	37.20	—	»
»	Mänty *Kiefer*	»	2	50 »	—	—	—	60.12	—	»
»	»	»	2	25 »	—	—	—	90.94	—	»

Taulukko 5 b. Eri tiheistä kylvöistä syntyneiden kuusen ja männyn taimien koko.

Tabelle 5 b. Die Grösse der Fichten- und Kiefernsämlinge, aus den verschieden dichten Aussaaten hervorgegangen.

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Kasvukausi *Wachstumszeit*	Taimien ikä, kesää *Alter der Sämlinge, Sommer*	Kylvömäärä *Saatmenge*	200 taimen paino, gr *Gewicht von 200 Sämlingen, g*	50 taimen keskipituus, sm *Mittl. Länge (cm) der* Varsi *Stämmchen*	Juuret *Wurzeln*	Juurien pituus % varren pituudesta *Länge der Wurzeln in % der Stengellänge*	Taimet punnittu *Sämlinge gewogen*
Ruotsinkylä	Mänty *Kiefer*	1935	1	6 gr/vm	35	3.3	11.4	345	Tuoreena *Frisch*
»	»	»	1	2 »	64	3.6	11.2	311	»
»	»	»	1	50 gr/m²	46	3.4	11.2	329	»
»	»	»	1	25 »	43	3.2	10.4	325	»
»	Kuusi *Fichte*	1934, 35	2	6 gr/vm	92	5.0	13.8	276	»
»	»	»	»	4 »	108	6.0	16.4	273	»
»	»	»	»	2 »	168	7.9	16.9	214	»
»	Mänty *Kiefer*	»	»	50 gr/m²	90	4.8	13.2	275	»
»	»	»	»	25 »	180	7.6	16.8	221	»

Jos tahdotaan saada riittävän vahvoja ja hyväjuuristoisia taimia, näyttää edellisen perusteella sopivin kylvömäärä männylle olevan n. 2 gr vakometrille (mieluimmin parivakometrille) ja korkeintaan 20 gr/m² hajakylvössä, olettaen, että käytetyistä siemenistä itää n. 80 %. Aarin alaa kohden taimitarhamaata tämä vastaa n. 1.2 kg vako- ja n. 1.5 kg hajakylvössä. Kuusen siementä voidaan kylvää vähän enemmän eli n. 3 gr vakometrille ja 25 gr/m², mikä vastaa n. 1.8 kg ja n. 2.0 kg aarille.

Siementen peittosyvyys.

Eräässä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta v. 1929 suoritetussa astiakokeessa, jossa siementen peittämiseen käytettiin eri vahvuisia hietakerroksia, maan pinnalle kohosi seuraavat määrät sirkkataimia, laskettuna sadanneksissa itävien siementen määrästä (taimi-%):

Hietakerroksen ollessa — *Bedeckungstiefe*	2	5	10	15	20 mm
Kuusi — *Fichte*	75	71	53	44	39 %
Mänty — *Kiefer*	87	—	—	—	54 »
Siperial. lehtikuusi — *Sibir. Lärche*	67	51	44	15	0 »

Tässä tapauksessa siis 2 mm:n vahvuinen hietakerros on ollut kyseellisten puulajien itämiselle edullisin. Suhteellisesti haitallisin sitä vahvempi peitto on ollut lehtikuuselle.

Syvän multauksen epäedullisuutta männyn ja kuusen kylvöksille osoittaa myös eräs Punkaharjun taimitarhassa kesällä 1934 tehty kylvökoe, jossa kylvämiseen käytettiin *Planet Junior*-konetta ja kylvökset suojattiin kaihdinlaatikoilla. Yhtä kylvövakometriä kohden oli kylvövuoden syksynä taimia keskimäärin eri peittosyvyyttä käytettäessä:

Peittosyvyys — *Bedeckungstiefe*	0	1	2	3	4	5	astetta-*Grad*
Mänty — *Kiefer*	194	205	247	169	103	0	» »
Kuusi — *Fichte*	108	85	199	170	109	18	» »

Edullisin tulos kummallekin puulajille on saatu kylvösyvyyttä 2 käytettäessä.

Näitä havaintoja täydentävät taulukkoon 6 otettujen koesarjojen tulokset, jotka on saatu käytettäessä kylvömäärää 4 gr/vm. Niistä näkyy, että Ruotsinkylän taimitarhassa molempina koekesinä sekä kuusen että männyn kylvöksien tulos on sitä parempi, kuta matalampaan siemen on peitetty. V. 1934 on 8 mm syvään peitetyistä kuusen siemenistä saatu keskimäärin vain 62 % 2 mm:n syvyyteen mullatun siemenen vastaavasta taimimäärästä. V. 1935 vastaava luku on 86 % ja 16 mm:n syvyyteen peitetyn 69 % sekä männyn näihin verrattavat luvut 94 ja 42 %. Tätä tulosta vahvistavat yksityisetkin tulossarjat, joista vain aniharva osoittaa suurempaa poikkeusta keskiarvon suunnasta. Tämän kanssa sopivat hyvin yhteen myös Punkaharjun taimitarhan vuoden 1935 havaintosarjojen keskiarvot niin kuusen kuin männyn osalta. Kuusen yksityisissä sarjoissa on kuitenkin tavallista enemmän poikkeamia.

Aivan poikkeuksellinen on Punkaharjun taimitarhan kuusta koskeva tulos vuodelta 1934, jonka keskiarvo osoittaa, että taimien luku lisääntyy peitekerroksen vahvetessa. Yksityisten sarjojen vaihtelu alentaa kuitenkin tuloksen kantavuutta, samoin kuin vastaavan mäntyä koskevan keskiarvonkin, joka, kuten huomataan, sitäpaitsi ei osoita varmaa suuntaa. Eniten yhdenmukaisia ovat ne tätä vuotta koskevat sarjat, jotka on saatu suojuspeitteettä jätetyistä kylvöksistä. Niissä nimittäin on huomattavissa taimien säännöllinen lisääntyminen siementen peittosyvyyden mukana. Tästä voi tehdä sen johtopäätöksen, että sellaisessa kuivumiselle alttiissa hiekkapitoisessa taimitarhamaassa kuin Punkaharjun, on varmempaa mullata

siemenet jonkin verran syvempään, etenkin kysymyksen ollessa kuusen siemenestä ja ilman suojuspeitettä jäävistä kylvöksistä.

Tässä yhteydessä sopii myös mainita, että samana kesänä Ruotsinkylän taimitarhaan järjestettiin pieni koekylvö, jossa samoja kuusen siemeniä kylvettiin a) maan pinnalle, johon ne jäivät peittämättä, b) kuten edellisessä, mutta siemenet käsiteltiin kuivalla mönjällä ja c) siemenet mullattiin 4 mm:n syvyyteen. Kylvöksille ei käytetty suojuspeitteitä. Tuloksena oli, että syksyllä kohdassa a) oli 2 parivakometrillä keskimäärin 302 tainta, kohdassa b) 666 ja kohdassa c) 944 tainta. Siementen kohtalainen peittäminen edisti näin ollen taimien syntyä, ja lisäksi huomataan, että m. m. Saksassa yleisesti käytetty siementen käsittely mönjällä on myös eduksi ainakin siinä tapauksessa, että siemenet ovat näkyvissä maan pinnalla ja kylvöksiä ei suojata suojuspeitteillä. Syvemmän multauksen tarpeellisuutta ilman suojuspeitettä oleville kylvöksille osoittavat myös seuraavat mainittuun taimitarhaan kesällä 1935 järjestettyjen männyn kylvökokeitten tulokset:

	1-kesäisiä taimia parivakometrillä, kpl.		
	Runsas kastelu	Keskinkertainen kastelu	Ei kasteltu
Multaussyvyys 2 mm	420	498	672
» 8 »	1 380	2 193	1 601

Tunnettua on hiukankin vahvemman peitteen tuhoisuus koivun kylvöksille. Parhaat tulokset Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen taimitarhoissa on tämän puulajin kylvöksistä saatu, jos siemen on kylvetty mahdollisimman mataliin kylvövakoihin sen jälkeen kun maa on perusteellisesti kasteltu ja siemenen päälle on tämän jälkeen seulottu n. 0.5 mm:n vahvuinen tuhkakerros. Kylvösten suojaksi on varminta asettaa suojuspeitteet, mieluimmin kaihdinlaatikot.

Edellä sanotusta on käynyt selville, että tavallisimmin, ja etenkin suojuspeitteitä käytettäessä, suhteellisesti suurin määrä taimia saadaan männyn ja kuusen siemenistä, jos siemenet mullataan vain nimeksi eli parin mm:n syvyyteen ja koivun siemenistä jos ne peitetään n. 0.5 mm:n vahvalla tuhkakerroksella. Poikkeuksellisen kuivana kesänä saadaan kuitenkin kuivumiselle alttiissa taimitarhassa, etenkin jos kylvöksiä ei ole tarkoitus varustaa suojuspeitteillä, paras tulos, jos männyn ja kuusen siemenet mullataan hiukan syvempään eli n. 8 mm:n syvälle.

Kylvösten kastelu.

Kylvösten kastelun vaikutusta 1-kesäisten männyn ja kuusen taimien lukumäärään valaisee taulukko 7. Sen ja taulukon 6 yksi-

tyisten tulossarjojen perusteella käy päätteleminen, että kastelun seuraukset eivät ole aina samansuuntaiset ja ehdottomasti edulliset. Sen edullisuus huomataan selvimmin ja varmimmin Punkaharjun kuivahkon kesän 1935 kokeissa, jonka yksityiset sarjat (paria pientä poikkeusta lukuunottamatta) ja sarjojen keskiarvot osoittavat taimien lukumäärän kohoavan kastelun vaikutuksesta ja runsaan kastelun olevan tässä suhteessa edullisemman kuin ns. keskinkertaisen. Suhteellisesti eniten — lähes 50 % — kastelu on lisännyt kuusen taimien lukua, vastaavan lisäyksen tehdessä männyn taimille 24 %. Kuta ohuempaan siemenet on mullattu, suhteellisesti sitä edullisempi näyttää kastelun vaikutus olevan. Ruotsinkylän taimitarhassa tämän kesän männyn taimien keskiarvoluvut sopivat hyvin edellä mainittuihin tuloksiin, mutta yksityiset sarjat poikkeavat niistä siksi usein, että tuloksen voidaan katsoa johtuvan sattumasta. Hiukan varmemmalta näyttää kuusta koskeva vastaava tulos, jonka mukaan runsas kastelu Ruotsinkylän taimitarhassa on alentanut kuusen taimien lukua.

Taulukko 6. Siementen peittosyvyyden vaikutus kylvöistä saatujen 1-kesäisten taimien lukumäärään.

Tabelle 6. Der Einfluss der Bedeckungstiefe der Samen auf die Anzahl der einen Sommer alten Sämlinge.

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Vuosi *Jahr*	Kasteltu *Bewässert*	Suojuspeite *Beschirmung*	Taimia parivakometrillä, kpl., multaussyvyyden ollessa mm *Sämlinge je Paarmeter, St., bei einer Bedeckungstiefe von mm*				
					2	4	8	12	16
Ruotsinkylä	Kuusi *Fichte*	1934	Ei — *Nicht*	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	821	902	369		
»	»	»	»	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	980	849	374		
»	»	»	»	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	921	879	750		
»	»	»	»	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	745	667	640		
				Σ	3 467	3 297	2 133		
				%	100	95	62		
Ruotsinkylä	»	1935	Runsaasti *Reichlich*	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	754		599	425	391
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	794		677	666	479
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	546		611	483	373
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	543		449	420	307
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	743		572	641	346
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	740		508	482	564
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	635		612	435	670

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Vuosi *Jahr*	Kasteltu *Bewässert*	Suojuspeite *Beschirmung*	Taimia parivakometrillä, kpl., multaussyvyyden ollessa mm *Sämlinge je Paarmeter, St., bei einer Bedeckungstiefe von mm*				
					2	4	8	12	16
Ruotsinkylä	Kuusi *Fichte*	1935	Ei — *Nicht*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	633		614	587	512
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	751		589	559	529
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	793		731	663	633
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	784		675	636	517
				Σ	7 716		6 637	5 997	5 321
				%	100		86	77	69
Ruotsinkylä	Mänty *Kiefer*	1935	Runsaasti *Reichlich*	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	1 974		1 241	528	330
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	792		1 518	852	708
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	1 515		1 038	765	339
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	1 413		885	822	600
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	1 257		1 050	906	723
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	1 200		1 500	834	612
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	933		885	618	162
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	621		990	348	213
				Σ	9 705		9 107	5 673	3 687
				%	100		94	58	42
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	1934	Keskink. *Mittelmässig*	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	217	213	271		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	143	223	406		
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	529	608	610		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	595	336	502		
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	413	563	366		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	522	287	649		
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	316	438	614		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	211	387	507		
				Σ	2 946	3 055	3 925		
				%	100	103	133		
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	1935	Runsaasti *Reichlich*	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	599		670	486	441
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	786		588	664	328
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	309		302	211	369
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	394		362	332	171
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	574		302	434	171
»	»	»	Ei— *Nicht*	»	399		312	356	319

Taulukko 6 (jatkoa).
Tabelle 6 (Forts.)

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Vuosi *Jahr*	Kasteltu *Bewässert*	Suojuspeite *Beschirmung*	Taimia parivakometrillä, kpl., multaussyvyyden ollessa mm *Sämlinge je Paarmeter, St., bei einer Bedeckungstiefe von mm*				
					2	4	8	12	16
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	1935	Runsaasti *Reichlich*	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	417		372	160	223
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	174		148	184	65
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	173		150	137	65
				Σ	3 825		3 206	2 964	2 152
				%	100		84	77	56
Punkaharju	Mänty *Kiefer*	1934	Keskink. *Mittelmässig*	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	221	310	207		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	333	358	414		
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	437	503	334		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	759	645	746		
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	480	510	303		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	576	525	450		
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	315	357	392		
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	496	580	669		
				Σ	3 617	3 788	3 515		
				%	100	105	97		
Punkaharju	Mänty *Kiefer*	1935	Runsaasti *Reichlich*	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	1 270		933	1 038	462
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	1 102		654	872	498
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	1 079		671	526	397
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	636		621	547	63
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	691		711	605	103
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	403		377	530	87
»	»	»	Runsaasti *Reichlich*	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	491		396	526	466
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	395		431	560	364
»	»	»	Ei — *Nicht*	»	479		506	449	505
				Σ	6 546		5 300	5 653	2 945
				%	100		82	88	45

Taulukko 7. Kylvösten kastelun vaikutus 1-kesäisten taimien lukumäärään.

Tabelle 7. Der Einfluss der Bewässerung auf die Anzahl der einen Sommer alten Pflanzen.

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Vuosi *Jahr*	Kasteltu *Bewässert*	Taimia parivakometrillä, kpl., multasyvyyden ollessa mm *Sämlinge je Paarmeter, St., bei einer Bedeckungshöhe von mm*					Σ Kpl. *St.*	%
				2	4	8	12	16		
Ruotsinkylä	Kuusi *Fichte*	1935	Runsaasti *Reichlich*	697		536	472	448	2 153	85
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	741		648	601	532	2 522	100
»	»	»	Ei — *Nicht*	654		833	569	467	2 523	100
Ruotsinkylä	Mänty *Kiefer*	1935	Runsaasti *Reichlich*	1 563		1 123	709	427	3 822	130
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	1 046		991	764	490	3 291	112
»	»	»	Ei — *Nicht*	807		1 125	579	438	2 949	100
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	1934	Keskink. *Mittelmässig*	369	456	465			1 290	109
»	»	»	Ei — *Nicht*	368	308	516			1 192	100
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	1935	Runsaasti *Reichlich*	470		468	326	278	1 542	149
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	511		346	421	188	1 466	142
»	»	»	Ei — *Nicht*	293		255	235	251	1 034	100
Punkaharju	Mänty *Kiefer*	1934	Keskink. *Mittelmässig*	363	420	309			1 092	67
»	»	»	Ei — *Nicht*	541	527	570			1 638	100
Punkaharju	Mänty *Kiefer*	1935	Runsaasti *Reichlich*	799		650	704	330	2 483	124
»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	729		599	679	322	2 329	116
»	»	»	Ei — *Nicht*	654		518	502	329	2 003	100

Mitä tulee näin todettuun kastelun haitallisuuteen, on sitä lähinnä odotettavissa sellaisissa hikevissä taimitarhoissa kuin Ruotsinkylän etenkin runsassateisina kesinä. Tämän taimitarhan epäedulliseen tulokseen on ehkä osaltaan vaikuttanut myös kasteluun vähemmän sopiva vesi. Sateisena kesänä kastelu voi olla hiekkapitoisessakin taimitarhassa haitaksi. Tämä on selitettävissä joko siten, että kasteltu maa on ollut liian märkää tai siten että painovesikastelu, jossa maahan tulevat vesipisarat ovat verraten suuret, tuhoaa jonkin verran heikkoja sirkkataimia.

Tutkimuksen yhteydessä on myös selvitelty kastelun vaikutusta 1-kesäisten männyn ja kuusen taimien kokoon. Taulukosta 8, jossa on tätä koskevia tuloksia, näkyy, että kasteltujen taimien maanpäällinen osa on kaikissa sarjoissa huomattavasti pitempi kuin niiden taimien, joita ei ole kasteltu, sekä että taimien varren pituus on sitä suurempi, kuta runsaammin taimia on kasteltu. Samoin on kastelemattomien taimien koko paino aina pienempi kuin kasteltujen, jopa niin, että edellisten paino epäedullisimmassa tapauksessa on vain 50 % jälkimmäisten painosta. Tämä paino ei kohoa kastelun lisääntyessä, vaan useimmiten alenee. Samoin runsaammin kasteltujen taimien juuret ovat useimmiten lyhemmät kuin keskinkertaisesti kasteltujen ja niiden suhteellinen pituus verrattuna varren pituuteen myös pienempi. Tuloksien luotettavuutta häiritsee useissa koesarjoissa taimien erilainen tiheys.

Taulukko 8. Kylvösten kastelun vaikutus 1-kesäisten taimien kokoon.

Tabelle 8. Der Einfluss der Bewässerung auf die Grösse der einen Sommer alten Pflanzen.

Taimitarha *Baumschule*	Puulaji *Holzart*	Kylvöaika *Saatzeit*	Suojuspeitto *Beschirmung*	Kasteltu *Bewässert*	Taimien ikä, kesää *Alter der Pflanzen, Sommer*	200 taimen paino, gr *Gewicht von 200 Pflanzen, g*	50 taimen keskipituus, sm *Mittl. Länge der Pflanzen, cm*		Juuri % varren pituudesta *Wurzel % der Stämmchenlänge*	Kahdella parivakometrillä taimia, kpl. *Pflanzen je 2 Doppelrutenmeter*
							Varsi *Stämmchen*	Juuri *Wurzel*		
Ruotsinkylä	Kuusi *Fichte*	$^{16}/_{5}$ 1935	Pergamenttipaperi	Runsaasti *Reichlich*	1	22	3.0	7.6	253	
»	»	»	*Pergamentpapier*	Keskink. *Mittelmässig*	»	24	2.8	9.6	340	
»	»	»	»	Ei — *Nicht*	»	19	2.3	8.8	383	
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	$^{28}/_{5}$ 1935	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	Runsaasti *Reichlich*	1	23	2.5	7.9	316	376
»	»	»	»	Keskink. *Mittelmässig*	»	24	2.0	5.5	275	161
»	»	»	»	Ei — *Nicht*	»	12	1.6	3.6	225	246
Punkaharju	Kuusi *Fichte*	$^{28}/_{5}$ 1935	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	Runsaasti *Reichlich*	1	28	3.4	7.3	215	846
»	»	»		Keskink. *Mittelmässig*	»	28	3.3	8.7	264	725
»	»	»	»	Ei — *Nicht*	»	23	2.5	5.5	220	392
Punkaharju	Mänty *Kiefer*	$^{28}/_{5}$ 1935	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	Runsaasti *Reichlich*	1	45	3.6	10.7	298	1 289
»	»	»		Keskink. *Mittelmässig*	»	50	3.1	11.1	358	1 150
»	»	»	»	Ei — *Nicht*	»	38	2.7	9.1	337	1 078

Kylvösten keinollisesta kastelusta on siis todettu olevan seuraavat edut: Kuivana kesänä ja etenkin kuivumiseen alttiilla maalla kastelu — jos se suoritetaan sopivalla tavalla — lisää huomattavasti taimien lukua ja lisäksi siten varttunut taimi on laadulleen parempi: sen varsi on pitempi, juuristo usein suhteellisesti lyhempi ja taimi yleensä tuuheampi. Sateisena kesänä voi kastelusta olla vain haittaa m.m. sikäli, että taimiprosentti alenee.

Suojuspeitteet.

Kylvösten kehittyminen taimelle on erilaisia suojuspeitteitä käytettäessä tunnetusti erilainen. Ruotsinkylän taimitarhaan toukokuun 15 päivänä 1934 toimitetut kylvökset kehittyivät seuraavalla tavalla: pergamenttipaperilla peitetyt nousivat taimelle 1—4/6 (paperit poistettiin 4/6), kaihdinlaatikoilla suojatut 8—10/6, ilman peitettä olevat samaan aikaan ja kuusen oksien alla olevat 10/6, jolloin oksat poistettiin. Kylvöstä oli siis taimelle kehittymiseen kulunut pergamenttipaperia käytettäessä keskimäärin 17 vuorokautta, kaihdinlaatikoita käytettäessä ja ilman peitettä 24 vuorokautta sekä kuusenoksia käytettäessä 25 vuorokautta. Lämpöisempien säiden aikana kehitys on huomattavasti joutuisampi.

Eri suojuspeitteiden vaikutus kylvöksistä syntyvien taimien lukumäärään ei ole niin selvästi havaittavissa, että päätelmien teko kävisi päinsä esim. taulukon 6 perusteella. Samoin on käynyt kun suuremman tutkimusaineiston saamiseksi on yhdistetty kaikki 2 ja 8 mm:n syvyisiä kylvöksiä koskevat tulokset, kiinnittämättä siis huomiota kylvösten kasteluun ja sen asteisiin. Ruotsinkylän taimitarhaa koskevat tulokset osoittavat, että tällaisessa tuorehkossa taimitarhamaassa kesinä 1934 ja 1935 eri peittämistavat ovat antaneet jotakuinkin samat taimimäärät. Nämä eivät myöskään sanottavasti eroa vastaavien ilman suojuspeitettä olleiden kylvösten taimimääristä. Syynä siihen, ettei edes pergamenttipaperi ole osoittautunut tässä suhteessa muita paremmaksi, lienee lähinnä siinä, että sadevesi on painanut paperin tiukasti maata vasten ja tuhonnut jonkin osan sirkkataimista. Tämän eräissä tapauksissa hyvinkin suositeltavan suojuspeitteen käytöstä saatujen tulosten epävarmuus ilmenee selvään myös Punkaharjun taimitarhan kokeista, joissa paperi on antanut kaikista pienimmät taimiluvut. Tähän on syynä se, että peitepaperi on jäänyt kylvösten päälle joitakin päiviä liian pitkäksi aikaa; hennoista taimista on huomattava osa siten kuollut. Muussa suhteessa Punkaharjun taimitarhan koesarjat osoittavat suojuspeitteiden tarpeellisuutta ja keskinäistä edullisuutta tällaisella helposti kuivuvalla

taimimaalla. Kesän 1934 peittämättömien kylvösten taimiluku suhtautuu kuusenoksapeitteellä ja kaihdinlaatikolla saatuun: kuusella = 100 : 118 : 133 ja männyllä = 100 : 97 : 122. Kesän 1935 kylvöksissä ero on tuntuvasti suurempi eli kyseellinen suhde kuusella = 100 : 160 : 222 ja männyllä = 100 : 127 : 212. Poutakesinä suojuspeitteiden, lähinnä kaihdinlaatikoitten, tarpeellisuus on vieläkin ilmeisempi; tällaisina kesinä Punkaharjun taimitarhassa on mahdotonta tulla toimeen ilman niitä, sillä laatikoiden ulkopuolelle jäävät kylvökset epäonnistuvat jotakuinkin tyysten.

Eri suojuspeitteiden alla syntyneiden 1-kesäisten kuusen taimien koosta on Ruotsinkylän taimitarhasta syyskuulta 1934 seuraava muistiinpano: pergamenttipaperilla suojatun koekohdan taimien keskipituus n. 4.0 sm, väri tummanviheriä, ilman suojuspeitettä olleen n. 3.5 sm, väri tummanviheriä, kaihdinlaatikolla ja kuusenoksilla suojattujen n. 2.5 sm, väri vaaleampi ja keltaisenkirjava. Tämä tulos voidaan kuitenkin yleistää vain pergamenttipaperin osalta, jonka suojassa taimet tulevat yleensä pitkiä ja hentoja. Näiden taimien suhteellisen suuri pituus ja hentous käy ilmi taulukon 8 kahta ensimmäistä sarjaa verrattaessa: pergamenttisuojuksen pitempivartiset taimet eivät paina enemmän kuin ilman suojuspeitettä syntyneet lyhempivartiset siitä huolimatta että edellisten juuri on jotakuinkin yhtä pitkä tai pitempi kuin jälkimmäisten.

Kysymystä valaisee myös seuraava Ruotsinkylän taimitarhan 1- ja 2-kesäisiä kuusen taimia koskeva asetelma:

	Taimien ikä, kesää *Alter der Pflanzen, J.*	Vuosi *Jahr*	200 tuoreen taimen paino, gr *Gewicht von 200 Pflanzen, g*	50 taimen keskipituus, sm *Mittellänge von 50 Pflanzen, cm* varren *Stämmchen*	juuren *Wurzel*
Pergam. paperisuojus — *Pergamentpapier* ...	1	1935	22	3.0	7.6
Kaihdinlaatikko — *Schirmkasten*	1	»	28	2.5	8.5
Kuusenoksat — *Fichtenzweige*	1	»	20	2.3	9.5
Ilman peitettä — *Unbeschirmt*	1	»	30	2.3	9.7
Pergam. paperisuojus — *Pergamentpapier*	2	1934—35	163	9.2	18.0
Kaihdinlaatikko — *Schirmkasten*	2	»	146	6.0	16.5
Kuusenoksat — *Fichtenzweige*	2	»	143	6.3	14.9
Ilman peitettä — *Unbeschirmt*	2	»	189	8.0	17.4

Viimeksimainituista taimista on 1-kesäisinä saatu seuraavat punnitustulokset, jotka koskevat 200:aa puolikuivaa tainta.

	Varret, gr *Stämmchen, g*	Juuret, gr *Wurzeln, g*	Yhteensä, gr *Insgesamt, g*	Juurien paino % koko painosta *Gewicht der Wurzeln in % des Gesamtgewichtes*
Pergam. paperisuojus — *Pergamentpapier*	8.296	3.997	12.293	33
Kaihdinlaatikko — *Schirmkasten*	4.714	2.564	7.278	35
Kuusenoksat — *Fichtenzweige*	5.025	2.781	7.806	36
Ilman peitettä — *Unbeschirmt*	7.574	4.679	12.253	38

Suhteellisesti painavimmat ovat siis molemmissa ensiksimainituissa sarjoissa ilman peitettä syntyneet taimet. Paperipeitteellisten taimien suhteellinen hentous on säilynyt vielä toisen kasvukauden loppuun. Paperin alla syntyneiden 1-kesäisten taimien juurten suhteellinen heikkous käy selvästi esiin myös kolmannesta tulossarjasta.

Punkaharjun toisenlainen taimitarhamaa on aiheuttanut tässäkin suhteessa poikkeavat tulokset, kuten taulukon 8 toista ja kolmatta sarjaa verrattaessa helposti huomaa. Ilman suojuspeittoa 1-kesäiset kuusen taimet jäävät kaihdinlaatikkotaimiin verraten suhteellisesti vieläkin lyhemmiksi ja jos edellisiä ei kastella, ovat ne kääpiömäisiä ja joka suhteessa heikkoja (varren pituus 1.6 sm, juuren 3.6 sm ja paino vain 12 gr, kun vastaavien kaihdinlaatikkotaimien paino on melkein tasan kaksinkertainen). Suojuspeitteen käyttäminen tällaisissa taimitarhoissa on siis tässäkin suhteessa tarpeellinen.

Edellisen perusteella joudutaan seuraaviin päätelmiin: Taimitarhoissa, joiden maa on hikevää, kohtalaisen sateisina ja tavallista sateisempina kesinä kuusen ja männyn kylvöksistä saadaan useimmiten paras tulos ilman suojuspeitteitä: syntyneiden taimien määrä ei ole ainakaan pienempi kuin suojuspeitteitä käytettäessä ja taimet ovat laadulleen hyviä, kookkaita ja tanakoita sekä hyväjuurisia. Kuivemmilla taimitarhamailla tällaisinakin kesinä suojuspeitteet ovat tarpeellisia: taimia syntyy enemmän ja ne ovat kookkaampia kuin ne taimet, jotka syntyvät suojaamattomissa lavoissa. Kuivana kesänä ilman suojuksia saadaan taimista usein jotakuinkin täysi kato. Epävarmin suojuspeite on pergamenttipaperi, joka sateisina kesinä ja muutenkin, jollei sitä poisteta määräaikaan, aiheuttaa sirkkataimien tuhoutumista. Sen suojassa syntyneet taimet ovat suhteellisesti pitkiä ja hentoja. Etenkin kuivumiseen taipuvissa taimitarhoissa kaihdinlaatikot ovat edullisimmat kylvösten ja pikkutaimien suojuspeitteet.

Routiminen.

Edellä kylvöaikoja käsiteltäessä on käynyt selville, että kesäkylvöt ovat useimmiten epäedullisemmat kuin kevätkylvöt. Tähän voi vaikuttaa osaltaan myös maan routiminen, joka tuhoaa alkukehitysvaiheessaan olevia taimia suhteellisesti enemmän kuin varttuneempia. Eri kylvömenetelmillä ei muuten näytä olevan ratkaisevampaa merkitystä tässä suhteessa. Ainoa seikka, jonka seuraukset esiintyvät samansuuntaisina, on kylvösten ja niistä syntyneiden taimistojen tiheys: kuta suurempi tiheys niillä on, sitä vähäisempi on routiminen. Taulukon 9 kevään 1934 kylvöksien kuusen taimien

Taulukko 9. Taimien routimisen riippuvaisuus kylvösten tiheydestä.
Tabelle 9. Die Abhängigkeit des Auffrierens der Pflanzen von der Saatdichte.

Taimitarha *Baumschule*	Kylvömäärä *Saatmenge*	Suojuspeite *Beschirmung*	Taimista routautunut % *Von den Sämlingen sind aufgefroren %*			
			ei ensinkään *gar nicht*	vähän *wenig*	keskink. *mittelmässig*	pahasti *stark*
Ruotsinkylä	25 gr/m²	Ilman peitettä *Unbeschirmt*	89	8	3	—
»	50 »	»	100	—	—	—
»	25 »	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	95	2	2	1
»	50 »	»	100	—	—	—
»	2 gr/vm	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	95	3	2	—
»	4 »	»	97	3	—	—
»	6	»	99	1	—	—
Punkaharju	25 gr/m²	Pergamenttipaperi *Pergamentpapier*	20	50	20	10
»	50 »	»	83	10	5	2
»	75	»	92	6	2	—
»	25 »	»	83	12	5	—
»	50 »	»	94	6	—	—
»	75 »	»	90	10	—	—
»	2 gr/vm	»	10	60	20	10
»	4 »	»	85	10	5	—
»	2 »	»	50	20	20	10
»	4 »	»	95	5	—	—

routimista talvikauden 1934—1935 kuluessa osoittavat luvut valaisevat tätä. Syy siihen, että Punkaharjun taimitarhassa, jossa routiminen on yleensä harvinaista, on roudan kohottamia taimia poikkeuksellisen paljon, on se, että pergamenttipaperilla suojatut kylvökset ovat, kuten edellä on mainittu, antaneet harvoja ja aukkoisia taimistoja.

Taimiston aukkoisuuden ja harvuuden seuraukset huomataan 2-kesäistenkin kuusen taimien routimisessa. Ruotsinkylän kesällä 1934 syntyneistä taimista toukokuun lopulla 1936 tehdyt tarkastukset osoittivat, että talven 1935—1936 kuluessa taimista oli routinut eri koeruuduissa 0—25 %, keskimäärin n. 8 %, ja yleensä eniten niissä ruuduissa, jotka syystä tai toisesta olivat harvataimisia.

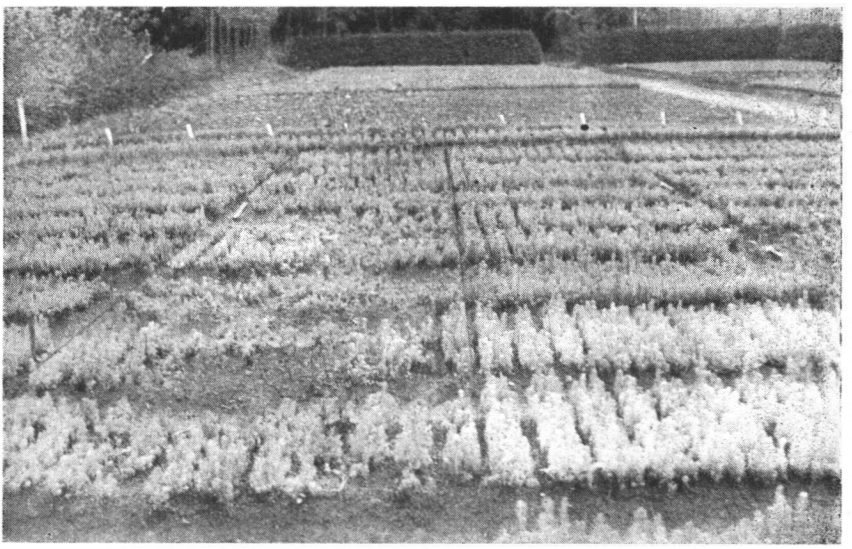
Eri suojuspeitteistä kuusen oksat ovat erinäisissä tapauksissa osoittautuneet routimiseen nähden edullisimmiksi. Tämä aiheutunee maanpintaa suojaavasta neulaspeitteestä. Tällainen etu on vieläkin suuremmassa määrin seinäsammalpeitteellä, joka Tutkimuslaitoksen taimitarhoissa pahimpinakin routimisvuosina on ollut varsin tehokas routimisen ehkäisijä.

Taulukko 10. Rikkaruohojen aiheuttamat vauriot 1-kesäisille kuusen taimille.

Tabelle 10. Die Schädlichkeit des Unkrautes für die einen Sommer alten Fichtensämlinge.

Kylvömäärä *Saatmenge*	Suojuspeite *Beschirmung*	Taimista on % *Von den Sämlingen sind %*		
		kuollut *abgestorben*	noussut kitkettäessä *beim Jäten entwurzelt*	jäljellä *übriggeblieben*
25 gr/m²	Kuusenoksat *Fichtenzweige*	1	53	46
50 »	»	—	34	66
2 gr/vm	»	10	80	10
4 »	»	11	54	35
6 »	»	6	33	61
25 gr/m²	Kaihdinlaatikko *Schirmkasten*	20	25	55
50 »	»	23	27	50
2 gr/vm	»	1	94	5
4 »	»	23	68	9
6 »	»	6	30	64
25 gr/m²	Pergamenttipaperia *Pergamentpapier*	47	33	20
50 »	»	—	27	73
2 gr/vm	»	—	67	33
4 »	»	18	15	67
6 »	»	17	11	72

Routimisen välttämiseksi on toisinaan tapana antaa taimitarhamaan rikkaruohottua syyskesällä. Näin tehtiin Ruotsinkylän taimitarhan kesän 1934 kylvökokeissa, joissa koeruutujen toinen puolikas pidettiin rikkaruohoista vapaana vain elokuun alkuun. Tämän jälkeen ne saivat olla ilman hoitoa 22/5 1935, jolloin ne kitkettiin. Rikkaruohojen aiheuttamat vauriot arvioitiin tällöin sellaisiksi kuin taulukko 10 osoittaa. Tulokset koskevat keskinkertaisesti kasteltuja koesarjoja. Taulukosta näkyy, että taimia on tuhoutunut suhteellisesti sitä vähemmän kuta tiheämpiä kylvökset ovat sekä että kitkemisen yhteydessä on maasta noussut hyvin usein yli puoletkin taimista. Se mikä routimisvahinkojen pienenemisessä on voitettu on siten hävitty usein moninkertaisesti taimien rikkaruohojen alle kuolemisessa sekä tuhoutumisessa kitkettäessä. Kokeen tuloksia valaisee kuva 3.



Kuva 3. Rikkaruohojen vaikutus taimien säilymiseen. Vasemmanpuoleinen osa on ollut kitkemättä elokuun alusta seuraavan toukokuun loppupuolelle, oikeanpuoleista on hoidettu jatkuvasti. 1-kesäisistä taimista rikkaruoho on tuhonnut suuren osan.

Abb. 3. Einfluss des Unkrautes auf 1 Sommer alte Pflanzen. Links mit Unkraut bewachsenes Beet, rechts regelmässig gepflegtes Beet.

Männyn taimet ovat paljon vähemmän alttiita routimistuhoille kuin kuusen ja koivun taimet, joista viimeksimainitut ovat tavallisesti sille huomattavasti herkempiä kuin edelliset.

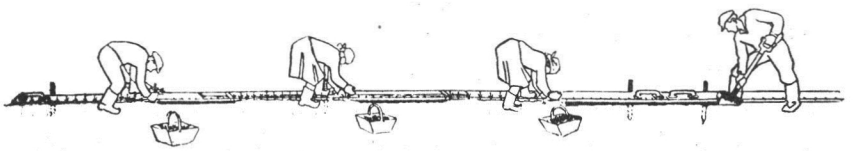
Edellä oleva oikeuttaa seuraaviin johtopäätöksiin: Eri puulajien taimille routiminen tekee vahinkoja seuraavassa järjestyksessä: koivu, kuusi, mänty. Tuhot ovat yleensä sitä suurempia kuta pienempiä taimet ovat. Siksi myöhäisistä kylvöksistä syntyneet taimet ovat niille alttiimpia kuin aikaisista kylvöistä alkunsa saaneet. Toinen ratkaiseva seikka on kylvösten tiheys: syystä tai toisesta harvat ja aukkoiset taimistot kärsivät siitä enemmän kuin tiheät. Tämä on huomattavissa vielä 2-kesäistenkin taimien suhteen. Routimista voidaan ehkäistä maan pinnalle asetettavilla peitteillä, kuten neulaskarikkeilla ja seinäsammalella sekä antamalla taimilavojen rikkaruohottua. Viimeksimainitusta on kuitenkin suurempi haitta kuin hyöty, sillä rikkaruohosto tuhoaa suuren osan 1-kesäisistä taimista ja kitkettäessä niistä nousee suuri osa maasta.

Koulituskokeet ja niiden tulokset.

Kokeiden suoritus.

Koulituskokeet on suoritettu samoissa Ruotsinkylän ja Punkaharjun kokeilualueiden taimitarhoissa kuin kylvökokeetkin. Pääasiallisesti ne koskevat kesäkausia 1932—1936.

Koulituksessa on käytetty kahta menetelmää, ns. lautakoulitusta ja puikkokoulitusta. Edellisessä taimet asetetaan laudan kapeaa särmää pitkin kaivettuun jyrkkäreunaiseen avoimeen vakoon ja mullataan samassa, jälkimmäisessä on tehty suippokärkiset pyöreät koulitusaukot sopivan kokoisella puupuikolla, jonka avulla myös maata on painettu aukkojen täytteeksi. Kuva 4 osoittaa työnjakoa lautakoulituksessa sitä suuressa mitassa toimitettaessa. Koekoulituksissa on osin käytetty myös vain taimilavan poikki ulottuvaa lautaa, jolloin koulitusvako on voitu tehdä muurauslastallakin.



Kuva 4. Lautakoulitus.
Abb. 4. Verschulung mit Brett (Rillenverschulung).

Jos taimitarhamaa on ollut kuivaa ja sää poutaista, on taimilavat koulituksen jälkeen kasteltu. Tämä on tullut kysymykseen pääasiallisesti Punkaharjun taimitarhassa. Ruotsinkylässä, jossa kastelua ei ole käytetty muuta kuin poikkeuksellisesti, koulitut taimistot on

tarpeen vaatiessa suojattu jonkin aikaa kaihdinlaatikoilla. Samoihin koesarjoihin kuuluvat ruudut on aina käsitelty tässäkin suhteessa samalla tavalla. Koulittaessa ei taimien juuristoa ole pidetty saviseoksessa, vaan ovat juuristot olleet sellaisia kuin taimia maasta irroitettaessa. Osa juuriin kiintyneitä maahiukkasia on kuitenkin varissut pois taimia useaan kertaan käsiteltäessä.

Jotta taimitarhoissa kasvatettavien koulimattomien ja eri tavoin koulittujen taimien rakenteesta saataisiin selvitys mahdollisimman laajalla pohjalla, hankittiin syksyllä 1934 kaikista tunnetuimmista taimitarhoista useita taiminäytteitä, jotka Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa myöhemmin on tutkittu etenkin juuriston rakennetta silmällä pitäen. Kuten taimitarhojen lannoituskysymystä koskevasta osasta näkyy, on kyseellisten taimitarhojen maista otettu näytteitä ja tehty niistä eräitä kemiallisia määräyksiä.

Maan eri taimitarhoista hankitun taimimateriaalin maasta otto ja käsittely on tapahtunut samojen ohjeiden mukaan. Kunkin taimilaadun keskimäärää edustava taiminäyte on käsittänyt pienempien taimien kyseessä ollessa n. 100 tainta, kookkaampia taimia vähemmän. Näytteitä otettaessa on kiinnitetty suurta huolta siihen, että taimet on saatu maasta mahdollisimman ehein juurin. Taiminäytteiden saavuttua Metsätieteelliselle tutkimuslaitokselle ne on siellä huolellisesti pesty. Mikäli juuriin on tämänkin jälkeen jäänyt maata, se on irroitettu taimista juurien täydelleen kuivattua. Taulukossa olevat juurien painoa osoittavat luvut, samaten kuin taimien varren painoa koskevat luvut, kohdistuvat täysin ilmakuivaan taimiaineistoon, joten kaikki painoluvut ovat keskenään verrattavia. Nämä, samaten kuin kaikki muutkin tulokset on saatu koko tutkimusaineiston perusteella. Etenkin juurten jakaminen paksuusluokkiinsa on ollut varsin työlästä. Käytetyt luokat ovat seuraavat:

vahvat juurenosat,	läpimitta	1.5—10.0 mm
keskinkertaiset juurenosat,	»	1.5— 0.5 »
ohuet juurenosat,	»	0.5— 0.0 »

Juurten ryhmittämisessä näihin luokkiin on menetelty siten, että samastakin juuresta on otettu kuhunkin luokkaan sellainen pätkä ja juuren haara, jonka paksuin pää on luokan suurimman luokkarajan alapuolella ja ohuin pää pienemmän luokkarajan yläpuolella. Taimien varsien painoon on luettu myös oksien ja neulasten paino.

Tämän ryhmän taiminäytteitä on saatu 12 eri taimitarhasta. Useasta syystä näille taimitarhoille on käytetty omaa aakkostaan, A:sta L:ään. Painatuskustannusten takia saatuja tuloksia ei ole voitu julkaista.

Muissa taulukoissa olevat taimien kuolleisuutta, keskipituutta, viimeisen vuosikasvaimen pituutta ja juurien suurinta pituutta osoittavat tulokset ovat keskiarvoja 100 taimesta. Nämä taimet on saatu siten, että keskimääriä vastaavasta taimilavan osasta on otettu valikoimatta kaikki taimet. Tainten koko painoa ja juurten painoa koskevat luvut on, aniharvoja poikkeuksia lukuunottamatta, saatu 50 taimesta. Kaikkien eri sarjojen absoluuttiset painoluvut eivät ole keskenään verrattavia, sillä näytteiden kosteuspitoisuus ei ole aina ollut sama; äärimmäisissä tapauksissa näytteet ovat olleet täysin ilmakuivia tai aivan tuoreita, joskus puolikuivia. Saman sarjan ja läheisesti toisiinsa liittyvien sarjojen taimien käsittely on kuitenkin ollut täysin sama, joten niihin kohdistuvia tuloksia voidaan tässäkin mielessä verrata keskenään.

Elävien taimien hyvyysluokituksessa on käytetty seuraavia luokkia:

I — rehevä, II — rehevänpuoleinen, III — keskinkertainen, IV— huononpuoleinen, V — huono.

Tämä subjektiivinen luokitusmenetelmä on antanut keskenään verrattavia tuloksia sen johdosta, että taimien tarkastuksen ja luokittelun on suorittanut aina sama henkilö, metsätyönjohtaja Arvo Helkiö.

Samaan koesarjaan kuuluvat taimet on koetettu saada mahdollisimman tasasuhtaisia. Mitään valintaa ei näin ollen ole suoritettu esim. niissä kokeissa, joissa osa taimista on koulittu ehein juurin, osa typistetyin juurin. Sama koskee koulitusaikoja, koulitusetäisyyksiä, routimista ym. kysymyksiä selvitteleviä kokeita. Näin ollen ei ole otaksuttavaa, että eri tavoin käsiteltyjen tainten alkuperäinen laatu, m. m. niiden varsien keskipituus olisi sanottavasti vaihdellut. Kokeen päättyessä saadut taimien varsien keskipituudet ovat siten suurin piirtein keskenään verrattavia. Luotettavamman kuvan taimien pituuskasvusta kokeen aikana antaa kuitenkin viimeisen vuosikasvaimen keskipituutta osoittava luku.

Jollei toisin mainita, on juuristoa typistettäessä poistettu juuriston koko pituuden kolmannesta vastaava osa. Typistäminen on suoritettu leikkaamalla saksilla tai puukolla juurten kärkipuolesta pois määrättyä osaa juurten koko pituudesta vastaava osa. Täten on pääjuurista tullut poistetuksi pitemmät kappaleet kuin sivujuurista. Toisenlainen juurien typistäminen ei sitä suuremmassa määrin toimitettaessa voi tulla kysymykseen. Tavallisin koulitusväli on ollut 8×12.5 sm ja koulitusmenetelmä lautakoulitus. Jos tästä on poikettu, mainitaan siitä kokeen yhteydessä.

Koulituksen onnistuminen riippuu ratkaisevasti myös siitä, mihin aikaan vuodesta koulitus toimitetaan. Mahdollisimman luotettavan perustan hankkimiseksi tälle kysymykselle on tutkimusten yhteydessä selvitetty puiden sekä taimitarhassa kasvavien tainten juurten kehitystä ja kasvua kesäkauden eri vaiheissa. Tämän mielenkiintoisen selvittelyn on v. 1935 suorittanut Ruotsinkylän kokeilualueessa suurella huolella maisteri Sakari Saarnijoki. Seuraava selonteko tutkimuksissa käytetyistä menetelmistä on jotakuinkin kaikissa yksityiskohdissaankin hänen laatimansa.

Käytetyt menetelmät ovat seuraavat:

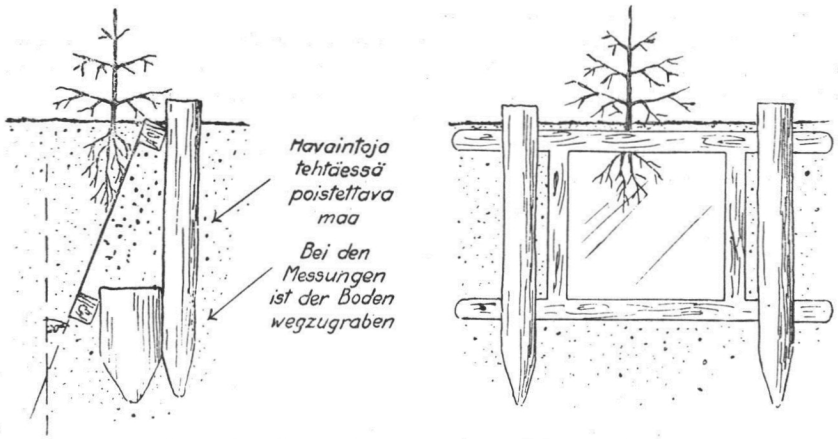
I. Samojen juurten pituuskasvua on seurattu 2 viikon väliajoin toistuvin mittauksin.

a. lasiruutua vastaan vasta koulituilla taimitarhataimilla ja

b. alkuperäisessä kohdassaan kasvavilla puilla ja aiemmin koulituilla taimitarhataimilla.

II. On määrätty saman kasvukauden aikana 2 viikon väliajoin koulittujen taimitarhatainten juurten kasvavan osan pituudet kasvukauden eri vaiheissa sekä juuristojen vastaavat keskimääräiset painot.

I a. Juuren kasvun suoranaista tarkkaamista ja mittaamista varten taimitarhassa mahdollisimman luonnonmukaisessa ympäristössä istutettiin tutkittavat taimet toukokuun 15 p:nä siten, että niiden juuristo vain yhdeltä puolen rajoittui vertikaalisesti asetettuun lasiruutuun. Nämä puupuitteilla vahvistetut, 40 × 40 sm:n suuruiset ruudut oli kiinnitetty syvälle maahan lyötyihin tukipuihinsa siten, että lasin ylälaidat maan pinnan tasossa joutuivat sen kanssa n. 70° kulmaan, kokonaan mullan peittoon (kuva 5). Ruudun kaltevalle yläpinnan puolelle istutettiin seulottuun maahan 2—3 kpl. taimitarhasta saatua tainta siten, että niiden juuristo joutui lasin välittömään läheisyyteen. Näin menetellen oli odotettavissa mahdollisimman monen ruudulle ilmaantuvan juuren geotropismin vaikutuksesta joutuvan kulkemaan kaltevaa lasipintaa pitkin. Lasin vastakkaiselta puolelta seurattiin mainituin 2 viikon välein juurten kasvua kaivamalla ruudun vierestä tarpeeksi maata pois. Havainnot suoritettiin päivänvalossa kuitenkin niin, etteivät auringon säteet suorastaan päässeet vaikuttamaan kasvupisteisiin. Timanttikynällä numeroitiin identifioimista varten lasiruudulle siinä kulloinkin näkyvät juurten kärkiosat sekä piirrettiin samaten niiden aina edellisen havainnon jälkeen saavuttamat pituudet ja lähimmät juurenhaaran aiheet. Täten koko kasvukauden ajan jatkuvasti istutusmullan hitaasta painumisesta johtuva juurten siirtyminen voitiin ottaa huomioon mittauksissa, jotka suoritettiin piirroksesta 0.5 mm. tarkkuudella. Välittömästi tämän jälkeen ruutu luotiin maan peittoon. Havaintojen teko alkoi toukokuun 23 p:nä ja kesti lokakuun 10 p:ään, jolloin maan syvempään jäätyminen lasiruutujen vierellä esti sen jatkamisen. Kun routimisen takia kaikki ruudut rikkoutuivat, ei enään keväällä 1936 voitu tehdä havaintoja mahdollisesti talven aikana tapahtuneista muutoksista. Kaikkiaan 15 lasiruudulta seurattiin tällä tavoin 2 + 2- ja 2 + 0-vuotisen kuusen, 2 + 2 + 1- ja 1 + 0-vuotisen männyn ja 1 + 2- ja 1 + 1-vuotisen lehtikuusen juurten kasvua. Kokeeseen käytettyjen taimien ikä vaihteli näin ollen samankin lajin kesken 1—3 v. Lisäksi kaikista taimista aina puolet oli typistettyjuurisia s. o. koulittaessa niiden juuristoa oli typistetty n. $^1/_3$, toinen



Kuva 5. Kokeen 1 a järjestelyä valaiseva piirros.
Abb. 5. Anordnung des Versuchs 1 a.

puoli istutettu ilman tätä käsittelyä. Sanottavia eroja ei kuitenkaan näiden eri koesarjojen kesken ilmennyt. Typistettyjuuristen taimien voimakkaamman juurimuodostuksen etenkin kuusella, osittain myös männyllä, saattoi kuitenkin panna merkille. Juuret, joiden kasvua tässä yhteydessä seurattiin, olivat haarautumisensa puolesta eriasteisia, voimakkaasti kasvavia adventiivijuuria, jollaisista aiemmin ja nyt uudelleen kokeessa koulittujen taimien juuristo suurimmaksi osaksi on muodostunut. Juurenhaarojen kääpiöjuuriksi tai mycorrhizoiksi muuttuvien osien kasvua ei seurattu. Kooltaan adventiivijuuret olivat näin ollen suunnilleen samanvahvuisia; kärkiosa jonkin verran muuta juurta paksumpana vaihteli männyllä n. 1—2.5 sekä kuusella ja lehtikuusella n. 1—2 mm:n välillä. Juurien kulkusuunta lasipinnalla oli istutuskohdalta alaspäin säteettäinen, kuitenkin pääosan mitatuista juurista muodostivat enemmän tai vähemmän vaakasuorasti lähempänä maanpintaa kulkevat juuret.

Syynä viimeksimainittuun seikkaan olivat ennenkaikkea ne vaikeudet, jotka estivät havaintojen ja mittausten suorittamista juuri lasiruudun alaosissa varsinkin syksymmällä maan muuttuessa runsaiden sateiden vaikutuksesta liejuiseksi. Osittain myös tämän takia vain suhteellisen harvojen juurten kasvua voitiin yhtäjaksoisesti seurata. Eräissä tapauksissa oli tähän syynä myös lasipinnan riittämättömyys. Näin sattui juuren kulkusuunnan ollessa lähimtä ruudun laitaa kohden. Useimmin kuitenkin juuren kääntyminen pois lasipinnasta aiheutti keskeytymisen mittaamisessa. Monesti voitiin todeta lasille laaditun piirroksen perusteella, että tämä juuren häviäminen ruudulta oli tapahtunut välittömästi edellisen havainnon jälkeen, joten valon vaikutus ilmeisesti oli ratkaisevimpana syynä tähän. Myös juuren tielle osunut maahan istutettaessa jäänyt aukkokohta aiheutti samanlaisen juuren suuntautumisen toisaalle.

I b. Edellisen kokeen havaintokertoja vastaavin ajoin seurattiin juurten kasvua taimitarhassa aiemmin koulituilla 2 + 2-vuotisilla kuusen taimilla. Lisäksi juurten mittaamista suoritettiin etelään viettävällä mustikkatyypin rinteellä kasvavilla n. 40-vuotisilla kuusilla. Kuitenkin osoittautui vaikeaksi

todeta, mille puuyksilölle tutkitut juuret todellisuudessa kuuluivat. Työssä meneteltiin niin, että juurten kärjet kaivettiin varovasti esiin, lopuksi jäykkäharjaksista sivellintä käyttäen. Tällöin niiden asema merkittiin maahan kasvupisteen ylitse painetulla rautalankasinkilällä. Samalla siirrettiin juuren numeroa osoittava puuteikki välittömästi tällä tavoin merkityn juurenkärjen viereen. Täten oli helppoa jatkuvasti löytää viimeksi merkitty kohta ja mitata edellistä koetta vastaavalla tarkkuudella juurten havaintoaikojen välillä saavuttamat pituudet. Lisäksi juuret paikoilleen jätettyjen sinkilöiden alitse kasvaessaan pysyivät yleensä kiinteästi paikoillaan niitä esiinkaivettaessa.

Mitatut juuret olivat metoodista johtuen pintajuuria, joiden kulkusyvyys maassa vaihteli vain n. 3—8.5 sm:iin. Yleensä niiden kasvupisteet olivat samaa vahvuusluokkaa edellisessä koesarjassa tarkastettujen kanssa. Voimakkaasti kasvava juuren pää osoittautui kuitenkin hyvin hauraaksi ja herkästi viottuvaksi. Tämän takia aineisto, joka aluksi käsitti 38 juurta osoittautui liian pieneksi.

II. Sen vaikutuksen selvittämiseksi, mikä osuus koulitusajalla on taimen ja sen juuriston kehittymiselle, pantiin käyntiin joka kuukauden 1 ja 15 päivänä toukokuun 15 ja lokakuun 15 päivän välisenä aikana aina uusi koulituskoesarja. Puolet tällöinkin istutettavista taimista olivat edelleen eheäjuurisia, toinen puoli typistettyjuurisia. Taimet istutettiin erikseen vierekkäin sijaitseviin penkkeihinsä maaperänsä puolesta yhtenäiselle alalle taimitarhaan, jossa ne saivat osakseen yhtäläisen hoidon. Kouliminen ja tainten maasta irroittaminenkin koetettiin joka kerralla suorittaa yhtäläisesti. Lisäksi taimet olivat keskenään yhdenikäisiä, kuusen kesäkuun 16 päivänä 1933 ja männyn kesäkuun 1 päivänä 1934 suoritetusta kylvöksestä peräisin. Kylvöihin käytetty siemen oli kerätty paikkakunnalta. Vain koulitusajan suhteen saman puulajin taimien ikä vaihteli. Niinpä viimeksi koulitut olivat vastaaviin ensimmäisiin verrattuna näitä yhtä kasvukautta vanhempia. Näin ollen taimien kehitysaste koulitusajalla sekä välittömästi tämän jälkeen vallitsevat sääsuhteet ovat ilmeisesti ne tekijät, jotka ovat ratkaisevimmin vaikuttamassa puheena olevissa koulituskokeissa.

Juuriston kehittymistä seurattiin eri koulitus- ja näiden rinnakkaiskokeissa (eheä- ja typistettyjuurisissa taimissa) siten, että jatkuvasti 2 viikon väliajoin määrätty määrä taimia nostettiin varovasti juurineen ylös maasta. Tämä suoritettiin edellisiä kokeita vastaavina havaintoaikoina. Jokainen tällainen näyte käsitti 17—23 kuusen ja 7—10 männyn eheä- ja typistettyjuurista tainta. Juuren kasvavan osan pituus eri havaintokerroilla määrättiin aina saman näytteen koko juurimateriaalista. Tällöin laskettiin jokaisesta taimesta sen kasvaneista eheänä säilyneistä, voimakkaimmista adventiivijuurista kasvupisteiden pituus. Saatu pituus merkittiin ½ sm:n asteikolla laadittuun taulukkoon. Kun voimakasta juuren pituuskasvua vastaa pitkä, valkea juurenkärki ja kun toisaalta kasvupisteen suojautuminen ruskean korkkisolukon peittoon (metakutinisoituminen) osoittaa kasvun pysähtymistä, voi edellä mainittu menetelmä ainakin pääpiirteissä kuvata kullakin havaintokerralla vallitsevia adventiivijuurten pituuskasvusuhteita. Kun rajan määrääminen valkean ja ruskeaksi muuttuvan juurenosan välillä oli epävarmaa, laskettiin juuren kasvava osa ulottuvaksi ensimmäiseen havaittavaan juurenhaaran aiheeseen saakka. Täten pituuskasvua osoittavat luvut ovat ilmeisesti tulleet todellista jonkin verran suuremmiksi. Aluksi 4-prosenttisessa formaliiniliuoksessa säilytetyt taiminäytteet (vain kuuset) punnittiin myöhemmin ilmakuivina.

Koulitusajat.

Yleisenä ohjeena on totuttu pitämään, että sopivin koulitusaika on silloin kun taimen kasvu on pysähdyksissä. Voi helposti todeta, että tämä pitääkin paikkansa taimen maanpäällisiin osiin nähden: lehteen puhkeamassa olevaa lehtipuun tainta on varsin vaikea saada koulituksen jälkeen pysymään hengissä ja samoin on havupuun taimen kouliminen epävarmaa, jos taimien uudet versot ovat kehittyneet huomattavan pitkiksi. On kuitenkin ilmeistä, että koulimisen onnistuminen riippuu ratkaisevasti myös taimen juuriston kasvuvaiheista. Taimien koulutusaikoja käsiteltäessä on näin ollen tarkoituksenmukaista tehdä aluksi selkoa edellä mainituista maisteri Saarnijoen järjestämien kokeiden tuloksista.

Lasin pintaa vasten koulittujen tainten (koe I a) yksityisten juurten pituuskasvun kulkua osoittavia lukuja ei ole katsottu olevan mahdollisuutta julkaista. Niistä mainittakoon kuitenkin, että saman juuren kasvun kulussa voi verraten usein huomata jyrkkiäkin vaihteluita. Tämä johtunee sekä juurten erilaisesta laadusta että ennen kaikkea maan kosteussuhteitten vaihteluista juurten välittömässä läheisyydessä. Helposti lämpöäjohtavan lasin ylälaidassa oli multa monesti varsin kuivaa. Tällöin saattoi panna merkille, että ruudun yläpintaa kulkevat juuret olivat kasvaneet yleensä hitaasti, kun sitävastoin saman taimen syvemmälle ulottuvat juuret osoittivat samaan aikaan voimakasta pituuskasvua.

Todellisempi kuva taimitarhataimien juurten keskimääräisestä pituuskasvun kulusta saadaan laskemalla keskiarvot kaikkien saman puulajin taimien kaikista niistä juurista, joista havaintoja on tehty. Nämä keskiarvot näkyvät taulukosta 11. Tähän taulukkoon on myös otettu keskimääräisiä pituuskasvuja vastaavat suurimmat ja pienimmät kasvut sekä lisäksi havaintoaikojen väliset sademäärät ja alimmat ja korkeimmat lämpötilat. Alimman lämpötilan määräämisessä on käytetty maan pinnalla olevaa maksimi- ja minimilämpömittaria, korkeimman lämpötilan toteamisessa 2 m:n korkeudella maasta pidettyä samanlaista lämpömittaria.

Tuloksista näkyy, että juurten pituuskasvun kulku kesäkuukausina on tutkittavina olleiden puulajien taimilla samansuuntainen. Suurimmillaan kasvu on männyllä ja lehtikuusella elokuun loppupuoliskolla, kuusella samoin kuun alkupuoliskolla. Tällöin se lehtikuusella on keskimäärin 5.1 sm, kuusella 4.0 sm ja männyllä 3.4 sm. Toukokuussa toimitetusta koulituksesta lähtien pituuskasvu on kohonnut edellä mainittuun maksimiinsa verraten tasaisesti sekä laskenut siitä syyskuuhun myös säännöllisesti. Taimien juurten kasvu

Taulukko 11. Koulittujen taimien juurten keski-

Tabelle 11. Der durchschnittliche Längenzuwachs der Wur-

Havaintojen teko-aika *Zeit der Messungen*	Kuusi — *Fichte* Tutkittujen juurten *Gemessene Wurzeln*				Mänty — *Kiefer* Tutkittujen juurten *Gemessene Wurzeln*			
	lukumäärä, kpl. *Anzahl, St.*	kasvavan osan *Längenzuwachs, cm*			lukumäärä, kpl. *Anzahl, St.*	kasvavan osan *Längenzuwachs, cm*		
		keskipituus, sm *durchschnittl.*	maksimi, sm *höchstens*	minimi, sm *mindestens*		keskipituus, sm *durchschnittl.*	maksimi, sm *höchstens*	minimi, sm *mindestens*
Toukok. 15 *Mai*	7	**0.46**	0.80	0.25	13	**0.22**	0.40	0.05
» 23 Kesäk. 7	20	**1.01**	4.65	0.35	22	**0.59**	1.85	0.05
Juni	32	**1.81**	5.85	0.60	41	**1.24**	5.20	0.25
» 20 Heinäk. 5	37	**2.29**	7.80	0.25	44	**2.33**	12.85	0.25
Juli	34	**2.74**	5.95	0.65	41	**2.48**	4.85	0.45
» 17 Elok. 2	36	**3.67**	9.65	1.00	30	**2.55**	5.95	0.50
August	25	**3.97**	7.20	1.00	25	**3.41**	9.60	0.95
» 17	19	**3.70**	11.30	0.70	21	**3.43**	11.80	0.65
» 30 Syysk. 12	12	**1.65**	3.55	0.80	20	**2.16**	4.40	0.70
September	10	**0.96**	2.95	0.20	9	**0.53**	1.45	0.15
» 26 Lokak. 10 *Oktober*	3	**1.03**	1.60	0.30	—	—	—	—

jatkuu näin ollen koko varsinaisen kesäkauden: kuusella tässä tapauksessa toukokuun 15 päivästä lokakuun 10 päivään eli 148 päivää, männyllä toukokuun 15 päivästä syyskuun 26 päivään eli 134 päivää ja lehtikuusella toukokuun 15 päivästä syyskuun 12 päivään eli 120 päivää. Maksiminsa kaikki puulajit saavuttavat n. 3 kuukautta koulituksesta, ja tästä lukien kuusen juuri jatkaa kasvuaan kauimmin eli n. 2 kuukautta, männyn n. 1.5 kuukautta ja lehtikuusen n. 1 kuukauden. Eroa eri puulajien kesken on siis kysymyksessä olevassa suhteessa siinä, että siperialaisen lehtikuusen juurten kasvukausi on suhteellisen lyhyt ja juurten kasvu tänä aikana suhteellisen voimakas, pisin kasvukausi on kuusella, jonka juuret kasvavat myös verraten voimakkaasti, männyn juurten kasvukausi on taas pituutensa puolesta edellisten välillä, mutta juurten kasvu on heikompaa kuin lehtikuusella ja kuusella.

Tarkastettaessa taulukossa 11 olevien tutkittujen juurten lukumääriä, huomaa kaikkien puulajien taimilla tämän juurten luvun koulitusajasta lähtien säännöllisesti ja voimakkaasti lisääntyvän. Tämä osoittaa, että taimille syntyvien uusien adventiivijuurien synty

määräinen pituuskasvu kesäkauden eri aikoina.
zeln der verschulten Pflanzen während der Sommermonate.

Lehtikuusi — *Lärche* Tutkittujen juurten *Gemessene Wurzeln*				Havaintoaikojen välinen *Zwischen den Messungszeiten*		
lukumäärä, kpl. *Anzahl, St.*	kasvavan osan *Längenzuwachs, cm*			sademäärä, mm *Niederschlagsmengen, mm*	lämpötila, C°	
	keskipituus, sm *durchschnittl.*	maksimi, sm *höchstens*	minimi, sm *mindestens*		alin maan pinnalla *war die niedrigste Temperatur am Boden, C°*	ylin ilmassa *war die höchste Temperatur in der Luft, C°*
3	**0.17**	0.30	0.10	8.5	—2.4	+10.5
16	**0.46**	1.55	0.15	9.3	—0.8	+15.3
34	**1.40**	3.55	0.15	26.2	+6.3	+18.7
35	**3.03**	12.00	0.40	11.5	+9.8	+26.4
31	**3.55**	17.05	0.65	2.6	+6.9	+20.8
21	**3.78**	15.60	0.65	31.4	+9.2	+21.2
15	**5.08**	15.10	1.75	40.5	+11.0	+21.1
7	**5.14**	15.20	1.05	37.9	+8.2	+15.7
6	**1.88**	4.15	0.80	20.0	+7.8	+16.0
—	—	—	—	45.6	+4.1	+13.9
—	—	—	—	51.5	+3.6	+10.3

on vilkkaimmillaan n. 6—8 viikon ajan koulimisen jälkeen. Kokeen laadusta ja siinä esiintyneistä lasin pinnalla olevan maan kuivumisesta johtuu epäilemättä osaltaan se, että lasin läpi huomattavissa olevien juurten lukumäärä heinäkuun puolivälistä lukien verraten jyrkästi aleni.

Vuoden 1935 kesäkauden lämpötilojen vaihtelut eivät näytä ratkaisevammin vaikuttaneen taimien juurten pituuskasvuun. Sen sijaan voisi ajatella, että lehtikuusen ja männyn juurten säännöllisessä pituuskehityksessä heinäkuun toisen puoliskon aikana sattunut pienehkö pysähdys johtuu ainakin osaltaan heinäkuun alkupuoliskon kuivuudesta.

Kokeeseen I b käytettyjen isojen kuusten ja 2 vuotta koulittuina olleiden kuusten taimien juurten pituuskehitys on ollut suurin piirtein sama kuin kokeen I a. Yksityisten juurten kehitystä tarkatessa näyttää siltä, että juurien pituuskasvun kulku on ollut jonkin verran yhdenmukaisempaa kuin edellisessä tapauksessa. Tämä johtunee siitä, että puheena oleva koe on suoritettu luonnollisemmissa oloissa kuin edellinen. Kuitenkin näyttää juurten kasvu näissäkin oloissa häiriytyvän siten, että metsämaan humuskerroksessa, etenkin juurten kasvaessa kivien ja kallioiden pintaa pitkin, ne metakutisoituvat

varsin runsaasti, ts. juurten pituuskasvun pysähtyessä kasvupiste peittyy ruskeaan korkkisolukkoon. Samalla tavalla käy vahingoittuneiden juurien päidenkin.

Taulukko 12. Paikoillaan olleiden kuusten juurien pituuskasvu kesäkauden kuluessa.

Tabelle 12. Der durchschnittliche Längenzuwachs der Wurzeln bei den während längerer Zeit an derselben Stelle gewachsenen Fichten.

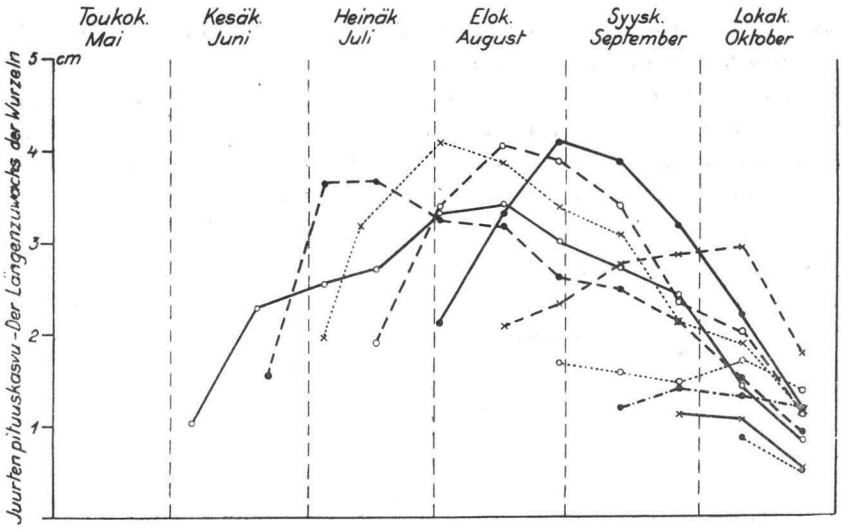
Havaintojen tekoaika *Zeit der Messungen*	Tutkittujen juurten *Gemessene Wurzeln*			
	lukumäärä, kpl. *Anzahl, St.*	kasvavan osan *Längenzuwachs, cm*		
		keskipituus, sm *durchschnittl.*	maksimi, sm *höchstens*	minimi, sm *mindestens*
Toukok. 15 *Mai*	14	0.38	0.90	0.05
» 23 Kesäk. 7	23	2.21	7.10	0.05
Juni	17	2.26	5.60	0.20
» 20 Heinäk. 5	12	4.35	12.65	1.60
Juli	7	3.66	4.10	2.70
» 17 Elok. 2	3	4.78	6.65	1.40
August	3	6.40	10.50	3.05
» 17	3	2.23	2.55	1.60
» 30 Syysk. 12	3	1.43	2.55	0.85
September	1	0.80	0.80	0.80
» 26 Lokak. 10 *Oktober*	—	—	—	—

Edellisen kokeen mukaisesti on taulukkoon 12 yhdistetty tulokset keskiarvoina juurten kahden perättäisen havaintoajan välillä saavuttamista kasvupituuksista. Tämä laskelma koskee sekä metsässä että taimitarhassa kasvaneita juuria. Pituuskasvujen keskiarvojen lisäksi taulukossa on juurten samanaikaiset maksimi- ja minimikasvut. Edellisestä johtuvan aineiston epäyhtenäisyyden ja maaperän vaihtelevaisuuden vuoksi virhemahdollisuudet lopputuloksissa eivät ole ainakaan pienemmät kuin kokeessa I a.

Verrattaessa kokeen I b tuloksia kokeen I a:n vastaaviin tuloksiin näyttää todennäköiseltä, että edellisessä kokeessa juurten pituuskasvu riippuu herkemmin ja välittömämmin sääsuhteista kuin jälkimmäisessä. Tämä voi olla selitettävissä siten, että koe I b koskee pintajuuria, joista lisäksi osa kulkee sään vaihteluille alttiissa pintaturpeessa. Kokeessa I a taas verraten suuri osa tutkituista juurista on sijainnut huomattavasti syvemmällä.

Kokeen II tuloksista on laadittu yhdistelmä siten että riittävän suuren aineiston saantia varten on laskettu sekä eheä- että typistettyjuurisia taimia koskevat keskiarvot. Yhteistä tässä ja kokeessa I a saaduille tuloksille on etenkin se, että kasvavien adventiivijuurien lukumäärä on yleensä, aivan myöhään toimitettuja koulituksia lukuunottamatta, suurimmillaan 6—8 viikon kuluttua koulituksesta. Näiden juurien synty on tässä tapauksessa ollut männyn taimilla suhteellisesti paljon pienempi kuin kuusen taimilla. Missä määrin edellisten alhaisempi ikä on tähän syynä, on vaikea sanoa. Kuusella huomattavan adventiivijuurten luvun tasaisen nousun jälkeen tapahtuva lasku tai pieni vaihtelu juurimäärissä saanee selvityksensä siitä, että myöhemmin otettujen näytteiden yhä laajemmalle ulottuvat juuret katkeilevat helpommin taimia ylösotettaessa. Osaltaan on varmaan syksypuolella kostea ja myöhemmin osittain jäätynytkin maa vaikuttanut samaan suuntaan.

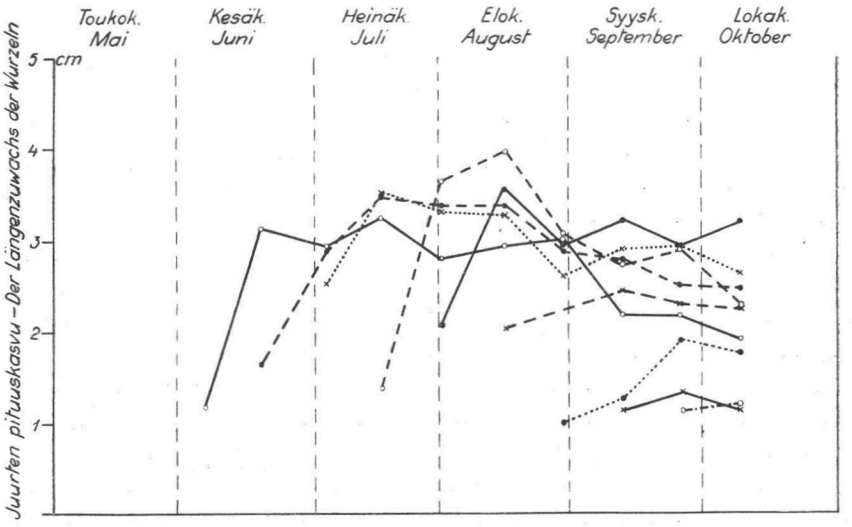
Mitä tulee juurten pituuskasvuun, on se näissäkin kokeissa, mikäli koulitus on suoritettu viimeistään heinäkuun puolivälissä, ollut useimmiten suurimmillaan elokuun aikana. Tämä selviää havainnollisesti kuvista 6 ja 7, joista edellinen koskee kuusen, jälkimmäinen männyn taimia. Vielä mainittuna ajankohtana koulittujen taimien juurten suurin pituuskasvu on noussut samaksi kuin aiemmin koulittujen. Elokuun alussa ja sitä myöhemmin koulittujen taimien juurten pi-



Kuva 6. Eri aikoina koulittujen kuusten tainten juurten pituuskehitys.

Abb. 6. Längenzuwachs bei den Wurzeln der zu verschiedenen Zeiten verschulten Fichtenpflanzen.

tuuskehitys on suhteellisesti paljon hitaampaa; vain harvoissa tapauksissa pituuskasvu enää lisääntyy, ja syyskuun alussa koulituilla taimilla se koulituksen jälkeen useimmiten laskee.



Kuva 7. Eri aikoina koulittujen männyn tainten juurten pituuskehitys.

Abb. 7. Längenzuwachs bei den Wurzeln der zu verschiedenen Zeiten verschulten Kiefernpflanzen.

Kuusen juurien painoa koskevista luvuista voi päätellä, että 2-vuotisina koulittujen kuusten juuristo kehittyy ensimmäisenä koulituskesänä, jos koulitus toimitetaan viimeistään heinäkuun puolivälissä, siinä määrin, että sen paino käy keskimäärin 3—5 kertaiseksi. Juurten painon lisäys on useimmiten suhteellisesti suurin koulitusta seuranneen ensimmäisen kuukauden aikana.

Edellä selostettuihin kokeihin liittyen järjestettiin Punkaharjun taimitarhassa seuraavat koulituskokeet, johon käytettiin 2-kesäisiä kuusen taimia. Tarkastustilaisuudessa lokakuun 20 päivänä 1936 taimien ikä oli 2+1 kesää.

Koulitusaika	Kokeessa taimia kpl.	Koulituksen jälkeen kuollut, %	Taimien keskipituus 20/10 1936, sm
13/8 1935	446	5.7	17.8
29/8 »	447	5.9	18.7
10/9 »	300	5.6	17.4

Mitään oleellista eroa ei tässä tapauksessa tullut esiin elokuun puolivälissä, elo- ja syyskuun vaihteessa ja syyskuun puolivälissä

koulittujen kuusen tainten kasvussa ja kuolleisuudessa. Myös rehevyysasteeltaan taimet olivat samanlaisia.

Kesäkauden eri aikoina tapahtuvasta koulituksesta puheen ollen on syytä mainita, että useissa Keski-Euroopan taimitarhoissa suurin osa havupuiden taimista koulitaan elokuussa (m. m. K a c h e, 1929). Tätä koulitusaikaa pidetään edullisempana kuin kevättä: taimet varttuvat seuraavana kesänä voimakkaammin ja säännöllisemmin. Mainittavaa kuitenkin on, että näissä taimitarhoissa on hyvät kastelulaitteet, joilla taimilavat voidaan koulituksen tapahduttua kastella perusteellisesti sekä jatkaa kastelua tarpeen mukaan myöhemminkin. Lisäksi koulitusrivien väliin levitetään heti koulituksen jälkeen kompostilantaa, joten kosteussuhteet tästäkin syystä tulevat olemaan edulliset. Tähän aikaan kesästä toimitetuista kuusen taimien koulituksista on meilläkin saatu varsin hyviäkin tuloksia, jos taimitarhamaa on hikevää ja riittävää kosteutta on saatu taimille joko sateena tai keinokastelulla. Taimitarhamaan laatu ja sen kastelun mahdollisuudet ratkaisevatkin lähinnä tämän koulitusajan käytön. Kuten juurten kasvua koskevien selvittelyjen perusteella voi päätellä, ovat edellytykset elokuun alussa suoritettujen koulitusten onnistumiseen sikäli hyvät, että taimet — mikäli maassa on riittävästi kosteutta — ehtivät vielä ennen maan jäätymistä juurtua verraten hyvin.

Kysymystä syys- ja kevätkoulituksen sopivaisuudesta tavallisimpien metsäpuiden taimille on tämän tutkimuksen yhteydessä valaistu sekä Ruotsinkylään että Punkaharjulle järjestetyillä kokeilla. Näissä tapauksissa syyskoulitus (lokakuun puolivälissä suoritettu) on antanut epäedullisemman tuloksen kuin samoilla taimilla seuraavana keväänä tehty koulitus: koulituksen jälkeen on edellisissä ollut kuolleiden taimien osuus poikkeuksetta suurempi, taimien ja juuriston keskipituus kokeen päättyessä pienempi ja taimien laatu huonompi.

Edellä saatua tulosta ei voida yleistää kaikkia tapauksia koskevaksi. Onhan tunnettua, että hedelmäpuu- ja puistopuiden kasvatuksissa ja istutuksissa hyvällä menestyksellä käytetään syyskoulitusta ja -istutusta. Viime aikoina suuressa mitassa käytetyistä kuusen syysistutuksista saatu kokemus on myös omiaan tukemaan sitä käsitystä, että sopivaan aikaan suoritetut syyskoulituksetkin voivat antaa tyydyttäviä tuloksia. Kevätkoulitus- ja istutusajan lyhyys sellaisilla nopeasti kasvunsa alottavilla puulajeilla kuin koivulla ja lehtikuusella aiheuttavat myös syyskoulituksen ja -istutuksen käyttämisen niille puulajeille.

Sen perusteella mitä edellä on käynyt selville voidaan tehdä seuraavat päätelmät: Yleisin ja useimmissa tapauksissa varmin koulitusaika on kevät ennen lehtisilmujen puhkeamista ja pituusversojen

Taulukko 13. Eheä- ja katkojuuristen

Tabelle 13. Vergleich zwischen Pflanzen mit normalen

L = lautakoulitus. *Mit Brett verschult.* P = puikkokoulitus. *Mit Pflanz-*

N:o	Puulaji *Holzart*	Juurien käsittely *Wurzeln*	Koulitustapa *Verschulungsmethode*	Taimien ikä koulittaessa *Verschulungsalter der Pflanzen*	Koulitusaika *Verschulungszeit*	Tarkastusaika *Messungszeit*	Koulituksen jälkeen talvista kuolut % *Nach der Verschulung vom Winter Pflanzen abgestorben %*
1	Kuusi	E	L	2+0	$^{16}/_{5}$ 34	$^{28}/_{9}$ 35	1
	Fichte	K	»	»	»	»	2
2	Siperial. lehtikuusi	E	»	1+0	»	»	6
	Sibir. Lärche	K	»	»	»	»	5
3	»	E	»	2+0	»	»	0
	»	K	»	»	»	»	0
4	Europal. lehtikuusi	E	»	1+0	»	»	42
	Europ. Lärche	K	»	»	»	»	41
5	Kuusi	E	P	2+0	$^{26}/_{5}$ 34	$^{18}/_{9}$ 35	20
	Fichte	K	»	»	»	»	15
6	»	E	L	»	»	»	10
	»	K	»	»	»	»	12
7	»	E	P	1+0	»	»	72
	»	K	»	»	»	»	61
8	»	E	L	»	»	»	58
	»	K	»	»	»	»	60
9	»	E	»	3+0	»	»	15
	»	K	»	»	»	»	16
10	»	E	P	3+0	»	»	14
	»	K	»	»	»	»	13
11	Mänty	E	L	1+0	»	»	—
	Kiefer	K	»	»	»	»	—
12	»	E	P	»	»	»	—
	»	K	»	»	»	»	—
13	Siperial. lehtikuusi	E	L	1+0	»	»	—
	Sibir. Lärche	K	»	»	»	»	—
14	»	E	P	»	»	»	—
	»	K	»	»	»	»	—
15	Kuusi	E	L	2+0	$^{18}/_{5}$ 34	$^{12}/_{10}$ 34	—
	Fichte	K	»	»	»	»	—
16	Siperial. lehtikuusi	E	»	1+0	»	»	—
	Sibir. Lärche	K	»	»	»	»	—
17	»	E	»	2+0	»	»	—
	»	K	»	»	»	»	—
18	Europal. lehtikuusi	E	L	1+0	$^{18}/_{5}$ 34	$^{12}/_{10}$ 34	—
	Europ. Lärche	K	»	»	»	»	—
19	Mänty	E	»	»	$^{26}/_{5}$ 34	$^{29}/_{9}$ 34	31
	Kiefer	K	»	»	»	»	42
20	»	E	P	»	»	»	30
	»	K	»	»	»	»	40
21	Siperial. lehtikuusi	E	L	1+0	»	»	45
	Sibir. Lärche	K	»	»	»	»	42
22	»	E	P	»	»	»	64
	»	K	»	»	»	»	67
23	Kuusi	E	L	2+0	»	»	—
	Fichte	K	»	»	»	»	—

taimien koulituksen vertailua.

und solchen mit gekürzten Wurzeln.

bohrer verschult. E = eheät juuret. *Normal.* K = typistetyt juuret. *Gekürzt.*

Taimien keskipituus, sm *Durchschnittl. Höhe der Pflanzen, cm*	Viimeisen vuosikasvaimen keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der letzten Jahrestriebe, cm*	50 taimen paino, gr *Gewicht von 50 Pflanzen, g*	Juuriston paino % taimien koko painosta *Gewicht der Wurzeln in % des Gesamtgewichtes der Pflanzen*	Juuriston keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Wurzeln, cm*	Elävistä taimista kuuluu % seuraaviin hyvyysluokkiin *In % der lebenden Pflanzen gehören zu den Güteklassen*				
					I	II	III	IV	V
29.1	15.9	1 123	24	26.5	16	36	46	2	—
21.2	8.6	810	28	26.4	6	19	48	27	—
42.0	26.9	863	28	27.4	15	35	47	3	—
40.8	23.8	773	28	26.4	10	27	61	2	—
87.9	50.0	3 500	15	30.4	31	37	32	—	—
70.3	41.0	3 079	19	29.7	16	36	47	1	—
32.3	20.5	1 098	38	28.3	9	19	52	20	—
33.8	20.2	1 435	22	28.0	10	22	50	18	—
22.9	7.4	620	34	22.6	—	44	31	19	6
21.5	7.9	652	28	22.2	—	49	25	23	3
24.5	9.7	852	27	26.6	—	54	38	6	2
21.8	7.1	644	29	23.8	—	50	27	20	3
8.7	4.6	33	24	14.5	—	18	25	47	10
7.3	3.4	60	25	12.9	—	5	28	44	23
12.9	6.6	63	24	18.2	—	40	29	24	7
7.5	3.9	27	30	15.4	—	10	43	25	22
32.5	9.4	2 103	32	30.5	2	58	31	7	2
25.9	7.7	1 420	30	25.5	—	51	37	10	2
32.5	9.8	2 075	30	31.3	12	69	15	4	—
29.2	7.8	1 778	32	29.3	—	56	35	9	—
14.3	8.4	694	17	20.9	12	34	42	8	4
13.9	9.5	692	17	20.9	20	24	44	12	—
13.8	8.1	717	16	20.2	12	28	54	6	—
12.4	8.3	636	15	19.8	6	26	46	22	—
33.9	20.7	293	31	21.9	20	44	24	12	—
33.0	21.9	273	26	19.6	34	42	20	4	—
34.1	25.0	238	30	19.5	28	48	18	6	—
27.7	19.9	237	27	18.3	24	32	44	—	—
14.2	5.2	360	49	—	16	45	35	4	—
11.2	3.8	202	50	—	5	37	52	6	—
16.1	11.4	150	60	—	36	38	26	—	—
16.3	11.2	139	53	—	36	40	24	—	—
43.0	18.6	1 191	42	—	42	23	29	6	—
38.1	16.5	1 023	44	—	25	41	26	8	—
12.0	7.8	180	50	—	20	60	17	3	—
10.8	7.4	179	49	—	20	58	16	6	—
—	—	157	38	—	—	—	—	—	—
—	—	145	38	—	—	—	—	—	—
—	—	87	37	—	—	—	—	—	—
—	—	47	54	—	—	—	—	—	—
—	—	71	44	—	—	—	—	—	—
—	—	79	41	—	—	—	—	—	—
—	—	54	37	—	—	—	—	—	—
—	—	43	42	—	—	—	—	—	—
—	—	245	38	—	—	—	—	—	—
—	—	206	43	—	—	—	—	—	—

Taulukko 13
Tabelle 13

N:o	Puulaji *Holzart*	Juurien käsittely *Wurzeln*	Koulitustapa *Verschulungsmethode*	Taimien ikä koulittaessa *Verschulungsalter der Pflanzen*	Koulitusaika *Verschulungszeit*	Tarkastusaika *Messungszeit*	Koulituksen jälkeen taimista kuolut, % *Nach der Verschulung von den Pflanzen abgestorben, %*
24	Kuusi ..... *Fichte*	E	P	2+0	$^{26}/_{5}$ 34	$^{29}/_{9}$ 34	—
	»	K	»	»	»	»	—
25	»	E	L	»	/$_{5}$ 33	»	—
	»	K ⅓	»	»	»	»	—
	»	K ½	»	»	»	»	—
26	»	E	»	»	$^{1}/_{6}$ 33	»	—
	»	K ⅓	»	»	»	»	—
	»	K ½	»	»	»	»	—
27	»	E	»	»	/$_{5}$33	$^{28}/_{9}$ 34	0
	»	K ⅓	»	»	»	»	0
	»	K ½	»	»	»	»	2
28	»	E	»	»	/$_{6}$ 32	»	—
	»	K	»	»	»	»	—
29	»	E	P	»	»	»	—
	»	K	»	»	»	»	—

Taulukko 14. Eri koulitus-
Tabelle 14. Gegenseitiger Vergleich

N:o	Puulaji *Holzart*	Koulimisetäisyys sm × sm *Verschulungsverband cm × cm*	Koulitustapa *Verschulungsmethode*	Taimien ikä koulittaessa *Verschulungsalter der Pflanzen*	Koulitusaika *Verschulungszeit*	Tarkastusaika *Messungszeit*	Koulituksen jälkeen taimista kuolut, % *Nach der Verschulung von den Pflanzen abgestorben, %*
1	Kuusi — *Fichte*	6 × 12.5	L	2 + 0	$^{26}/_{5}$ 34	$^{18}/_{9}$ 35	11
»	»	8 × 12.5	»	»	»	»	12
»	»	10 × 12.5	»	»	»	»	12
2	»	6 × 12.5	»	1 + 0	»	»	44
»	»	8 × 12.5	»	»	»	»	50
»	»	10 × 12.5	»	»	»	»	54
3	»	6 × 12.5	»	»	$^{16}/_{5}$ 34	$^{28}/_{9}$ 35	26
»	»	8 × 12.5	»	»	»	»	29
»	»	10 × 12.5	»	»	»	»	42
4	»	6 × 12.5	P	»	»	»	32
»	»	8 × 12.5	»	»	»	»	33
»	»	10 × 12.5	»	»	»	»	31
5	»	6 × 12.5	L	2 + 0	»	»	3
»	»	8 × 12.5	»	»	»	»	3
»	»	10 × 12.5	»	»	»	»	2
6	»	6 × 12.5	P	»	»	»	3
»	»	8 × 12.5	»	»	»	»	3
»	»	10 × 12.5	»	»	»	»	5

(jatkoa).
(Forts.)

Taimien keskipituus, sm *Durchschnittl. Höhe der Pflanzen, cm*	Viimeisen vuosikasvaimen keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der letzten Jahrestriebe, cm*	50 taimen paino, gr *Gewicht von 50 Pflanzen, g*	Juuriston paino % taimien koko painosta *Gewicht der Wurzeln in % des Gesamtgewichtes der Pflanzen*	Juuriston keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Wurzeln, cm*	Elävistä taimista kuuluu % seuraaviin hyvyysluokkiin *In % der lebenden Pflanzen gehören zu den Güteklassen* I	II	III	IV	V
—	—	150	41	—	—	—	—	—	—
—	—	172	43	—	—	—	—	—	—
—	—	1 148	24	—	—	—	—	—	—
—	—	1 362	23	—	—	—	—	—	—
—	—	1 204	26	—	—	—	—	—	—
—	—	139	27	—	—	—	—	—	—
—	—	148	29	—	—	—	—	—	—
—	—	124	29	—	—	—	—	—	—
26.4	11.6	—	—	—	63	31	3	—	—
29.4	13.2	—	—	—	81	15	4	—	—
24.8	9.8	—	—	—	50	39	9	2	—
14.4	3.3	—	—	—	—	86	12	2	—
13.9	3.2	—	—	—	—	73	27	—	—
11.2	2.7	—	—	—	—	51	49	—	—
12.2	2.7	—	—	—	—	50	44	6	—

tiheyksien vertailua.
der verschiedenen Verschulungsverbände.

Taimien keskipituus sm *Durchschnittl. Höhe der Pflanzen, cm*	Viimeisen vuosikasvaimen keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der letzten Jahrestriebe, cm*	50 taimen paino, gr *Gewicht von 50 Pflanzen, g*	Juuriston paino % taimien koko painosta *Gewicht der Wurzeln in % des Gesamtgewichtes der Pflanzen*	Juuriston keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Wurzeln, cm*	Elävistä taimista kuuluu % seuraaviin hyvyysluokkiin *In % der lebenden Pflanzen gehören zu den Güteklassen* I	II	III	IV	V
29.4	10.2	932	27	25.2	—	53	35	12	—
28.3	9.7	843	27	23.8	—	43	32	21	4
28.1	10.4	1 035	28	27.9	—	25	54	21	—
13.3	8.6	57	23	17.1	—	45	48	7	—
9.5	4.8	36	25	14.1	—	18	44	24	14
12.4	6.7	52	25	14.2	—	27	45	22	6
14.0	7.9	304	32	23.6	—	12	69	16	3
14.1	7.1	275	29	23.4	—	14	54	32	—
12.1	6.2	230	37	22.4	2	9	61	24	4
12.6	6.8	232	35	24.4	—	6	62	30	2
12.9	7.0	246	32	22.5	—	—	63	36	1
11.7	6.1	218	35	22.6	—	3	54	36	7
24.4	12.6	1 076	25	26.6	5	26	62	7	—
24.4	12.8	1 158	26	30.1	2	29	63	5	1
25.3	14.1	1 642	25	28.9	5	37	53	5	—
24.4	12.6	1 090	25	26.4	2	27	68	3	—
24.7	12.5	1 238	27	28.1	3	28	63	6	—
24.2	11.4	1 341	27	28.2	3	24	51	22	—

huomattavampaa kasvua. Koulituksen jälkeen taimien juuristo laajenee suhteellisesti eniten 6—8 ensimmäisen viikon aikana, sillä silloin on uusien adventiivijuurien muodostuminen sekä ehyt- että typistettyjuurisilla taimilla nopeimmillaan. Suurin pituuskasvunsa juurilla on elokuussa, siis ajankohtana, jolloin taimien pituuskasvu on päättynyt. Jos taimitarhamaa on hikevä, kesä sateinen tai taimimaan keinokastelu on mahdollinen, voi tähän aikaan, mieluimmin ennen elokuun alkua, toimitettu kouliminen antaa hyviä tuloksia, etenkin kuuselle. Epävarmempi sen käyttö on männylle, jonka adventiivijuurten muodostuminen ja juurten pituuskasvukin on heikompaa. Joskin varsinainen syyskoulitus on kokeissa antanut tavallisten metsäpuitten taimille epäedullisemman tuloksen kuin kevätkoulitus, on sitä kuitenkin käytettävä erinäisissä tapauksissa.

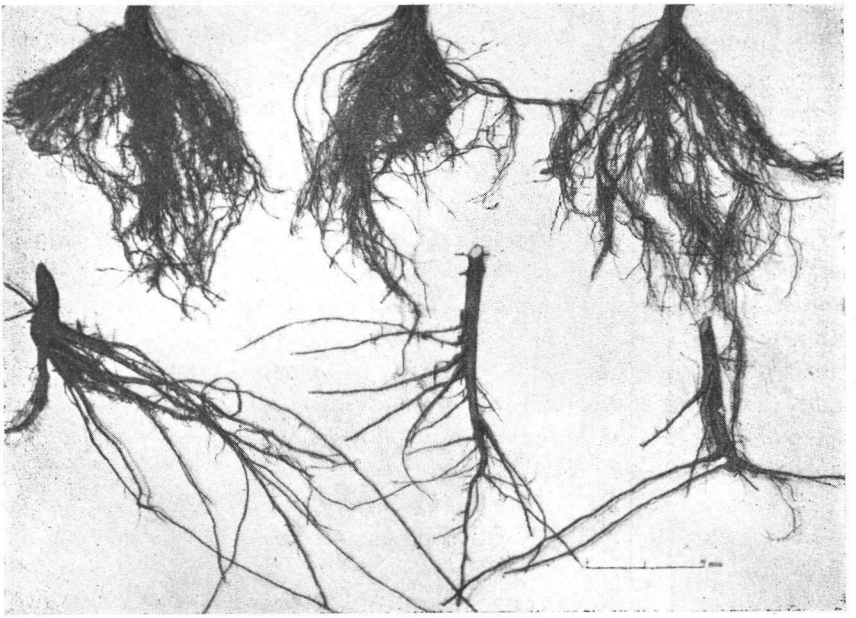
Taimitarhataimien rakenne.

Kunnolliselta tavallisten metsäpuiden taimitarhataimelta vaaditaan yleensä seuraavat rakenteelliset ominaisuudet. Taimen varren tulee olla haarautumaton, hyvin varttunut ja tanakka. Oksiston on oltava säännöllisesti joka puolelle kehittynyt ja kohtalaisen tuuhea. Neulasten koon ja värin tulee osoittaa taimen hyvää kasvuvoimaa. Varsin tärkeä osa taimesta on sen juuristo. Sen tulee olla mahdollisimman tuuhea ja samalla verraten pienen tilan ottava. Nämä ehdot täyttää taimi, jossa ensiasteisia juuria on vain vähän sekä ohuita, tiheässä kasvavia ja pienen tilan ottavia juurenhaaroja ja adventiivijuuria runsaasti. Tässä mielessä juuristonsa puolesta huonoa ja hyvää taimitarhatainta valaisee kuva 8. Kunnollisen taimen juuristo on lisäksi oikeassa suhteessa taimen maanpäällisiin osiin, ei suhteettoman heikko eikä myöskään suhteettoman laaja. Taimen istutuksen kannalta metsään on myös tärkeätä, ettei juuristo ole kohtuuttoman syvä ja että sen suuntaaminen haluttuun asentoon on mahdollinen.

Taimitarhataimen edulliseen rakenteeseen pyritään taimitarhan maan sopivalla laadulla, maan muokkaamisella, kosteus- ja ravintosuhteiden järjestelyllä, tarkoituksenmukaisilla taimitiheyksillä ja ennen kaikkea koulituksilla. Kun oli otaksuttavaa, että olosuhteet näissä suhteissa vaihtelivat v. 1934 Suomen eri taimitarhoissa, kerättiin, kuten edellä on mainittu, niistä taiminäytteitä ennen kaikkea taimitarhataimien rakenteellisten erojen selvittämiseksi. Tulosyhdistelmästä otetaan tähän vain seuraavat puulajittaiset tiedot:

Mänty. Nuorimmista, 1-vuotisista, männyn taimista epäilemättä taimitarha H:n taimet ovat rakenteellisesti parhaat; taimien varret ovat kohtalaisen pitkät (6.1 sm), maanpäälliset osat tuuheat

(keskipaino tainta kohden 0.1257 gr), juuristo suhteellisen pinnallinen (keskipituus 8.5 sm) ja tuuhea (keskipaino 0.0394). Näihin verraten taimitarhan F taimet ovat tuntuvasti huonompia. Niiden keskipituus on hiukan suurempi (6.4 sm), mutta maanpäällisen osan paino (0.0530 gr) vain 42 % ja juuriston paino (0.0198 gr) 50 % H-taimitarhan taimien vastaavasta painosta. Nämä taimet ovat siis liian



Kuva 8. Kunnollisen (ylhäällä) ja huonon (alhaalla) taimitarhataimen juuriston rakenne. — Ylhäällä 1 + 2-vuotisen ja alhaalla 2 + 1 + 1-vuotisen siperial. lehtikuusen taimien juuristoa.

Abb. 8. Wurzelbildung guter (oben) und schlechter (unten) Baumschulpflanzen. — Oben 1 + 2jährige und unten 2 + 1jährige sibir. Lärche.

pitkiä, honteloita, vähäneulaisia, pitkä- ja heikkojuurisia. Verraten hyviä, tuuheita, tanakaita ja hyväjuurisia ovat myös I-taimitarhan taimet. Niiden varren pituus on 5.8 sm, paino 0.0707 gr ja juurten paino 46.7 % varren painosta. E-taimitarhasta on saatu liian pieniä ja suhteellisesti heikkojuurisia taimia. Vastaavat luvut ovat 4.6 sm, 0.0463 gr ja 30.3 %.

Jos 1-vuotisiin männyn taimiin verrataan 1+1-vuotisia saman puulajin taimia, huomataan, että jälkimmäiset täyttävät ihannetaimelle asetettavat vaatimukset vielä paremmin. H-taimitarhan nämä

taimet ovat suhteellisesti vieläkin tanakampia ja reheväjuurisempia kuin saman taimitarhan vuotta nuoremmat koulimattomat taimet: taimien maanpäällisen osan keskipaino on koulituksen jälkeen tullut n. 6-kertaiseksi, juuriston paino 7-kertaiseksi.

H-taimitarhan 1+2-vuotisia ja F-taimitarhan 2+1-vuotisia männyn taimia keskenään verrattaessa näyttää ilmeiseltä, että edelliset ovat, maanpäällisen osan rehevyydestä ja suuresta painosta (9.37 gr) huolimatta, jälkimmäisiä (5.86 gr) huonompia istutustarkoituksiin. Niiden juuristo on suhteellisen heikko (paino vain 19.1 % maanpäällisten osan painosta, kun F-taimitarhan taimien vastaava luku on 40.7) myös siinä suhteessa, että ohuiden ja keskinkertaisten juurten absoluuttinen määrä on pieni.

K u u s i. Myös koulimattomissa kuusen taimissa on huomattavia rakenteellisia eroavaisuuksia; on verraten lyhyitä ja tanakaita 1-kesäisiä taimia (taimitarha E) ja suhteellisesti pitkiä, hentoja ja heikkojuurisia (G). Samantapaisia vaihteluita on myös 2-kesäisissä koulimattomissa taimissa. 2 ja 1+1 vuotta vanhojen taimien vertailu osoittaa, että jälkimmäisissä on suhteellisesti enemmän hienoja juuria kuin edellisissä. 1+2- ja 2+1-kesäisten taimien kesken ei tämä ero ole näin selvä. Tätä vanhemmissa taimissa vahvojen juurten osuus lisääntyy huomattavasti, joskin vaihtelut ovat verraten suuret.

K o i v u. Koivun taimille on ominaista vahvojen juurien suhteellinen runsaus. Tämä on havaittavissa jo 1-kesäisissä taimissa (13—35 % juurten koko painosta).

L e h t i k u u s i. Pyrkimys suhteellisen vahvojen juurien muodostumiseen on havaittavissa myös lehtikuusen taimilla ja sitä selvemmin, kuta pitemmän ajan ne saavat olla koulimattomina (kuva 8). Tässä suhteessa ovat valaisevia etenkin 1+1+1- ja 1+3-kesäiset taimet, joista jälkimmäisiltä puuttuvat hienot juuret melkein kokonaan, kun taas edellisen juurista (painon mukaan arvioiden) noin puolet on tällaisia.

Yleistuloksina edellä mainituista taimitarhataimien rakennetta koskevista selvittelyistä ja kokeista voidaan mainita seuraavaa: Eri taimitarhoissa kasvatettujen saman puulajin samanikäisten ja samalla tavalla käsiteltyjen taimien rakenne vaihtelee verraten paljon. Eroavaisuudet eivät koske vain taimien kokoa ja rehevyysastetta vaan myös juuristoa ja sen rakennetta. Näin ollen eri taimitarhojen taimilla voi olla varsin erilainen käyttöarvo. Kouliminen lisää tätä käyttöarvoa etenkin sen johdosta, että tämän toimenpiteen kautta juuristo saadaan suhteellisesti voimakkaaksi ja taimen istutuksen kannalta edulliseksi. Useimmille puulajeille saadaan tässä suhteessa

paras, adventiivijuurista rikas juuristo, jos taimi koulitaan kahtena peräkkäisenä vuotena. Tämä on tärkeätä etenkin koivulle ja lehtikuuselle.

Juuriston typistäminen.

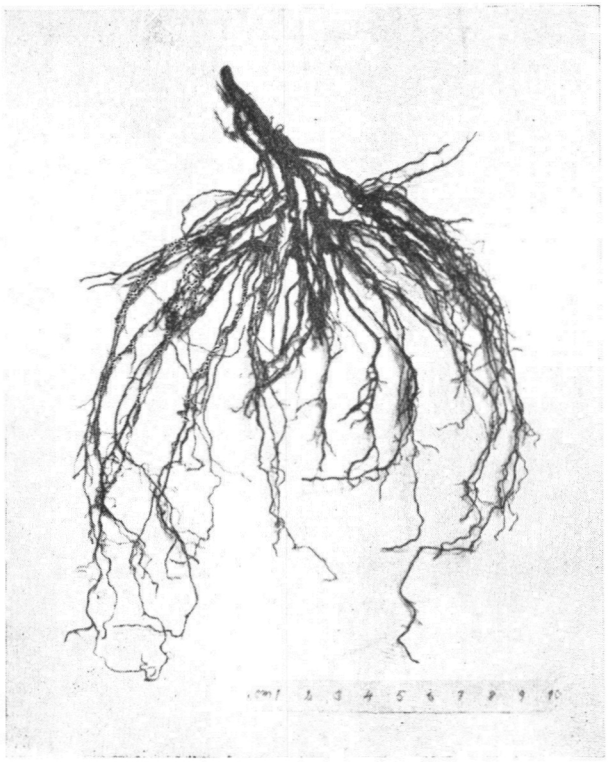
Juurten typistämisestä ennen koulitusta koskevien kokeiden tuloksista on numerotietoja taulukossa 13. Seuraava asetelman muotoon laadittu yhdistelmä valaisee saatuja tuloksia. Siihen on otettu juuriston typistämisen vaikutus taimien kuolemiseen koulimisen jälkeen, taimien keskipituuteen, viimeisen vuosikasvaimen pituuteen, 50 taimen keskipainoon, juuriston painoon %:ssa taimen koko painosta, juuriston keskipituuteen ja taimen jakautumiseen hyvyysluokkiin. Vertailu on aina tehty saman koesarjan vastaaviin ehytjuurisiin taimiin. Kuten taulukosta käy selville, on koe melkein poikkeuksetta kestänyt 2 kasvukautta, siis kokeen alkaessa 2-vuotiset taimet ovat kokeen päättyessä 2 + 2-vuotisia, 1-vuotiset 1 + 2-vuotisia jne.

Asetelma, jossa sadannesluvut tarkoittavat tapausten lukumääriä vastaavien koesarjojen koko luvusta, on seuraava:

	Kokeessa, jossa juuret on typistetty suurempi kuin vastaavassa kokeessa, jossa on käytetty ehytjuurisia taimia	jotak. yhtä suuri	pienempi	Koesarjojen luku, kpl.
Kuolleisuus, %	14	72	14	14
Taimien keskipituus, %	10	15	75	20
Vuosikasvainten keskipituus, %	15	30	55	20
Taimien keskipaino, %	17	17	66	24
Juurien paino koko painosta, %	46	25	29	24
Juuriston keskipituus, %	—	21	79	14
Taimien laatu, %	10	25	65	20

Asetelmasta näkyy, että taimien kuolleisuus on typistetyin juurin ja ehyin juurin koulittaessa ollut näissä kokeissa jotakuinkin samanlainen. Sitävastoin ovat typistetyin juurin koulitut taimet kokeen päättyessä olleet keskimäärin pienempiä kuin ehyin juurin koulitut; edellisten keskipituus ja keskipaino on pienempi kuin jälkimmäisten. Samoin on taimien pituuskasvu toisenakin koulimisvuonna pienempi ja taimien keskilaatu jonkin verran huonompi. Kuten odottaa sopii, ovat edellisten juuret keskimäärin lyhemmät kuin jälkimmäisten. Jos juuristosta on poistettu puolta sen pituutta vastaava osa, ovat taimet kehittyneet huonommin kuin siinä tapauksessa, että typistäminen on koskenut vain $^1/_3$ juuriston pituutta.

Juuriston typistämisen eduksi näiden kokeiden perusteella jää näin ollen vain se, että tällä tavoin käsiteltyjä taimia on helpompi koulia ja istuttaa kuin vastaavia normaalijuurisia taimia. Lisäksi muodostuu niihin suhteellisesti vieläkin runsaammin adventiivijuuria kuin ilman juurten typistämistä koulittuihin taimiin. Juurten haarautumista katkaisukohdassa valaisee kuva 9. Juurten lisääntymi-



Kuva 9. Juurien typistämisen vaikutus kuusen juuriston rakenteeseen. Juurien typistäminen on tapahtunut taimen ollessa 2 + 0-vuotinen, kuva on otettu 2 + 1-vuotisesta taimesta.

Abb. 9. Einwirkung der Verkürzung der Wurzeln auf das Wurzelsystem der Fichtenpflanze. Die Verkürzung ausgeführt bei der 2 + 0 Jahre alten Pflanze, das Photo aufgenommen, als die Pflanze 2 + 1 Jahre alt war.

sestä ei kuitenkaan aiheudu, kuten on huomattu, taimen nopeampaa kehitystä tai rehevyyden paranemista. Päinvastoin on taimen »juromiskausi» tämän johdosta käynyt selvemmäksi kuin ehytjuurisilla taimilla. Vertaamalla keskenään kuvia 8 ja 9, huomaa, että yksistään koulimisella voidaan juuriston rakenne muuttaa aivan ratkai-

sevasti. Sen edut taimen lopullisen istutuksen kannalta tulevat esiin parhaiten silloin, kun taimi koulitaan peräkkäisinä vuosina.

Koulitusmenetelmät.

Ns. lauta- ja puikkokoulimisen suhteellinen edullisuus käy selville taulukossa 13 olevien tuloslukujen perusteella. Kuten siitä näkyy, eroavat siinä olevat koesarjat 5 ja 6, 7 ja 8, 9 ja 10, 11 ja 12, 13 ja 14, 19 ja 20, 21 ja 22, 23 ja 24 sekä 28 ja 29 toisistaan sikäli, että edellisissä on käytetty laudalla koulimista, jälkimmäisissä puikolla. Samanlainen vertailu voidaan tehdä myös taulukon 14 sarjojen 3 ja 4 sekä 5 ja 6 kokeiden kesken. Seuraava asetelma, johon on käytetty sekä ehyt- että typistettyjuuristen taimien tulokset, osoittaa yleistulosta.

	Puikkokoulitus on %:eissa tapauksista kuin lautakoulitus			Koesarjojen luku, kpl.
	parempi	samanarvoinen	huonompi	
Kuolleisuus	6	44	50	16
Taimien keskipituus	11	22	67	18
Vuosikasvainten keskipituus	11	28	61	18
Taimien keskipaino	14	9	77	22
Juurien paino koko painosta, %	38	10	52	29
Juuriston keskipituus	21	14	65	14
Taimien laatu	13	25	62	16

Asetelmasta näkyy, että puikkokoulitus on kaikissa edellä kyseessä olevissa suhteissa lautakoulitusta epäedullisempi. Tämän lisäksi edellisessä juuriston muoto tulee tavallisesti huonompi, taimet ovat, kuten edempänä nähdään, enemmän alttiit routimiselle ja sitäpaitsi se on työläämpi ja kalliimpi koulitusmenetelmä.

Edellisestä käy selville, että puikkokoulitus on joka suhteessa huonompi koulitusmenetelmä kuin lautakoulitus: edellisessä saadaan pienempiä, hidaskasvuisempia, heikkojuurisempia ja laadulleen huonompia taimia kuin jälkimmäisessä, joka sitäpaitsi on huokeampi menetelmä.

Taimien koulitusikä ja koulituksen uusiminen.

Taimien koulitusiän vaikutusta koulimistulokseen on selvitelty pääasiallisesti vain kuusen osalta ja silloinkin on vertailu koskenut

Taulukko 15. Koulitta-
Tabelle 15. Sortierung der Pflan-
I = isot. *Grosse.* K = keskinkertaiset.

N:o	Puulaji *Holzart*	Taimien koko *Grösse der Pflanzen*	Taimien ikä koulittaessa *Verschulungsalter der Pflanzen*	Koulitusaika *Verschulungszeit*	Tarkastusaika *Messungszeit*	Koulituksen jälkeen taimista kuollut, % *Nach der Verschulung von den Pflanzen abgestorben,* %
1	Kuusi	I	2 + 0	26/5 34	18/9 35	9
»	*Fichte*	K	»	»	»	10
»	»	P	»	»	»	15
2	»	I	2 + 0	30/5 33	15/5 34	—
»	»	K	»	»	»	—
»	»	P	»	»	»	—
3	»	I	2 + 0, 2 + 1	14/5 32 29/5 33	»	—
»	»	K	»	»	»	—
»	»	P	»	»	»	—
4	»	I	»	»	28/9 34	0
»	»	K	»	»	»	0
»	»	P	»	»	»	0
5	»	I	2 + 0	/5 33	»	—
»	»	K	»	»	»	—
»	»	P	»	»	»	—
6	»	I	2 + 0, 2 + 2, 2 + 2 + 2	/5 35, /5 37 /5 39	/10 39	—
»	»	K	»	»	»	—
»	»	P	»	»	»	—

melkein yksinomaan tämän puulajin taimien koulimista 1- ja 2-vuotisina. Mitä tulee taimien kuolemiseen koulituksen jälkeen, näkyy m. m. taulukon 13 sarjoista 5 ja 7 sekä 6 ja 8 ja lisäksi taulukon 14 sarjoista 3 ja 5 sekä 4 ja 6, että 1-vuotisista taimista kuolee koulituksen jälkeen monin verroin enemmän kuin koulittavien taimien ollessa 2-vuotisia. Laadituista yhdistelmistä on myös käynyt selville, että routimisvahingot ovat edellisessä tapauksessa paljon suuremmat kuin jälkimmäisessä. Kun lisäksi ottaa huomioon, että kyseessäolevien pienempien taimien kouliminen tulee usein kalliimmaksi kuin vanhempien sekä että kuusen taimet tavallisimmin ovat riittävän kookkaita metsään istutettaviksi vasta 4 vuoden vanhoina, on käsitettävää, että kuusen taimen kouliminen 1-vuotisena on verraten harvinaista. Toisaalta on kuitenkin mainittava, että 1 + 2-vuotinen kuusen taimi, kuten tuloksistakin huomaa, voi olla varsin käyttökelpoinen, usein tanakampi ja kookkaampi kuin 2 + 1-vuotinen.

vien taimien lajittelu.
zen vor der Verschulung.
Mittelgrosse. P = pienet. *Kleine.*

Taimien keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Pflanzen, cm*	Viimeisen vuosikasvaimen keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der letzten Jahrestriebe, cm*	50 taimen paino, gr *Gewicht von 50 Pflanzen, g*	Juuriston paino % taimien koko painosta *Gewicht der Wurzeln in % des Gesamtgewichtes der Pflanzen*	Juuriston keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Wurzeln, cm*	Elävistä taimista kuuluu % seuraaviin hyvyysluokkiin *In % der lebenden Pflanzen gehören zu den Güteklassen*				
					I	II	III	IV	V
34.2	13.5	1 180	28	26.2	27	43	21	9	—
24.2	11.2	760	26	25.4	10	42	46	2	—
19.9	8.5	562	31	22.6	10	30	43	17	—
—	—	1 845	28	—	—	—	—	—	—
—	—	1 475	31	—	—	—	—	—	—
—	—	855	30	—	—	—	—	—	—
—	—	487	30	—	—	—	—	—	—
—	—	272	28	—	—	—	—	—	—
—	—	110	28	—	—	—	—	—	—
31.4	8.6	—	—	—	52	37	11	—	—
23.9	5.7	—	—	—	16	32	43	9	—
17.0	4.6	—	—	—	6	16	38	30	10
28.1	10.9	—	—	—	70	28	2	—	—
24.6	10.0	—	—	—	44	35	15	4	2
19.9	8.1	—	—	—	26	37	22	13	2
85.7	16.4	—	—	—	—	—	—	—	—
71.1	14.5	—	—	—	—	—	—	—	—
52.1	11.4	—	—	—	—	—	—	—	—

Sitävastoin männyn, koivun ja lehtikuusen taimen kouliminen 1-kesäisenä onnistuu useimmiten hyvin ja johtaa hyviin tuloksiin. Kahden viimeksimainitun puulajin taimet käytetään parhaiten istutuksiin 1 + 1 + 1-vuotisina, männyn 1+1-vuotisina.

Edellisestä on käynyt selville, että kuusen kouliminen antaa edullisimman tuloksen 2-vuotisia taimia käytettäessä. 1 + 2-vuotinen kuusen taimi on kuitenkin useissa tapauksissa varsin käyttökelpoinen. Männyn, koivun ja lehtikuusen taimet koulitaan sitävastoin mieluimmin 1-vuotisina ja käytetään 1+1-vuotisina, kaksi jälkimmäistä varmimmin 1 + 1 + 1-vuotisina.

Koulitustiheydet.

Koulitustiheyden vaikutuksen voidaan olettaa tulevan esiin taimien kehityksessä ja rakenteessa sekä kuolevaisuudessa. Näitä kysy-

myksiä selvittelee taulukko 14. Siitä näkyy, että 1-vuotisista kuusen taimista on koulituksen jälkeen kuollut useimmissa tapauksissa sitä suurempi osa kuta harvempaa koulitustiheyttä on käytetty. Tämä aiheutuu melkein aina routimistuhoista, jotka harvempaa taimiväliä käytettäessä ovat yleensä suuremmat, kuten erityisesti tätä kysymystä valaisevasta taulukosta on käynyt selville. Kun koulitukseen käytetään vanhempia ja kookkaampia taimia, ei koulitusetäisyyksien erolla ole sanottavaa vaikutusta taimien kuolevaisuuteen. Tässä tapauksessa saattaa, kuten eräistä koesarjoista voi päätellä, käydä niinkin, että suurin tiheys aikaansaa liian ahtaaseen tilaan joutuneiden taimien kuolemista.

Jos koulitus koskee 1-vuotisia kuusen taimia, ei kokeissa käytetyillä eri koulitustiheyksillä ole ollut täysin yhdenmukaista vaikutusta taimien kasvuun ja rakenteeseen. 2-vuotiset kuusen taimet sitävastoin ovat jotakuinkin aina saavuttaneet sitä suuremman painon, kuta väljemmässä koulitusasennossa ne ovat varttuneet. Kun taimien keskimääräinen pituus ei osoita samaa suuntaa, on edellä mainittu painon lisäys aiheutunut pääasiallisesti siitä, että harvemman koulituksen taimet ovat tanakampia ja tuuheampia. Tätä tukevat myös eräiden koesarjojen taimien hyvyysluokitusta koskevat luvut. Useissa tapauksissa harvempi koulitus on vaikuttanut edullisesti juuristoon; kun juuriston painon osuus taimien koko painosta ei ole pienentynyt, vaan pysynyt samana tai eräissä tapauksissa kohonnutkin, osoittaa tämä, että juuriston absoluuttinen paino on harvassa kasvaneilla taimilla isompi kuin tiheässä olevilla.

Lyhyt päätelmä edellisestä on seuraava: Kokeissa käytettyjen eri koulitustiheyksien, 6 × 12.5, 8 × 12.5 ja 10 × 12.5 sm, vaikutus on sen mukaan erilainen, minkälaisia taimia koulitukseen käytetään. 1-kesäisen kuusen taimen kasvu, rakenne ja laatu on, taimien kasvaessa 1 + 2-vuotisiksi, näitä etäisyyksiä käytettäessä yleensä samanlainen. Sen sijaan 2-vuotisina koulitut ja 2 + 2-vuotisiksi kasvatetut kuusen taimet ovat varttuneet yleensä sitä painavammiksi, tanakammiksi, tuuheammiksi ja runsasjuurisemmiksi kuta väljempi koulitustila on. Pienimmän koulitustilan epäedullisuus esiintyy myös siten, että ahtaammassa olevista taimista kuolee osa, joskin varsin pieni. Yli 10 × 12.5 sm:n laajuista taimiväliä ei tässäkään tapauksessa tarvitse käyttää, jos 4-vuotisten taimien keskipituus ei ole 30 sm suurempi. Jos koulittavat kuusen taimet ovat 2-vuotisia, eivät routimisvahingot näytä riippuvan koulitusväleistä, kuten on asian laita koulittaessa 1-vuotisia kuusen taimia, joista tuhoutuu sitä suurempi osa, kuta suuremmat koulitusvälit ovat.

Koulittavien taimien lajittelu.

Kysymys koulittavien taimien lajittelusta on varsin tärkeä. Taulukossa 15 olevat koesarjat 1—5 valaisevat 2-vuotisina lajiteltujen ja koulittujen kuusen taimien jatkuvaa koon ja laadun eroa taimien ollessa 4- ja 5-vuotisia. Taulukosta näkyy, että ero kyseellisissä suhteissa on jatkuvasti varsin suuri. Viimeisten vuosikasvainten huomattavat pituuserot tukevat sitä käsitystä, että samansuuntaiset suhteet eri taimiryhmien kesken tulevat vielä usean vuoden aikana jatkumaan. Voihan sitäpaitsi olla mahdollista, että kyseelliset taimiluokat edustavat perinnöllisiä biotyyppiryhmiä, joille erilainen kasvunopeus on ominaista.

Koulittujen taimien routiminen.

Kysymystä valaisevan yhdistelmän — jota ei julkaista — perusteella sekä huomioon ottaen, mitä routimisesta taulukkoja 13 ja 14 käsiteltäessä edellä on sanottu käy päätteleminen, että koulituksen jälkeen taimet routivat sitä vähemmän kuta vanhempia ja kookkaampia ne ovat ja kuta pienempiä koulitusvälejä käytetään. Puikkokoulituksen jälkeen taimet routivat usein helpommin kuin lautakoulitusta käytettäessä. Juurten typistäminen voi myös lisätä pienien taimien routimismahdollisuuksia. Syyskoulitus on routimisen kannalta paljon epäedullisempi kuin kevätkoulitus. Ratkaisevin on taimitarhamaan laatu.

Lannoituskokeet ja niiden tulokset.

Kokeiden suoritus.

Kysymys taimitarhojen tarkoituksenmukaisesta lannoittamisesta on moninaisista seikoista riippuva ja yleensäkin vaikeasti ratkaistava. Ne useassa suhteessa puutteellisiksi katsottavat kokeet, joita Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston toimesta on tähän mennessä kysymyksen selvittämiseksi järjestetty, antanevat aihetta jatkaa näitä tutkimuksia entistä laajemmassa mitassa.

Nyt suoritetut selvittelyt koskevat aluksi eri taimimaiden liukoisia kasviravintoaineita sekä happamuusastetta. Viimeksimainittuun on ollut syytä kiinnittää erityistä huomiota sen johdosta, että happamuusaste ratkaisee m. m., minkälaiset edellytykset taimimaassa on kasvattaa palkokasveja, ts. käyttää vihantalannoitusta. Tähän tutkimuksen osaan liittyvät läheisesti tutkielman alussa selostetut

Ruotsinkylän ja Punkaharjun taimitarhamaista tehdyt kemialliset analyysit. Lannoituskysymyksen perusteita on toisaalta valaistu myös suorittamalla tavallisimmista taimitarhataimista tuhka-analyysejä ja laskemalla tämän perusteella ne tärkeimpien kivennäisaineiden määrät, jotka eri taimilaadut ovat maasta ottaneet. Kun taimitarhojen lannoittamiseen käytetään kivennäislannoitteiden ohella varsin yleisesti komposti- ja vihantalannoitusta, on selvitelty eräiden taimitarhakompostien kokoomusta sekä järjestetty erilaisia vihantalannoituskokeita, joissa on määrätty m.m. ne typpimäärät, jotka eräät tavallisimmat vihantalannoituskasvit sisältävät. Lopuksi tehdään selkoa taimitarhataimien lannoituskokeista.

Näissä tutkimuksissa on käytetty useita eri näytteiden otto- ja käsittelytapoja sekä tutkimusmenetelmiä. Tästä syystä on pidetty tarkoituksenmukaisena tehdä selkoa kunkin kokeen ja työn järjestelystä niiden tulosten selvittelyn yhteydessä.

Taimitarhojen maanäytteistä tehdyt kemialliset analyysit ja happamuusmääräykset.

Maanäytteitä on tätä tutkimusta varten saatu kaikista ennen mainitusta 10:stä taimitarhasta. Kaikki näytteet on otettu samana vuodenaikana, syyskuussa. Niistä saatiin maanäytteitä kaikkiaan 62:sta kohdasta. Kustakin tällaisesta kohdasta otettiin 12 näytettä, 4:stä erillisestä kuopasta jokaisesta 3 päällekkäistä näytettä, ensimmäinen 1—5, toinen 5—10 ja kolmas 10—15 sm:n syvyyskerroksesta. Näytteitä kertyi kuitenkin jonkin verran vähemmän kuin tarkoitus oli eli kaikkiaan 699 kpl.

Kustakin mainitusta 699:stä taimitarhamaan näytteestä on tehty vain happamuusmääräys. Kemiallisia analyysejä on suoritettu vain neljästä taimitarhasta, nim. E-, F-, H- ja D-taimitarhoista. Kunkin tutkimuskohdan maan eri syvyyskerroksista on tehty vain yksi keskimäärää osoittava analyysi. Tämä analyysi on tehty näytteestä, joka sisältää kaikista neljästä kuopasta otetun kyseellisen syvyyskerroksen näytteet.

Analyysimenetelmistä, joiden yksityiskohtaiseen kuvaamiseen ei tämän julkaisun puitteissa katsota olevan syytä ryhtyä, otetaan tähän maisteri Jorma Kivekkään laatimasta selonteosta seuraavat maininnat.

Kemiallisissa maa-analyyseissä on määrätty 1-prosenttiseen sitroonahappoon liukeneva fosforihappo ja kali, ns. helppoliukoinen kalkki, ammoniakkityppi ja nitraattityppi.

Fosforihappo ja kali on määrätty J. Königin ja J. Hasenbäumerin kehittämän menetelmän mukaan sekä J. Valmarin (1921) analyysiohjeita apuna käyttäen. Helppoliukoinen kalkki on määrätty samalla tavalla kuin m.m. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla (Aaltonen, 1932), ammoniakki- ja nitraattityppi Tuorilan esittämää menetelmää käyttäen ja pH elektrometrisesti Leeds & Northrup C:o toiminimen valmistamalla kojeella, jossa vertailuelektroodina käytettiin Weibelin liuosta. Tutkittavasta maasta valmistettiin tislatun veden kanssa emulsio sekoittamalla vettä ja maata suhteessa 1 : 2. Koje on taattu ± 0.04 pH:n tarkkuudelle, mutta käytännössä se osoittautui toimivan ± 0.01—0.02 tarkkuudella.

Taulukko 16. Eräistä taimitarhamaista tehtyjen kemiallisten analyysien tuloksia.
Tabelle 16. Ergebnisse einiger Bodenanalysen.

Taimitarha *Pflanzgarten*	Taimien laatu *Pflanzen*	Maan kerros, sm *Bodenschicht, cm*	P_2O_5	K_2O	CaO	NH_4N	NO_3—N	pH
			mg 1 kg:ssa ilmakuivaa maata *mg je kg lufttrockener Boden*					
E	Kuusi, 2 v.	1—5	1 227.6	124.5	1 436.4	117.0	3.0	5.26—5.30
	Fichte, 2 J.	5—10	1 342.3	124.5	1 419.6	96.0	3.0	5.33—5.39
		10—15	1 302.0	144.8	1 562.4	72.0	6.0	5.42—5.50
F	Kuusi, 2 v.	1—5	380.0	266.0	1 066.8	138.0	6.0	5.39—5.61
	Fichte, 2 J.	5—10	338.0	173.0	1 100.4	144.0	3.0	5.28—5.35
		10—15	333.0	153.0	1 234.8	124.0	*Δ*	5.26—5.32
»	Kuusi, 2 + 2 v.	1—5	702.5	256.5	1 402.8	157.9	9.0	6.04—6.11
	Fichte, 2 + 2 J.	5—10	703.5	244.5	1 486.8	149.0	14.8	5.80—5.98
		10—15	649.0	266.0	1 554.0	171.3	20.9	5.73—5.82
H	Kuusi, 2 v.	1—5	474.0	249.0	2 348.8	97.6	5.0	5.69—5.73
	Fichte, 2 J.	5—10	457.0	171.7	2 000.0	107.0	8.0	5.62—5.68
		10—15	472.0	192.1	1 807.2	121.8	11.0	5.63—5.77
»	Kuusi, 2 + 2 v.	1—5	406.0	136.0	1 722.0	38.4	*Δ*	5.50—5.56
	Fichte, 2 + 2 J.	5—10	272.5	105.5	1 008.0	84.0	*Δ*	5.47—5.58
		10—15	274.0	110.0	999.6	89.0	*Δ*	5.52—5.78
D	Kuusi, 2 + 2 v.	1—5	775.0	150.5	680.4	15.0	*Δ*	5.56—5.68
	Fichte, 2 + 2 J.	5—10	899.0	200.4	663.6	22.0	*Δ*	5.58—5.63
		10—15	1 064.0	157.1	712.0	15.0	*Δ*	5.63—5.68

Taulukossa 16 on yhdistelmä perusteellisimmin tutkittujen tutkimuskohtien analyysituloksista. Ne osoittavat, että saman tutkimuskohdan maa on pintakerroksensa eri osissa verraten homogeenista. Huomattavampaa ja verraten säännöllistä vaihtelua tässä suhteessa on vain H-taimitarhan eri kerroksissa. Niissä fosforihapon, kalin ja kalkin määrät ovat alempana pienemmät. Saman taimitarhan eri tutkimuskohdissa on suhteellisesti suurin eroavaisuus F-

taimitarhassa, jossa 2-vuotisia kuusen taimia kasvavassa kohdassa on liukoista fosforihappoa n. puolta vähemmän kuin siinä kohdassa, jossa on kasvatettu 2+2-vuotisia taimia. Jos tarkataan samojen taimilaatujen kehityksen riippuvaisuutta taimien kasvupaikan laadusta, käy selville m. m. seuraavaa: Kyseellisten taimitarhojen 2- ja 2 + 2-vuotisten kuusen taimien keskipituudet sekä taimien ja juuristojen painot ovat

2-vuotiset taimet:	E—	F—	H—	D—taimitarha
taimien keskipituus, sm	6.2	8.1	5.5	—
varren keskipaino, gr	0.135	—	0.257	—
juurten keskipaino, gr	0.058	0.028	0.075	—
2+2-vuotiset taimet:				
taimien keskipituus, sm	—	25.5	28.4	17.2
taimien keskipaino, gr	—	4.916	8.602	6.009
juurten keskipaino, gr	—	1.439	2.544	1.897

Parhaimmat sekä 2- että 4-vuotiset taimet on näin ollen saatu H-taimitarhasta. Tämän taimitarhan maan laatu ei kuitenkaan missään nyt selvitettävänä olevassa suhteessa ole ollut ilmeisesti parempi kuin muiden taimitarhojen. 2-vuotisia taimia kasvaneen tutkimuskohdan kalkkipitoisuus on tosin huomattavasti korkeampi kuin muiden tutkimuskohtien, mutta ei 2+2-vuotisten taimien. Fosforihappo- ja typpimäärät ovat verraten alhaiset ja pH-aste vastaa likipitäen toisten taimitarhojen keskimääriä. Näin ollen ei kemiallisin menetelmin ole päästy selville niistä tekijöistä, jotka ratkaisevimmin ovat vaikuttaneet kuusen taimien kehitykseen. Pääasiallisimpana syynä näinkin erilaiseen tulokseen lieneekin maaperän erilainen fysikaalinen rakenne ja siitä johtuvat erilaiset kosteussuhteet. Tässä suhteessa ovatkin erot eri taimitarhojen kesken verraten suuret; E-taimitarhan maa on alunperin ollut kuivumiselle altista hiekkamaata, F-taimitarhan kovaa, taimitarhaksi monestakin syystä vähemmän sopivaa savimaata, H- ja D-taimitarhat taas hienorakeista moreenia. Etenkin H-taimitarhan maa on kuohkeata ja kosteussuhteiltaankin hyvää.

Tutkittavina olevien kohtien maan happamuudesta saadut tulokset vahvistavat sitä käsitystä, että eri taimimaiden happamuusaste suurin piirtein vaihtelee verraten vähän. Tavallisimmin se on ollut 5.5 ja 6.0:n pH:n välillä. Tästä yleisestä keskimäärästä poikkeavat F- ja J-taimitarhat, joista edellisen maa on ollut poikkeuksellisen hapanta (pH eräissä kohdissa alle 5:nkin), jälkimmäisen poikkeuksellisen lievästi hapanta (pH useimmiten huomattavasti yli 6:n). Kun edellisen taimitarhan taimet ovat yleensä varsin heikkoja, J-

taimitarhan taas päinvastoin erittäin voimakkaita, näyttää todennäköiseltä, että edellä jo mainittujen maan kokoomuksesta ja kosteussuhteista johtuvien syiden ohella maan happamuusaste on osaltaan vaikuttanut F-taimitarhan antamiin huonoihin tuloksiin. pH 4.5—5.0 on se alin raja, jolloin palkokasvien juuriin muodostuu nystyräbakteereita. Näin ollen tämä taimitarha on m.m. sellaisessa kunnossa, ettei sen tilan parantamiseen kannata yrittää käyttää vihantalannoitusta ilman kalkitusta.

Samaakin taimilaatua kasvaneiden tutkimuskohtien maan happamuus on, kuten taulukosta näkyy, vaihdellut verraten paljon. Minkäänlaista selvitystä puulajin mahdollisesta vaikutuksesta taimimaan happamuusasteeseen, ei tuloksista ole saatu.

Edellisestä on käynyt selville, että taimitarhan edellytyksiä taimien kasvatuksen kannalta ei voida ratkaista yksistään kemiallisen maa-analyysin avulla. Huomioon otettava indikaattori tässä mielessä on ehkä taimimaan happamuusaste, pH. Jos se on alle 5.5, on todennäköistä, että puun taimien kasvu kärsii maan liiallisesta happamuudesta. Tavallisimmin taimitarhamaiden pH-arvo on 5.5:n ja 6.0:n välillä, aniharvoin pienempi 5:ttä ja suurempi 6:tta.

Taimitarhataimien tuhkapitoisuus ja taimien maasta poistamat kasvinravintoaineiden määrät.

Tämän kysymyksen selvittämiseksi on tehty tavallisimmista taimitarhataimista tuhka-analyysit. Tarkoitukseen on käytetty Ruotsinkylän, Punkaharjun ja Muhoksella olevan Pyhäkosken kokeilualueen taimitarhan taimia. Ruotsinkylän taimet on otettu maasta syksyllä 1935, muut syksyllä 1936. Analyysit koskevat taimia juurineen. Siksi taimien maasta otto on, juuriston säilyttämiseksi eheänä, tehty mahdollisimman suurella huolella. Lisäksi on huomattava, että analyyseihin on käytetty neulasellisia kuusen ja männyn taimia, mutta neulasettomia lehtikuusen taimia ja lehdettömiä koivun taimia. Tämä johtuu siitä, että määräykset on tahdottu saada kohdistumaan sellaisessa tilassa oleviin taimiin, jollaisina ne maasta otetaan joko koulittaviksi tai metsään istutettaviksi. Analyysitulokset eivät näin ollen vastaa taimien todellisuudessa maasta ottamia kasvinravintoainemääriä. Kun lehtikuusen neulasiin ja lehtipuun lehtiin jääneet tuhka-aineet kuitenkin palautuvat näiden karikkeiden lahottua takaisin maahan, voidaan saatujen tulosten kuitenkin katsoa vastaavan niitä määriä, jotka taimimaa on luovuttanut siitä otettaville taimille.

Tutkitut taimet vastaavat jotakuinkin hyvin keskimääräisiä taimitarhataimia. Punkaharjun vanhemmat taimet ovat kuitenkin jonkin verran keskimäärää kookkaampia. Pyhäkosken taimet ovat jo perinnöllisistä syistä maan eteläpuoliskon taimia paljon pienemmät. Taimet edustavat taimitarhataimien keskiarvoa siinäkin suhteessa, että ne taimitarhojen osat, joissa taimet on kasvatettu, ovat saaneet sellaisen lannoituksen kuin taimitarhoissa yleisimmin käytetään eli aaria kohden keskimäärin 2.5 m^3 mutakompostia, jossa on n. 10 kg maanviljelyskalkkia, 4 kg thomaskuonaa ja 2 kg 40-prosenttista kalisuolaa kuutiometrissä.

Yksikesäisistä ja kaksikesäisistä kuusen taimista on tehty kaksi analyysiä kummastakin, toinen pintalannoittamattomista ja toinen pintalannoitusta saaneista taimista. Edellisille on annettu 2.5 kg ja jälkimmäisille 2.0 kg nitrofoskaa aarille.

Kyseelliset analyysit on suorittanut maisteri Jorma Kivekäs Biokemiallisella Tutkimuslaitoksella. Analyysit perustuvat verraten suureen aineistoon; 1-kesäisiä kuusen ja männyn taimia on niihin käytetty 700 kpl. kumpiakin, 2-kesäisiä 400, 2+1-kesäisiä kuusen taimia 50 kpl. ja 2+2-kesäisiä 20 kpl. jne.

Eri puulajien kesken vertailuja tehtäessä on otettava huomioon, että kaikki taimet eivät ole kasvaneet samassa taimitarhassa, siis täysin samanlaisissa oloissa. Se heikentää jonkin verran vertailupohjaa.

Analyysien tulokset sisältyvät taulukkoihin 17 ja 18. Edellisessä olevat absoluuttiset määrät koskevat 100 tainta. Saatujen tulosten avulla voi vertailla keskenään sekä saman puulajin eri ikäisten taimien että eri puulajien yhtä vanhojen taimien sisältämiä kuiva-aine, tuhka- ja tärkeimpien kasvinravintoaineiden määriä. Niiden mukaan 1, 2, 2+1 ja 2+2 kesää vanhojen kuusen taimien kuiva-ainepainot ovat 100 tainta kohden 2.7, 48.0, 266.0 ja 983.4 gr eli suhdelukuina 1, 18, 99 ja 364. 1- ja 2-kesäisten männyn taimien vastaavat luvut ovat 6.1 ja 56.2 eli 1 ja 9, 1-, 2- ja 3-(1+1+1) kesäisten siperial. lehtikuusten 4.1, 87.6 ja 1301.8 eli 1, 21 ja 318. Sekä absoluuttisesti että relatiivisesti suurin painon lisäys on toisena ikävuotena lehtikuusella, jonka taimien kuiva-ainepaino on 3:nenkin kasvukauden syksyllä huomattavasti suurempi kuin 4 kesää vanhojen kuusen taimien. Jotakuinkin samantapaisia ovat suhteet myöskin tuhkamäärien kesken.

Eri puulajeista koivu tuottaa 2-kesäisenä paljon suuremman kuiva-ainemäärän kuin muut puulajit. Tosin vertailua ei voida tehdä muuta kuin 2 kesää vanhojen taimien kesken, jotka lisäksi eroavat toisistaan sikäli, että koivun taimet ovat koulittuja, muut koulimat-

Taulukko 17. Taimista tehtyjen tuhka-analyysien tulokset. Kokonaismäärät. L = lannoitus.

Tabelle 17. Die Ergebnisse der Aschenanalysen der Pflanzen. Absolute Mengen. L = Düngung.

N:o	Taimitarha *Pflanzgarten*	Puulaji *Holzart*	Taimien ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Taimien keskipituus, sm *Mittl Länge der Pflanzen, cm*	100 taimen *100 Pflanzen haben*							
					kuivapaino, gr *Trockengewicht, g*	raakatuhka, gr *Rohasche g*	puhdastuhka, gr *Reinasche, g*	P_2O_5, mg	K_2O, mg	CaO, mg	MgO, mg	N, mg
1 a	Ruotsinkylä	Kuusi — *Fichte*	1 + 0	3.8	2.691	0.132	0.075	11.6	10.8	24.5	8.1	53.0
1 b	»	»	» L	3.6	2.065	0.204	0.087	14.2	9.1	11.6	9.7	40.7
2 a	»	»	2 + 0	10.0	47.956	2.009	1.007	115.1	134.3	220.6	57.5	565.9
2 b	»	»	» L	13.0	40.908	3.385	1.595	270.0	339.5	335.3	122.7	642.3
3	»	»	2 + 1	19.5	265.998	37.950	7.980	1 143.8	798.0	1 862.0	532.0	4 681.6
4	»	»	2 + 2	21.8	983.416	99.523	19.668	2 163.5	1 967.0	3 737.0	1 770.1	14 652.9
5	»	Mänty — *Kiefer*	1 + 0	4.6	6.100	0.389	0.201	24.4	14.6	18.9	11.6	159.2
6	»	»	2 + 0	8.7	56.204	3.943	1.855	264.2	101.2	281.0	95.6	1 433.2
7	Punkaharju	Sip. lehtikuusi — *Sib. Lärche*	1 + 0	2.5	4.058	—	0.122	15.0	16.6	25.2	8.9	81.6
8	»	»	2 + 0	25.0	87.6	—	2.453	254.0	376.7	481.8	157.7	1 664.4
9	»	»	1 + 1 + 1	45.0	1 301.8	—	31.243	4 296.0	4 817.0	7 811.0	1 953.0	21 350.0
10	»	Rauduskoivu, *Betula verrucosa*	1 + 1	90.0	2 441.0	—	85.435	10 985.0	12 205.0	16 355.0	5 614.0	33 418.0
11	»	Hieskoivu, *Betula odorata* ..	1 + 1	60.0	1 524.0	—	47.244	6 706.0	7 925.0	7 772.0	2 591.0	22 708.0
12	Pyhäkoski	Rauduskoivu, *Betula verrucosa*	1 + 1	40.0	476.0	—	15.708	1 571.0	2 332.0	3 808.0	1 333.0	7 235.0
13	»	Hieskoivu, *Betula odorata* ..	1 + 1	38.0	376.0	—	10.152	1 805.0	1 617.0	2 632.0	1 053.0	5 377.0

tomia. Koivun tuoton suuremmuus on kuitenkin niin huomattava, että 3 vuotta vanhojen, koulittujen kuusen taimien paino on vain murto-osa 2-kesäisten koivun taimien painosta. Samansuuntainen on ero myös taimien sisältämiin tuhka- ja kasvinravintoainemääriin nähden. Rauduskoivun kasvu ja kuiva-ainetuotto on molemmissa koesarjoissa suurempi kuin hieskoivun. Punkaharjun ja Pyhäkosken koivurotujen kasvun ero tulee kokeissa selvästi esille.

Taulukon 18 mukaan ei taimitarhataimien suhteellinen tuhkapitoisuus vaihtele huomattavammin. Useissa tapauksissa nuorempien taimien tuhkaprosentti on kuitenkin suurempi kuin vanhempien, esim. lehtikuusella säännöllisesti (3.0, 2.8 ja 2.4), kuusella vähemmän säännöllisesti (2.8, 2.1, 3.0 ja 2.0). Rauduskoivu on tuhka-ainerikkaampaa kuin hieskoivu. Tässä yhteydessä voidaan panna merkille, että nitrofoskaa saaneet taimet ovat tuhka-ainerikkaampia kuin ilman pintalannoitusta kasvaneet. Ero on varsin suuri.

Taulukko 18. Taimista tehtyjen tuhka-analyysien tulokset. Prosenttiset määrät. — L = lannoitus.

Tabelle 18. Die Ergebnisse der Aschenanalysen der Pflanzen. Relative Mengen. — L = Düngung.

N:o	Puulaji *Holzart*	Taimien ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Taimien keskipituus, sm *Mittl. Höhe der Pflanzen, cm*	100 taimen kuivapaino, gr *Trockengewicht von 100 Pflanzen, g*	Kuivapainosta, % *Vom Trockengewicht, %*						Raakatuhkassa liukenematonta ainetta, % *In der Rohasche unlösliche Stoffe, %*
					tuhkaa *Asche*	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	N	
1 a	Kuusi — *Fichte*	1 + 0	3.8	2.691	2.8	0.43	0.40	0.91	0.30	1.97	48.2
1 b	»	» L	3.6	2.065	4.0	0.69	0.44	0.56	0.47	1.97	57.4
2 a	»	2 + 0	10.0	47.956	2.1	0.24	0.28	0.46	0.12	1.18	51.2
2 b	»	» L	13.0	40.908	3.9	0.66	0.82	0.83	0.30	1.57	43.4
3	»	2 + 1	19.5	265.998	3.0	0.43	0.30	0.70	0.20	1.76	79.7
4	»	2 + 2	21.8	983.416	2.0	0.22	0.20	0.38	0.18	1.49	80.1
5	Mänty — *Kiefer*	1 + 0	4.6	6.100	3.3	0.40	0.24	0.31	0.19	2.61	47.6
6	»	2 + 0	8.7	56.204	3.3	0.47	0.18	0.50	0.17	2.55	49.8
7	Sib. lehtikuusi — *Sib. Lärche*	1 + 0	2.5	4.058	3.0	0.37	0.41	0.62	0.22	2.01	—
8	»	2 + 0	25.0	87.600	2.8	0.29	0.43	0.55	0.18	1.90	—
9	»	1 + 1 + 1	45.0	1 301.800	2.4	0.33	0.37	0.60	0.15	1.64	—
10	Rauduskoivu — *Betula verrucosa*	1 + 1	90.0	2 441.000	3.5	0.45	0.50	0.67	0.23	1.37	—
11	Hieskoivu — *Betula odorata*	1 + 1	60.0	1 524.000	3.1	0.44	0.52	0.51	0.17	1.49	—
12	Rauduskoivu — *Betula verrucosa*	1 + 1	40.0	476.000	3.3	0.54	0.49	0.80	0.28	1.52	—
13	Hieskoivu — *Betula odorata*	1 + 1	38.0	376.000	2.7	0.48	0.43	0.70	0.28	1.43	—

Viljelyskasveihin verraten puun taimet sisältävät suhteellisesti paljon kasvinravintoaineita. Viljelyskasvien kasvinravintoainemäärät prosentteina kuiva-aineesta ovat nim. keskimäärin seuraavat (V a l m a r i, 1934):

	P_2O_5	K_2O	CaO	N
Vehnä, jyvät	0.93	0.57	0.08	2.17
Ruis »	0.93	0.68	0.09	2.05
Ohra »	0.91	0.63	0.10	1.82
Kaura »	0.87	0.59	0.13	1.94
Vehnän oljet	0.23	1.03	0.38	0.51
Rukiin »	0.23	1.37	0.38	0.58
Ohran »	0.27	1.20	0.34	0.62
Timotei	0.48	2.05	0.54	1.25

Mitä tulee eri kasvinravintoaineiden suhteellisiin määriin, on yleisimpänä piirteenä se, että puun taimien typpipitoisuus alenee iän lisääntyessä. Oireita samansuuntaiseen suhteeseen huomataan eräissä tapauksissa myös kalin, kalkin ja magneesiumin määriin nähden. Verraten typpirikkaita ovat 1- ja 2-kesäiset männyn taimet. Tämä johtunee niiden suhteellisen suuresta neulasmäärästä. Koivun taimien suhteellisen alhainen typpipitoisuus lienee selitettävissä siten, että taimet on analysoitu lehdettöminä.

Taimien eri kehitysvaiheissaan taimitarhamaan pintayksiköltä ottamien kasvinravintoaineiden määrien selvittämiseksi on laadittu taulukot 19 ja 20. Aarin alalla kasvatettavien taimien luku vastaa yleisiä keskimääriä. Kun kylvettyjen siementen maalle antama kivennäisainemäärä on pieni, ei sitä ole otettu huomioon taulukkoa laadittaessa. Taulukoista näkyy, että toisena kasvukautenaan kuusen ja männyn taimet ottavat maasta keskimäärin 6—10 kertaa enemmän kasvinravintoaineita kuin ensimmäisenä. Koulitut kuusen taimet tarvitsevat näitä aineita kolmantena kasvukautenaan jotakuinkin samat määrät kuin yhtä suurella alalla kasvavat koulimattomat toiskesäiset. Suurin ravintoaineiden tarve on neljäntenä kasvukautena. Kaksikesäisiksi koulimattomina varttuvat männyn taimet uuvuttavat maata huomattavasti enemmän kuin samanikäiset kuusen taimet. Nitrofoskalla pintalannoitetusta maasta kuusen taimet ottavat enemmän kasvinravintoaineita kuin lannoittamattomasta, kuten myös taulukkojen 17 ja 18 perusteella kävi selville. Vuosittain koulitut lehtikuusen taimet käyttävät kasvinravintoaineita toisena ja kolmantena kesänä jotakuinkin samat määrät samalta pinta-alalta.

Taulukosta 20 näkyy myös, että saman puulajin taimet käyttävät eri ikävaiheissaan kasvinravintoaineita jonkin verran eri suhteissa, samoin myös eri puulajien taimet samassa ikävaiheessaan.

Taulukko 19. Yhden aarin alalla kasvavien taimien sisältämät tuhka-ainemäärät.

Tabelle 19. Der Aschengehalt der auf einem Ar gewachsenen Pflanzen.

N:o	Puulaji *Holzart*	Taimien ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Taimia aarilla *Pflanzen je Ar*	Taimien kuiva-ainemäärä, kg *Trockengewicht der Pflanzen, kg*	Tuhkaa, kg *Asche, kg*	P_2O_5, kg	K_2O, kg	CaO, kg	MgO, kg	N, kg
1 a	Kuusi — *Fichte*	1+0	50 000	1.4	0.039	0.006	0.006	0.013	0.004	0.028
1 b	»	» L	50 000	1.0	0.040	0.007	0.004	0.006	0.005	0.020
2 a	»	2+0	50 000	24.0	0.504	0.058	0.067	0.110	0.029	0.283
2 b	»	» L	50 000	20.5	0.800	0.136	0.168	0.170	0.062	0.322
3	»	2+1	6 000	16.0	0.380	0.069	0.048	0.112	0.032	0.282
4	»	2+2	6 000	59.0	1.180	0.130	0.118	0.224	0.106	0.879
5	Mänty — *Kiefer*	1+0	50 000	3.1	0.102	0.012	0.007	0.010	0.006	0.081
6	»	2+0	50 000	28.1	0.927	0.132	0.051	0.141	0.048	0.717
7	Siper. lehtikuusi *Sibir. Lärche*	1+0	30 000	1.2	0.036	0.004	0.005	0.007	0.003	0.021
8	»	2+0	30 000	26.3	0.736	0.076	0.113	0.145	0.047	0.500
9	»	1+1+1	2 000	26.0	0.624	0.086	0.096	0.156	0.039	0.426
10	Rauduskoivu *Betula verrucosa*	1+1	6 000	146.5	5.128	0.659	0.733	0.982	0.337	2.007
11	Hieskoivu *Betula odorata*	1+1	6.000	91.4	2.833	0.402	0.475	0.466	0.155	1.362
12	Rauduskoivu *Betula verrucosa*	1+1	6 000	28.6	0.944	0.154	0.132	0.229	0.079	0.435
13	Hieskoivu *Betula odorata*	1+1	6 000	22.6	0.610	0.108	0.097	0.158	0.063	0.323

Taimitarhassa kasvatettavien puun taimien kasvinravintoaineiden suhteellista tarvetta voidaan valaista vertailemalla sitä tavallisimpien viljelyskasvien vastaavaan tarpeeseen. Seuraava asetelma osoittaa viljelyskasvien keskimääräisiä satolukuja aarilta ja niiden sisältämiä fosfori-, kali- ja typpimääriä (V a l m a r i, 1934).

Viljelyskasvi	Sato (ilmakuivana) kg: jyviä, juuria, mukuloita	Sato (ilmakuivana) kg: varsia, olkia, naatteja	Sato ottaa, kg: P_2O_5	Sato ottaa, kg: K_2O	Sato ottaa, kg: N
Timotei	—	43	0.25	1.00	0.84
Kaura	19	28	0.26	0.60	0.58
Ohra	17	24	0.24	0.52	0.50
Kevätvehnä	17	28	0.24	0.52	0.58
Syysruis	17	34	0.26	0.52	0.58
Vihantarehu	—	41	0.28	1.00	0.80
Peruna	26	10	0.35	1.51	0.91
Sokerijuurikas	55	33	0.38	2.10	1.32

Näitä lukuja taulukon 20 lukuihin verratessa huomaa, että puun taimien käyttämät fosforihappo- ja kalimäärät ovat paljon pienemmät kuin viljelyskasvien. Edellinen on vain parissa tapauksessa (lan-

Taulukko 20. Taimien kasvaessa vuotta vanhemmiksi ne ottavat maasta seuraavat määrät kasvinravintoaineita aarin alaa kohden. Suhdeluvut kursivilla.

Tabelle 20. Wenn die Pflanzen ein Jahr älter werden, nehmen sie dem Boden je Ar zunächst folgende Mengen an Pflanzennährstoffen. Die relativen Zahlen kursiv gedrückt.

N:o	Puulaji *Holzart*	Taimien ikä muuttuu *Alter der Pflanzen*	Kuiva-ainemäärän lisäys, kg *Zunahme des Trockengewichtes, kg*	Puhdas tuhka, kg *Reinasche, kg*	P_2O_5, kg	K_2O, kg	CaO, kg	MgO, kg	N, kg
1 a	Kuusi *Fichte*	0 — 1	1.4	0.039	0.006	0.006	0.013	0.004	0.028
					46	*46*	*100*	*31*	*215*
1a—2a	»	1+0 — 2+0	22.6	0.465	0.052	0.061	0.097	0.025	0.255
					54	*63*	*100*	*26*	*263*
2a—3	»	2+0 — 2+1	13.1	0.320	0.062	0.040	0.099	0.029	0.248
					63	*40*	*100*	*29*	*251*
3—4	»	2+1 — 2+2	43.0	0.800	0.061	0.070	0.112	0.074	0.597
					55	*62*	*100*	*66*	*533*
1 b	» L.	0 — 1	1.0	0.040	0.007	0.004	0.006	0.005	0.020
					117	*67*	*100*	*83*	*333*
1b—2b	» L.	1+0 — 2+0	19.5	0.760	0.129	0.164	0.164	0.053	0.302
					79	*100*	*100*	*32*	*184*
5	Mänty *Kiefer*	0 — 1	3.1	0.102	0.012	0.007	0.010	0.006	0.081
					120	*70*	*100*	*60*	*810*
5—6	»	1+0 — 2+0	25.0	0.825	0.120	0.044	0.131	0.042	0.636
					92	*33*	*100*	*32*	*486*
7	»	0 — 1	1.2	0.036	0.004	0.005	0.007	0.003	0.021
					57	*71*	*100*	*43*	*300*
7—8	Lehtikuusi *Lärche*	1+0 — 2+0	25.1	0.700	0.072	0.108	0.132	0.044	0.479
					55	*82*	*100*	*33*	*363*
8—9	»	2+0−1+1+1	24.3	0.575	0.081	0.091	0.146	0.036	0.392
					55	*62*	*100*	*25*	*269*

noitetut 2-vuotiset kuusen taimet sekä 2-vuotiset männyn taimet) noin puolet viljelyskasvien vastaavasta määrästä, jälkimmäinen vain korkeintaan viidennes. Typen suhteen erot ovat useissa tapauksissa paljon pienemmät; neljäntenä kasvukautenaan kuusen taimet ottavat typpeä jotakuinkin yhtä paljon kuin tavalliset viljakasvit, samoin männyn taimet toisena kesänä. Verraten paljon typpeä käyttävät myös yhtä kesää vanhemmat lehtikuusen taimet. Poikkeuksen edellä mainitusta viljelyskasvien ja taimitarhataimien välisestä yleisestä suhteesta tekevät koivun taimet. Punkaharjun taimitarhassa kasvatetut kaksikesäiset koulitut aarin alalla kasvavat rauduskoivun taimet sisältävät nim., kuten taulukko 19 osoittaa, yli kaksi kertaa

enemmän fosforihappoa ja lähes neljä kertaa enemmän typpeä kuin keskimääräinen viljakasvisato. Kun tämän puulajin 1-kesäisten taimien kuiva-ainemäärä on vain pieni osa 2-kesäisten taimien vastaavasta määrästä, on rauduskoivun taimien ravinnontarve toisena kesänä erittäin suuri. Verraten korkea se on myös hieskoivulla. Jos koivu otetaan taimitarhasta lehdellisenä, se uuvuttaa taimitarhamaata vieläkin enemmän.

Edellä on johduttu seuraaviin yleistuloksiin: Taimitarhassa kasvatettavat puun taimet ottavat pinta-alayksiköltä eri ikävaiheissaan varsin eri suuret kasvinravintoainemäärät, vähiten ensi ikävuodellaan, eniten tavallisesti koulittuina. Eniten ravintoaineita ottavat maasta voimakaskasvuiset koivun taimet. Eri kasvinravintoaineita eri puulajien taimet käyttävät jonkin verran eri suhteessa, samoin saman puulajin taimet eri ikävaiheissaan. Taimien taimitarhamaan pintayksiköltä vuosittain ottamat ravintoainemäärät ovat yleensä pienemmät kuin viljelyskasvien. Tämä johtuu pääasiallisesti siitä, että jälkimmäisten sadon kuiva-ainemäärät ovat suuremmat. Koivun taimet voivat kuitenkin uuvuttaa maata huomattavasti enemmän kuin viljelyskasvit.

Lannoitusmenetelmät.

Puun taimien taimitarhamaasta ottamat kasvinravintoainemäärät voidaan harvoin ja silloinkin pääasiallisesti vain pienissä taimitarhoissa korvata karjanlannalla. Sitä ei yleensä ole näihin maihin riittävästi saatavana. Tämä on sikäli valitettavaa että karjanlanta, etenkin mutakompostina maalle annettuna, on taimimaalle erinomainen lannoite, joka turvaa myös maan riittävän multavuuden ja kuohkeuden säilymisen. Taimimaan kunnossapitolannoituksena tulevat näin ollen kysymykseen pääasiallisesti vihantalannoitus ja väkilannoitteet.

Vihantalannoitusta koskevissa kokeissa on pääasiallinen huomio kiinnitetty seuraaviin seikkoihin: eri vihantakasvien edullisuus, etenkin sadon suuruus ja typpipitoisuus; vihantakasvin edullisin kasvatustapa, etenkin lannoitus; vihantakasvin edullisin multausaika sekä sen mahdollisuudet lisätä välittömästi maan typpipitoisuutta. Kokeet on suoritettu Punkaharjun ja Ruotsinkylän taimitarhoissa, osin myös Lapinjärven kokeilualueessa. Kokeiden järjestely on ollut seuraava:

Koe 1. Käytetyt kasvilajit, viljelysalat ja kylvömäärät näkyvät seuraavasta asetelmasta.

Koekasvi	Viljelysala, a		Kylvömäärä, kg/a		Kertautuva koeruutu, a	
	Punka-harju	Ruot-sinkylä	Punka-harju	Ruot-sinkylä	Punka-harju	Ruot-sinkylä
Keltalupini, *Lupinus luteus*	9.2	0.6	1.9	1.9	1.53	0.1
Monivuot. lupini, *Lupinus polyphyllus*	1.1	0.6	1.0	1.0	0.36	0.1
Virna, *Vicia sativa*	12.3	0.6	2.1	2.1	2.05	0.1
Peluski, *Pisum arvense*	8.8	0.6	2.5	—	1.46	0.1
Virna + peluski	10.1	—	1.0+1.3	—	1.66	—
Herne, *Pisum sativum*	—	0.6	—	2.6	—	0.1
Virna + herne	—	0.6	—	1.0+1.3	—	0.1

Molemmissa taimitarhoissa järjestettiin kullakin koekasvilla seuraavat kolme eri lannoitustapaa ja nystyräbakteerien (Valion preparaatti) käyttöä:

a. Lannoitus: 1 kg ammoniumsulfaattia + 1 kg chilensalpietaria aarille.
   Kylvö: Ilman nystyräbakteereita.
b. Lannoitus: Sama kuin edellisessä.
   Kylvö: Siemen ympätty Valion nystyräbakteereilla.
c. Lannoitus: Ilman lannoitusta.
   Kylvö: Siemen ympätty kuten edellisessä.

Punkaharjun taimitarhassa on virnaa viljelty myös koeruuduissa, joissa on käytetty vain kompostilannoitusta, joko ilman bakteeriymppäystä (d) tai bakteereja käyttäen (e). Jokaista koetta edusti kaksi samanlaista koeruutua, monivuotista lupinia Punkaharjulla kuitenkin vain yksi.

Maan typpipitoisuus määrättiin ennen kokeen järjestämistä keväällä sekä kokeen päätyttyä syksyllä. Tätä varten tarvittavia maanäytteitä otettiin keväällä kaksi ja syksyllä kolme kunkin koekohdan 0—15 sm vahvasta pintakerroksesta. Sadon kuiva-ainepaino on saatu siten, että kustakin koeruudusta on otettu kaksi keskimäärää edustavaa näytettä, molemmat tarkoin yhden neliömetrin alalta. Kasvit kaivettiin maasta juurineen mahdollisimman huolellisesti, kuivattiin kuivauskaapissa 45—50 asteen lämmössä ja punnittiin. Jokaisen kokeen keskiarvo on siis saatu neljästä tällaisesta punnitustuloksesta.

Saadut tulokset ovat taulukossa 21.

Koe 2. Se järjestettiin samanaikaisesti edellisen kokeen kanssa. Tarkoituksena oli selvittää nystyräbakteeriymppäyksen vaikutusta kauran satoon ja typpipitoisuuteen kaura-keltalupini sekaviljelyssä. Kylvömäärästä oli $^1/_6$ lupinin siementä. Molemmissa taimitarhoissa oli vain kaksi koeruutua, joista toiseen kylvetty lupinin siemen

Taulukko 21. Vihantakasvisadon suuruus ja typpipitoisuus. [1])

Tabelle 21. Ernte und Stickstoffgehalt der Gründüngungspflanzen.

Kockasvi *Versuchspflanze*	Lannoitus ym. *Düngung*	Sato kuiva-ainetta, kg/ha *Trockengewicht der Ernte, kg/ha*		Typpipitoisuus, % *Stickstoffgehalt, %*			
				Varret *Stengel*		Juuret *Wurzeln*	
		Punka-harju	Ruotsin-kylä	Punka-harju	Ruotsin-kylä	Punka-harju	Ruotsin-kylä
Keltalupini *Lupinus luteus*	a	5 400	7 100	3.3	3.4	1.2	2.2
	b	5 300	6 400	2.8	3.0	1.0	2.4
	c	5 800	7 200	2.5	3.0	1.4	2.8
Monivuot. lupini *Lupinus polyphyllus*	a	3 900	3 800	1.9	3.2	2.1	1.9
	b	2 800	2 100	2.1	3.3	1.6	2.0
	c	3 900	3 900	1.9	3.6	2.5	2.2
Virna *Vicia sativa*	a	2 200	1 200	4.5	3.5	1.6	2.7
	b	1 750	2 400	1.8	3.6	1.8	2.5
	c	2 500	1 900	4.0	3.3	1.9	2.3
	d	2 300	—	4.6	—	2.0	—
	e	1 900	—	4.3	—	2.5	—
Peluski *Pisum arvense*	a	5 300	—	3.8	—	2.5	—
	b	5 400	—	4.1	—	2.0	—
	c	5 500	—	5.2	—	2.6	—
Virna + peluski *Vicia sativa + Pisum arvense*	a	5 700	—	2.9	—	2.2	—
	b	5 100	—	3.7	—	2.1	—
	c	6 000	—	4.2	—	2.5	—
Herne *Pisum sativum*	a	—	6 400	—	2.6	—	1.8
	b	—	5 400	—	1.9	—	1.8
	c	—	4 900	—	2.8	—	1.9
Herne + virna *Pisum sativum + Vicia sativa*	a	—	4 600	—	3.0	—	2.1
	b	—	3 400	—	3.2	—	1.8
	c	—	5 000	—	3.6	—	2.2

ympättiin, toisen ei. Maan typpipitoisuus koskee 15 sm:n vahvuista pintamaata.

Tulokset ovat seuraavat:

Taimitarha	Kauran kuiva-ainesato, kg/ha		Kauran typpisato, kg/ha		Maan typpipitoisuus, gr/kg	
	ympätty	ymppäämätön	ympätty	ymppäämätön	ympätty	ymppäämätön
Punkaharju	2 600	2 400	48	40	0.3420	0.3270
Ruotsinkylä	2 400	2 100	41	34	0.3203	0.2853

Koe 3. Vihantakasvia kasvavan maan typpipitoisuuden mahdollisen muuttumisen valaisemiseksi kokeen 1 kaikkien koeruutujen

[1]) Tähän taulukkoon sisältyvät luvut on metsät. kand. Jorma Kivekäs julkaissut kirjoituksessaan Puutaimitarhojen vihantalannoituksesta, Metsätaloudellinen Aikakauskirja 1936.

maasta on tehty typpimääräykset ennen viljelyskokeen alkamista ja sen jälkeen. Samalla määrättiin myös näytteiden happamuusaste. Tulokset ovat taulukossa 22.

Taulukko 22. Vihantakasvia kasvavan maan happamuus ja typpipitoisuus ennen viljelyskokeen alkamista ja sen jälkeen.

Tabelle 22. Aziditätsgrad und Stickstoffgehalt des Bodens vor und nach der Ernte der Gründüngungspflanzen.

Taimitarha *Baumschule*	Koekasvi *Versuchspflanze*	Lannoitus ym. *Düngung*	pH		N g/kg		Typen lisäys + tai vähennys — *N mehr + oder weniger — als im Frühling*
			keväällä *im Frühling*	syksyllä *im Herbst*	keväällä *im Frühling*	syksyllä *im Herbst*	
Punkaharju	Keltalupini *Lupinus luteus*	a	5.20	5.15	0.2164	0.2600	+0.0436
		b	5.42	5.20	0.2470	0.2240	—0.0230
		c	5.47	5.38	0.2303	0.2302	—0.0001
	Monivuot. lupini *Lupinus polyphyllus*	a	5.67	5.43	0.2636	0.2535	—0.0101
		b	5.66	5.70	0.2193	0.1888	—0.0305
		c	5.66	5.31	0.2256	0.2093	—0.0143
	Peluski *Pisum arvense*	a	5.86	5.74	0.2976	0.3794	+0.0618
		b	5.70	5.78	0.3170	0.3100	—0.0070
		c	6.01	5.83	0.2868	0.2573	—0.0295
	Virna *Vicia sativa*	a	5.41	5.58	0.3146	0.2200	+0.0054
		b	5.58	5.40	0.2053	0.2374	+0.0321
		c	5.44	5.63	0.2150	0.2140	—0.0010
		d	5.49	5.18	0.1580	0.3057	+0.1477
		e	5.52	5.27	0.2846	0.3100	+0.0254
	Virna + peluski *Vicia sativa + Pisum arvense*	a	5.82	5.69	0.1854	0.2374	+0.0520
		b	5.97	5.84	0.1770	0.2790	+0.1020
		c	6.03	5.90	0.2172	0.2781	+0.0609
Ruotsinkylä	Keltalupini *Lupinus luteus*	a	5.61	5.50	0.2066	0.2202	+0.0132
		b	5.70	5.63	0.1830	0.1698	—0.0132
		c	5.55	5.47	0.1860	0.1876	—0.0016
	Monivuot. lupini *Lupinus polyphyllus*	a	5.64	5.71	0.2798	0.2198	—0.0600
		b	5.90	5.78	0.2828	0.2109	—0.0719
		c	5.73	5.80	0.2210	0.2466	+0.0256
	Virna *Vicia sativa*	a	5.58	5.49	0.3406	0.3766	+0.0360
		b	5.48	5.70	0.4600	0.3126	—0.1474
		c	5.35	5.81	0.4173	0.3886	—0.0287
	Herne *Pisum sativum*	a	5.83	5.55	0.4284	0.3146	—0.1138
		b	5.80	5.64	0.3696	0.3066	—0.0630
		c	5.70	5.74	0.4172	0.2626	—0.1546
	Herne + virna *Pisum sativum + Vicia sativa*	a	5.90	5.79	0.3960	0.3128	—0.0832
		b	5.64	5.82	0.2977	0.2800	—0.0177
		c	5.83	5.91	0.3322	0.2306	—0.1016

Koe 4. Tämän kokeen tarkoituksena on ollut selvittää vihantalannoitekasvin sadon ja typpipitoisuuden suuruutta sekä niiden riippuvaisuutta sadonkorjuun ajasta. Kokeet on järjestetty kesällä 1936 Ruotsinkylän ja Punkaharjun taimitarhoihin. Sadon suuruus ja laatu on määrätty siten, että kultakin koeviljelysalalta on rajoitettu kolme 2 m²:n laajuista keskimäärää edustavaa ruutua, joista kasvit on korjattu huolellisesti juurineen. Kylvömäärät ovat olleet tavalliset. Samanlainen koe on järjestetty myös Lapinjärven kokeilualueen uuvutettuun savimaan peltoon. Kylvömäärä aarille oli 2.5 kg, josta peluskia 1.5 kg, virnaa 0.5 kg ja kauraa samoin 0.5 kg. Sadon kokonaismäärää Lapinjärven kokeessa ei tiedetä.

Sadon näytteet on otettu vihantakasvin kukkimisen alkaessa, sen ollessa parhaassa kukassa ja kasvin lakastuttua. Punkaharjun taimitarhasta sato on korjattu vain kahdessa viimeksimainitussa vaiheessa.

Tämän kokeen tulokset ovat taulukossa 23.

Taulukko 23. Sadon suuruus ja typpipitoisuus vihantakasvin eri kasvuvaiheissa.

Tabelle 23. Grösse und Stickstoffgehalt der Ernte während der verschiedenen Entwicklungsperioden der Gründüngungspflanzen.

Taimitarha *Baumschule*	Koekasvi *Versuchspflanze*	Kylvöaika *Aussaatzeit*	Sadon korjuuaika *Erntezeit*	Sato, kg/ha *Ernte, kg/ha*		Sadon typpipitoisuus, % *Stickstoffgehalt der Ernte, %*		Sadon typpipitoisuus, kg/ha *Stickstoffgehalt der Ernte, kg/ha*		
				Varret *Stengel*	Juuret *Wurzeln*	Varret *Stengel*	Juuret *Wurzeln*	Varret *Stengel*	Juuret *Wurzeln*	Yht. *Zusammen*
Punkaharju	Herne *Pisum sativum*	3/6	21/8	5 600	1 750	2.51	1.63	138	29	167
		»	22/9	5 800	750	2.38	1.87	138	14	152
	Peluski *Pisum arvense*	5/6	21/8	6 000	1 475	3.03	2.21	182	33	215
		»	22/9	6 300	800	2.87	2.51	181	20	201
	Virna *Vicia sativa*	8/6	21/8	3 000	950	2.88	1.97	86	19	105
		»	22/9	3 400	700	2.56	1.80	87	13	100
Ruotsinkylä	Virna + peluski *Vicia sativa + Pisum arvense*	16/6	25/7	4 200	850	2.80	1.71	118	15	133
		»	10/8	6 100	1 250	2.74	2.00	167	25	192
		»	10/10	5 600	725	2.44	1.77	137	13	150
	Monivuot. lupini *Lupinus polyphyllus*	Edell. vuonn. *Vorjahr*	12/6	2 900	950	2.13	1.34	62	13	75
			20/7	4 400	1 350	2.43	1.70	107	23	130
			10/10	4 300	1 150	2.21	2.97	95	34	129
Lapinjärvi	Peluski + virna + kaura. *Pisum arvense + Vicia sativa + Avena sativa*	5/6	9/7	—	—	1.8	1.1	—	—	—
		»	22/7	—	—	2.4	1.0	—	—	—
		»	8/8	—	—	2.0	1.4	—	—	—

Edellä mainittujen kokeiden tuloksien perusteella tullaan seuraaviin päätelmiin:

Kokeissa käytettyjen vihantakasvien kokonaissato, siis juuret mukaan luettuina, on 2 000—7 000 kg kuiva-ainetta hehtaarilta. Suurimman sadon antavat peluski, herne ja keltalupini sekä niiden sekoitukset, pienimmän virna ja monivuotinen lupini. Kun peluski on osoittautunut suhteellisestikin typpirikkaammaksi kuin muut kokeiltavina olleet palkokasvit, on sen typpisato huomattavasti suurempi kuin muiden. Sen antama typpimäärä vastaa yli 200 kg typpeä eli yli 1 250 kg chilensalpietaria hehtaarille. Pienestä kuiva-ainesadosta johtuen virnan, jonka typpiprosentti on keskinkertainen tai sitä suurempi, vastaava typpisato on noin puolta pienempi. Jonkin verran korkeampi on monivuotisen lupinin vuosittain antama typpimäärä.

Vihantakasvien juurten kuiva-aine on tavallisesti $^1/_8$—$^1/_4$ varsien vastaavasta määrästä ja niiden typpiprosentti huomattavasti pienempi kuin jälkimmäisten. Ne sisältävätkin usein vain 10—15 % varsien typpisadosta. Vihantakasvin varsien multaaminen maahan on siis lannoituksen ja maan multavuuden lisäämisen kannalta ratkaiseva.

Vihantakasvi ei kasvukautenaan anna maalle lisää typpeä; päinvastoin on maan typpipitoisuus kasvin poistamisen jälkeen syksyllä pienempi kuin keväällä. Jos maa on saanut keväällä typpilannoituksen eikä vihantakasvin siementä ole ympätty nystyräbakteereilla, maan typpipitoisuus kasvukautena useimmiten kohoaa. Maan happamuusaste ei vihantakasvin vaikutuksesta välittömästi muutu.

Maan typpilannoitus ei lisää vihantakasvin sadon määrää eikä sen typpipitoisuutta. Päinvastoin on melkein poikkeuksetta pienimmät kokonaissadot saatu niistä koekohdista, jotka ovat saaneet yhdistetyn typpilannoituksen ja bakteeriymppäyksen. Heikossa kunnossa oleva maa (Lapinjärven kokeilualue) antaa sadon, jonka typpipitoisuus on alhainen. Runsaiden ja typpirikkaiden satojen saamiseksi taimitarhamaan kalkitus on useassa tapauksessa eduksi.

Täydessä kukassa oleva vihantakasvi antaa suuremman ja typpirikkaamman sadon kuin kukkimisen alkaessa tai kasvin lakastuessa saatu.

Nystyräbakteeriymppäyksestä on ollut hyötyä kaura-keltalupini sekaviljelyksissä. Ympätyissä koeruuduissa kauran sato on ollut suurempi ja typpirikkaampi kuin ymppäämättömissä. Samoin on edellisten maa kokeen jälkeen ollut typpirikkaampaa kuin jälkimmäisten.

V ä k i l a n n o i t t e e t. Niistä kokeista, joissa väkilannoitteita on annettu taimitarhamaalle sellaisenaan, tehdään selkoa edempänä

niiden kokeiden yhteydessä, jotka koskevat taimien kasvua eri tavoin lannoitetussa maassa. Tavallisimmin väkilannoitteet ovat joutuneet maahan kompostin yhteydessä. Niiden kasvinravintomäärien selvittämiseksi, jotka komposti sisältää, on tehty eräistä kompostinäytteistä analyysejä, joiden tulokset ovat taulukossa 24. Valitettavasti nämä koskevat vain suhteellisen nuoria komposteja.

Taulukko 24. Tuloksia komposteista tehdyistä analyyseistä.
Tabelle 24. Kompostanalysen.

Kompostin n:o *Kompost Nr.*	Kompostin ikä, v. *Alter des Kompostes, Jahr*	pH	Kuiva-aineesta, % *Vom Trockengewicht, %*				Kuiva-aineesta, gr/kg *In der Trockensubstanz, g/kg*			
			Hehkutushäviö *Glühverlust*	Tuhka *Asche*	Helppoliuk. N *Leichtlösliches N*	Kokonais N *Gesamt-N*	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
1	1/2	5.70	27.8	59.3	0.013	0.81	0.354	0.471	12.794	0.108
2	»	5.95	56.1	32.2	0.017	1.27	0.401	1.159	7.198	0.160
3	»	4.65	33.0	53.9	0.009	1.14	0.204	0.940	9.478	0.081
4	»	5.52	70.6	21.3	0.007	2.32	0.216	0.242	2.960	0.099
5	»	5.54	54.0	34.7	0.010	1.57	0.289	1.075	7.221	0.115
6	3	6.10	30.4	53.8	0.004	0.67	0.277	0.511	8.139	0.128
7	2—6	6.00	14.1	75.5	0.012	0.47	0.264	0.771	5.892	0.164
8	1/2	5.83	81.3	16.7	0.014	2.51	0.317	0.832	4.191	0.079
9	2	5.61	75.9	18.1	0.011	2.40	0.376	0.617	4.733	0.083

Tutkituista komposteista on seuraavat tiedot:

1. Arolan taimitarha, Taivalkoski. Kompostiin käytetty jokivarsimutaa 50 % ja pintamaata (kariketta, sammalta ja kivennäismaata), jota on saatu taimitarhaa tehtäessä. 1 m³:ä kohden käytetty: sammutettua kalkkia 10 kg ja thomaskuonaa 5 kg. Kompostin ikä 6 kk.

2. Kivelän taimitarha, Taivalkoski. Kompostiin käytetty korpimutaa 30 % ja savimultaturvetta 70 %. 1 m³:ä kohden käytetty: sammutettua kalkkia 6 kg, kalisuolaa (40 %) 2.5 kg, superfosfaattia 2 kg, thomaskuonaa 2 kg ja tuhkaa 2 kg. Kompostin ikä 5 kk.

3. Koivujärven taimitarha, Taivalkoski. Kompostiin käytetty korpimutaa 30 %, vanhaa muurahaispesää 35 % ja pintamaata (kariketta, sammalta ja kivennäismaata) 35 %. 1 m³:ä kohden käytetty: sammutettua kalkkia 10 kg ja kalisuolaa (40 %) 3 kg. Kompostin ikä 5 kk.

4. Ruotsinkylän taimitarha. Kompostiin käytetty hyvälaatuista suomutaa. Ei lannoitteita. Ikä n. 5 kk.

5. Ruotsinkylän taimitarha. Kompostiin käytetty erittäin hyvää korpimutaa. 1 m³:ä kohden käytetty 10 kg sammutettua kalkkia, 4 kg kalisuolaa (20-%) ja 2 kg thomaskuonaa. Kompostin ikä 6 kk.

6. Ruotsinkylän taimitarha. Kompostiin käytetty lahonnutta suomutaa sekä kerroksittain savea sekä 1 m³:ä kohden tätä seosta 10 kg sammutettua kalkkia. Kompostin ikä 3 vuotta, käännetty 2 kertaa.

7. Ruotsinkylän taimitarha. Kompostiin käytetty kitkemisjätteitä, lehtiä, mutaa ym. 1 m³:ä kohden käytetty 15 kg sammutettua kalkkia, kompostin ikä 2—6 vuotta.

8. Punkaharjun taimitarha. Kompostiin käytetty järvenrantamutaa, johon 1 m³:ä kohden on lisätty 10 kg sammutettua kalkkia, 4 kg thomaskuonaa, 2 kg kalisuolaa (40-%) ja 6 kg tuhkaa. Kompostin ikä 6 kk.

9. Punkaharjun taimitarha. Kompostiin käytetty järvenrantamutaa ja siihen 1 m³:ä kohden 10 kg sammutettua kalkkia, 4 kg thomaskuonaa ja 2 kg kalisuolaa (40-%). Kompostin ikä 2 vuotta.

Eniten komposteissa vaihtelevat kalin ja kalkin määrät, kompostimaan laadusta riippuen myös kokonaistyppi. Fosforihapon suhteen erot ovat suhteellisen pienet. Kompostin 3 poikkeuksellisen alhainen pH on aiheutunut vanhan muurahaispesän sekoittamisesta kompostiin. Tällainen maa on varsin hapanta.

Tässä yhteydessä on mainittava, että 40-prosenttinen kalisuola on osoittautunut vähemmän sopivaksi taimitarhassa käytettäväksi. Kun kalisuolaa, samaten kuin muitakin väkilannoitteita, on hyvin vaikea saada sekoitetuksi kompostiin täysin tasasuhtaisesti, rusketuvat ja osin kuolevatkin kalikompostia saaneet kuusen taimet hyvin helposti. Tarkoituksenmukaisinta on kylvää kalisuola suoraan taimitarhamaahan, joko syksyllä tai keväällä pari viikkoa ennen maan käyttöä. Suola on kylvettävä tasaisesti ja mullattava. Varminta on tällöinkin käyttää 20-prosenttista lannoitetta.

Eri tavoin lannoitettujen taimien kasvu.

Näissä viljelyskokeissa on käytetty pääasiallisesti helppoliukoisia typpi- ja fosforihappolannoitteita keväällä pintalannoitteina. Parissa tapauksessa maa on saanut myös kalisuolaa. Nämä väkilannoitteet on sekoitettu haravalla aivan maan pintakerrokseen. Lisäksi on tehty eräitä vihantalannoituksen vaikutusta selvitteleviä kokeita. Valitettavasti suurin osa viimeksimainituista koeviljelyksistä tuhoutui sen johdosta, että keväthalla vikuutti taimia.

Tässä yhteydessä tehdään selkoa seuraavasta neljästä koesarjasta.

Koe 1. Punkaharjun taimitarhaan kylvettiin 31/5 1935 koeruuduille, jotka olivat saaneet eri suuret määrät nitrofoskaa, männyn ja kuusen siemeniä. Siemeniä kylvettiin 4 gr vakometrille, multaussyvyys oli 4 mm ja suojuksina kaihdinlaatikot. Kastelu oli kaikille lavoille sama, keskinkertainen. Kuten tunnettua nitrofoska on yhdistetty typpi-, fosforihappo- ja kalilannoite; kahta ensiksimainittua siinä on 15 % kumpaakin, kalia 18 %. Sarjaan kuului lisäksi koeruutu, joka sai nitrofoskan ohella superfosfaattia ja 40-prosenttista kalisuolaa. Syyskuun puolivälissä samana vuonna saadut tulokset ovat

taulukossa 25. Samassa yhteydessä ovat myös taimien painoa vuotta myöhemmin osoittavat suhteelliset luvut. Viimeksimainitut tarkoittavat 100:n ilmakuivan taimen kokopainoa, siis juurineen ja neulasineen.

Taulukko 25. Lannoitettujen taimien koko.
Tabelle 25. Die Grösse der gedüngten Pflanzen.

Lannoitus *Düngung*	1 kesää vanhat taimet — *1 Sommer alte Pflanzen*						2 kesää vanhat taimet. Suhteellinen paino *2 Sommer alte Pflanzen. Relat. Gewicht*	
	Männyn taimet *Kiefernpflanzen*			Kuusen taimet *Fichtenpflanzen*				
	Suhteellinen paino *Relat. Gewicht*	Varsien keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Stämmchen, cm*	Juurien keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Wurzeln, cm*	Suhteellinen paino *Relat. Gewicht*	Varsien keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Stämmchen, cm*	Juurien keskipituus, sm *Durchschnittl. Länge der Wurzeln, cm*	Männyn taimet *Kiefernpflanzen*	Kuusen taimet *Fichtenpflanzen*
Lannoittamaton — *Ungedüngt*	100	3.7	13.1	100	2.8	10.4	100	100
2.5 kg nitrofoskaa — *Nitrophoska*	158	3.7	12.5	100	3.6	10.3	185	101
5.0 » »	163	4.1	10.8	105	3.4	9.6	210	72
7.5 » »	168	4.0	10.7	123	3.5	9.7	—	—
10.0 » »	140	4.5	7.1	140	4.0	8.7	327	32
2.5 » nitrofoskaa + 4.0 kg superfosfaattia + 2.0 kg kalisuolaa — 2.5 *kg Nitrophoska* + 4.0 *kg Superphosphat* + 2.0 *kg Kalisalz*	112	3.8	7.9	100	3.7	7.5	138	23

Koe 2. Kesällä 1935 Punkaharjun taimitarhassa järjestettiin laajempi lannoituskoesarja 2-vuotisilla kuusen taimilla, Ruotsinkylän taimitarhassa 2 + 1-vuotisilla kuusen taimilla ja 1-vuotisilla männyn taimilla. Taimille ei ollut annettu pintalannoitusta edellisinä kasvukausina. Taimien keskipituuksia varten mitattiin 200 tainta. Käytetyt lannoitteet ovat olleet seuraavat, kaikki aaria kohden:

1. 2 kg ammoniumsulfaattia.
2. 2 » chilensalpietaria.
3. 2 » kalkkisalpietaria.
4. 1 » chilensalpietaria + 1 kg ammoniumsulfaattia.
5. 1 » » 2 » »
6. 2 » » 2 » »

Lannoite annettu kahdessa erässä, 2 viikon väliajoin.

7. 3 m^3 kompostia.

8. 3 m³ kompostia + 2 kg chilensalpietaria + 2 kg ammoniumsulfaattia.

9. 4 kg kotkafosfaattia + 4 kg 40-prosenttista kalisuolaa + 2 kg chilensalpietaria ja ammoniumsulfaatin seosta.

10. Lannoittamaton.

Ruotsinkylässä puuttuivat koeruudut 7, 8 ja 9. Kokeet kestivät vain yhden kesäkauden. Kaikki taimet koulittiin kokeen alkaessa. Tulokset ovat taulukossa 26.

Taulukko 26. Lannoitustuloksia. Yhden kesän tulokset.
Tabelle 26. Ergebnisse der Düngungsversuche. Einjähriger Versuch.

Lannoite N:o *Düngung Nr.*	Punkaharju Kuusi — *Fichte*			Ruotsinkylä Kuusi — *Fichte*			Ruotsinkylä Mänty — *Kiefer*		
	Keskipituus keväällä, sm *Mittl. Höhe im Frühling, cm*	Keskipituus syksyllä, sm *Mittl. Höhe im Herbst, cm*	Pituuden lisäys, % *Höhenzuwachs, %*	Keskipituus keväällä, sm *Mittl. Höhe im Frühling, cm*	Keskipituus syksyllä, sm *Mittl. Höhe im Herbst, cm*	Pituuden lisäys, % *Höhenzuwachs, %*	Keskipituus keväällä, sm *Mittl. Höhe im Frühling, cm*	Keskipituus syksyllä, sm *Mittl. Höhe im Herbst, cm*	Pituuden lisäys, % *Höhenzuwachs, %*
1	3.43	7.37	116	6.94	10.54	52	6.07	7.16	18
2	3.63	7.80	113	7.14	10.62	49	5.12	6.33	24
3	4.03	7.84	95	6.60	10.10	58	5.31	6.64	25
4	3.44	7.31	113	6.72	7.98	19	5.38	6.29	17
5	3.95	7.50	90	6.54	9.03	38	5.33	5.95	12
6	4.07	8.67	113	7.20	9.72	25	5.36	5.68	6
7	3.88	6.56	69	—	—	—	—	—	—
8	3.95	7.73	96	—	—	—	—	—	—
9	3.93	7.29	85	—	—	—	—	—	—
10	4.44	6.15	39	7.46	9.26	24	5.28	6.03	15

Ruotsinkylän taimitarhan männyn taimet mitattiin myös syksyllä 1936, siis kahden kasvukauden kuluttua, samoin osa 2 + 1-vuotisista kuusen taimista. Lannoitetuille saroille oli keväällä 1935 koulittu myös 2-vuotisia kuusen taimia. Näidenkin keskipituus määrättiin syksyllä 1936, siis 2 + 2-vuotisina. Mittausten tulokset ovat taulukossa 27 ja perustuvat ne 100 taimeen.

Koe 3. Sen kysymyksen selvittämiseksi, missä määrin lannoitteiden johdosta voimakkaiksi kehittyneet taimet säilyttävät kasvutarmonsa epäedullisempiin oloihin jouduttuaan, järjestettiin Ruotsinkylän taimitarhassa seuraava koe. 2-vuotiset kuusen taimet, joista toinen osa oli ensi kasvukaudellaan saanut 2 kg nitrofoskaa aarille, toinen ei, jaettiin kahteen ryhmään, pieniin ja isoihin. Nämä neljä taimilaatua koulittiin uuteen kohtaan, joka kauttaaltaan oli samanlaista, lannoittamatonta. Taimien keskipituudet, laskettuina 100:sta taimesta, sekä taimien pituuskasvu ensimmäisenä koulituksen jälkeisenä kesänä, käyvät selville seuraavasta asetelmasta:

	Keskipituus, sm ennen koulitusta	Keskipituus, sm koulituksen jälkeisenä syksynä	Pituuskasvu, sm
Lannoittamattomat pienet taimet	6.4	9.4	3.0
» isot taimet	9.7	13.1	3.4
Lannoitetut pienet taimet	8.5	11.8	3.3
» isot taimet	14.8	20.5	5.7

Lannoituskokeiden tulokset ovat osoittaneet, että kokeissa käytetyt pintalannoitteet ovat melkein poikkeuksetta lisänneet taimien kokonaispainoa ja varren pituutta. Lannoitettujen taimien juuristo sitävastoin on lyhempi kuin lannoittamattomien. Kuta voimakkaampi lannoitus on, sitä lyhempi on juuristo. Kohtuullisesti lannoitettujen taimien laatu on näin ollen parempi kuin lannoittamattomien.

Taulukko 27. Lannoitustuloksia. Kahden kesän kokeet.
Tabelle 27. Ergebnisse der Düngungsversuche des zweijährigen Versuches.

Lannoitus n:o *Düngung Nr.*	1+2-vuot. mänty *1+2 jähr. Kiefer*		2+2-vuot. kuusi *2+2 jähr. Fichte*		2+1+2-vuot. kuusi *2+1+2 jähr. Fichte*	
	Keskipituus, sm *Mittl. Höhe, cm*	Vuosikasvaimen keskipituus, sm *Mittl. Länge des Jahrestriebes, cm*	Keskipituus, sm *Mittl. Höhe, cm*	Vuosikasvaimen keskipituus, sm *Mittl. Länge des Jahrestriebes, cm*	Keskipituus, sm *Mittl. Höhe, cm*	Vuosikasvaimen keskipituus, sm *Mittl. Länge des Jahrestriebes, cm*
1	18.58±0.42	10.11±0.33	17.01±0.50	6.43±0.35	42.42±1.17	18.66±0.65
2	15.56±0.46	8.47±0.32	17.34±0.42	6.84±0.24	40.70±1.63	19.07±1.00
3	19.71±0.59	11.13±0.45	15.73±0.43	5.89±0.20	35.81±1.86	16.15±0.92
4	17.72±0.48	9.99±0.35	15.31±0.51	5.64±0.25	47.61±2.15	21.09±1.30
5	20.23±0.45	12.20±0.37	13.82±0.41	4.91±0.21	37.65±1.66	16.59±0.73
6	15.34±0.45	7.87±0.30	14.12±0.42	5.15±0.19	43.60±1.94	18.84±1.03
10	15.12±0.48	7.78±0.33	12.11±0.38	4.71±0.23	—	—

Poikkeuksena edellisestä ovat runsaasti nitrofoskaa ja sekaväkilannoitteita saaneet, lannoitetussa maassa pitemmän ajan kasvaneet kuusen taimet. Ne ovat kituvampia kuin lannoittamattomat. Tälle tulokselle ei kuitenkaan voida antaa ratkaisevaa arvoa, etenkin kun toiset nyt saadut koetulokset sekä muualla suoritetut koeviljelykset (Hesselman, 1939) eivät vahvista sitä.

Yleensä tavalliset typpilannoitteet, chilensalpietari, kalkkisalpietari ja ammoniumsulfaatti, antavat yhtä edullisen, usein edullisemmankin tuloksen kuin niiden ja muiden väkilannoitteiden sekoitukset. Suurempia määriä kuin 2 kg aarille näitä lannoitteita on tarpeetonta käyttää. Kalkkisalpietari näyttää soveltuvan etenkin männyn taimille. Jos taimitarhamaa on liian hapanta, on vältettävä ammoniumsulfaattia, sillä se lisää maan happamuutta.

Kirjallisuusluettelo.

Aaltonen, V. T. 1932. Über den Einfluss der Holzart auf den Boden Metsätiet. tutkimusl. julk. 17. 5.

Aldrich-Blake, R. N. 1932. The influence of nutrition on the relative root and shoot development of forest-tree seedlings. Forestry. S. 40—.

Amann, H. 1929. Untersuchungen über die thermische Schutzwirkung von Deckgittern im Pflanzengarten. Forstw. Centralbl. 1929. S. 249—.

Bauer, H. 1910. Stoffbildung und Stoffaufnahme in jungen Nadelhölzern. Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1910. S. 457—.

—»— 1911. Stoffbildung und Stoffaufnahme in jungen Laubhölzern. Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1911. S. 409—.

Baur, F. 1875. Untersuchungen über die Tiefe der Bedeckung der wichtigsten Waldsamen bei Saaten. Mitteil. der K. würtember. forstl. Versuchsanst. Hohenheim 1875.

Burger, Hans. 1930. Holzarten auf verschiedenen Bodenarten. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. 1930. S. 49—.

Bühler. 1891. Saatversuche. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. 1891. S. 87—.

—»— 1894. Untersuchungen über die Wirkung der Deckgitter in Saatschulen. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. 1894. S. 194—.

Büsgen, M. 1901. Einiges über Gestaltung und Wachstumsweise der Baumwurzeln. Allg. Forst- u. Jagdzeit. 1901. S. 273—.

Councler, C. 1882. Ueber den Aschengehalt einjähriger Fichten. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1882. S. 361—.

—»— 1903. Aschenanalysen von dreijährigen gedüngten Fichten. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1903. S. 385—.

Dengler, Alfred. 1925. Über die Wirkung der Bedeckungstiefe auf das Auflaufen und die erste Entwickelung des Kiefernsamens. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1925. S. 385—.

Dulk, L. 1875. Untersuchungen der Saatschulpflanzen. Monatschr. f. d. Forst- u. Jagdwesen 1875. S. 289—.

Engler, Arnold. 1903. Untersuchungen über das Wurzelwachstum der Holzarten. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. 1903. S. 243—.

—»— ; Glutz, Robert. 1903. Gründüngungs-Versuche in Pflanzschulen. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. 1903. S. 319—.

Gläser, H. Hilf, H. Die Selbstkosten einjähriger Kiefernpflanzenanzucht. Forstarchiv 1934. S. 109—.

Helms, Johs. og Wegge, Paul. 1916—21. Prikleforsøg. Det Forstl. Forsøgsvesen i Danmark. 1916—1921. S. 225—.

Hertz, Martti. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die

Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. Metsätiet. tutkimusl. julk. 17. 4.

—»— Kuusen juuriston ensi kehityksestä. Referat: Die erste Entwickelung des Wurzelwerks der Fichte. Acta Forestalia Fennica. 41. 3.

—»— Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. Metsätiet. tutkimusl. julk. 20. 2.

Hesselnik, E. 1926. Een en ander over de Worteloutwikkeling van den grove den *(Pinus silvestris)* en den oostenrijksche den *(Pinus laricio austriaça)*. Referat: Einiges über die Wurzelentwickelung der gemeinen Kiefer *(Pinus silvestris L.)* und der österreichischen Schwarzkiefer *(Pinus laricio austriaça Endl.)*. Meddeelingen van het Rijksboschbouwproefstation. 1926.

—»— 1930. Planttijdproeven met grove den *(Pinus silvestris)* en oostenrijksche den *(Pinus nigra austriaça)* in de jaren 1924 t/m 1927. Summary: Planting-time experiments for Scotch pine *(Pinus silvestris)* and Black pine *(Pinus nigra austriaça)* during the years 1924/1927. Meddeelingen van het Rijksboschbouwproefstation. 1930.

Hesselman, Henrik. 1939. Granens föryngringssvårigheter på örtrik mark och dess orsaker. Särtryck ur Botaniska Notiser 1939.

Kache, Paul. 1929. Die Praxis des Baumschulbetriebes.

Kivekäs, Jorma. 1936. Puutaimitarhojen vihantalannoituksesta. Metsätal. Aikakauskirja 1936. S. 104—.

König, J. und Hasenbäumer, J. Zeitschr. für Pflanzenernährung und Düngung. Teil B, Bd. 3, S. 497—.

Liese, J. 1926. Beiträge zur Kenntnis des Wurzelsystems der Kiefer. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1926. S. 129—.

Manshard, E. 1933. Untersuchungen über den Nährstoffgehalt der Aschen forstlicher Kulturpflanzen aus den Halstenbecker Forstbaumschulen. Thar. forstl. Jahrb. 1933. S. 105—.

Matthes. 1911. Mitteilungen über Bau und Leben der Fichtenwurzeln und Untersuchungen über die Beeinflussung des Wurzelwachstums durch wirtschaftliche Einwirkungen. Allgem. Forst- u. Jagdz. 1911. S. 1—.

Möller, A. 1903. Untersuchungen über ein- und zweijährige Kiefern im märkischen Sandboden. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1903. S. 257—.

Němec, Antonin. 1932. Untersuchungen über die Phosphorsäureernährung der Fichte in den Dauerkämpen. Forstwiss. Centralbl. 1932. S. 57—.

Nobbe, Friedrich. 1875. Beobachtungen und Versuche über die Wurzelbildung der Nadelhölzer. Thar. forstl. Jahrb. 1875. S. 201—.

Papajoannon, Johannes. 1932. Die mikroklimatischen Verhältnisse unter Pflanzdecken aus Stoff. Forstw. Centralbl. 1932. S. 666—.

—»— 1934. Die Temperaturverhältnisse unter Pflanzenschutzvorrichtungen in Forstgärten. Forstw. Centralbl. 1934. S. 769—.

Polanský, Bohuslav. 1935. Tsekinkielinen julkaisu. Referat: Über die Aussaat und Erziehung der Sämlinge in Forstgärten. Recueil de travaux des Instituts des recherches agronomiques de la Republique Tchécoslovaque. 1935.

Poskin, A. 1934. Le chêne pédonculé et le chêne rouvre. Leur culture en Belgique. Bibliothèque agronomique Belge. 1934.

Rubner, K. 1927. Bedeckungstiefe und Keimung des Fichtensamens. Forstwiss. Centralbl. 1927. S. 168—.

Resa, F. 1877. Über die Periode der Wurzelbildung. Bonn. 1877. Ei saatavana. Laajoja sitaatteja teoksessa Wieler 1894.

Roze, E. 1937. Latviankielinen julkaisu. Referat: Der Gang des Längenzuwachses der Kiefern- und Fichtentriebwurzeln. Latvijas mēzu pētišanas stacijas raksti 1937. (Mitteilungen der forstlichen Versuchsanstalt Lettlands.)

—»— 1938. Latviankielinen julkaisu. Referat: Korrelation zwischen der Wurzellagerung und dem Höhenzuwachs der Pflanzen. Latvijas mēzu pētišanas stacijas raksti 1938. (Mitteilungen der forstlichen Versuchsanstalt Lettlands.)

Schmitz-Dumont, W. 1894. Ueber den Nährstoffbedarf der jungen ein- und zweijährigen Kiefern. Thar. forstl. Jahrbuch 1894. S. 205—.

Schreiber, M. 1926. Beiträge zur Kenntnis des Wurzelsystems der Lärche und Fichte. Centralbl. f. d. gesamte Forstwes. 1926. S. 78—.

Schroeder, von. 1893. Über die Düngung der Saatkämpe und Pflanzgärten, mit spezieller Berücksichtigung des Nährstoffbedarfes junger Fichten. Thar. forstl. Jahrbuch 1893. S. 129—.

Schütze, W. 1879. Ueber den Aschengehalt einjähriger Kiefern und über die Düngung der Kiefernsaatbeete. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1879. S. 51—.

Schwarz, F. 1892. Ueber den Einfluss des Wasser- und Nährstoffgehaltes des Sandbodens auf die Wurzelentwickelung von *Pinus silvestris* im ersten Jahre. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1892. S. 88—.

Spitzenberg, G. K. 1908. Ueber Missgestaltung des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmetoden. Deut. Forstzeit. 1908.

Stevens, Clark Leavitt. 1931. Root Growth of white Pine *(Pinus strobus L.)*. Yale University School of Forestry. Bulletin N:o 32. 1931.

Tozoye, Hazine. 1940. Japaninkielinen julkaisu. Résumé: Modification and Plasticity on the Initial Root System of Some Useful Coniferous Seedlings in Hokkaido by different Soils. Bulletin of the School of Agriculture and Forestry Taihoku Imperial University. 1940.

Tuorila, P. 1933. Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Kali- und Phosphorsäuredüngung auf die Mobilisation des Moorbodenstickstoffes. Suomen Suoviljelysyhdistyksen tieteellisiä julkaisuja N:o 17.

Valmari, J. 1921. Beitrage zur chemischen Bodenanalyse. Acta Forestalia Fennica 20. 1921.

—»— 1934. Maataloudellisia ammattitietoja. Lannoitus. Eripainos vuoden 1935 Pellervon kalenterista. Helsinki 1934.

Vater. 1905. Düngungsversuche in Saatkämpen auf Sandsteinböden nebst Bemerkungen über die Ausführung forstlicher Saatversuche. Thar. forstl. Jahrbuch 1905. S. 116—.

Wieler, A. 1894. Ueber die Periodizität in der Wurzelbildung der Pflanzen. Forstw. Centralbl. 1894. S. 333—.

Diese Arbeit ist dem in unserem Freiheitskrieg am 29. Februar 1940 für sein Vaterland gefallenen Forschungs-Förster

Arvo Ilmari Helkiö

in Dankbarkeit gewidmet.

Olli Heikinheimo

VERSUCHE IN BAUMSCHULEN

REFERAT

Die unten darzustellenden Versuche sind hauptsächlich in den Jahren 1934—37 in den Baumschulen der zu der Forstlichen Forstanstalt gehörigen Versuchsgebiete von Ruotsinkylä und Punkaharju ausgeführt worden. Jenes liegt im südlichen Finnland in der Nähe von Helsinki, dieses im Seengebiet Finnlands. Über die Niederschlagsmengen und Temperaturverhältnisse während der Sommerzeit der Versuchsjahre gibt Tabelle 2 Aufschluss. Der Juni, bei der Erziehung der Pflanzen von recht entscheidender Bedeutung, ist in Punkaharju in den Jahren 1936 und 1937, in Ruotsinkylä 1933 und 1937 aussergewöhnlich trocken gewesen. In den wichtigsten Versuchssommern 1934 und 1935 war an beiden Versuchsstationen der Juni in ersterem Jahr trockener als normalerweise, in letzterem dagegen regnerischer.

Die Ergebnisse der mechanischen und chemischen Analysen über den Boden der Baumschulen sind in Tabelle 1 angeführt. Aus ihr ist zu ersehen, dass der Boden des Pflanzgartens von Ruotsinkylä viel feiner verteilt als der im Pflanzgarten von Punkaharju ist. Die grössere Wasserkapazität des Bodens wird ausserdem durch den höheren Humusgehalt gesteigert. Die Mengen an löslicher Phosphorsäure, Kali und Kalk sind wiederum im Pflanzgarten von Punkaharju höher.

Die Aussaatversuche und ihre Ergebnisse.

Ausführung der Versuche.

(Abb. 1—2.)

Die bei den Versuchen benutzten Probeflächen sind 0.87 × 3.00 m gross gewesen. Der Samen ist als Rillen- wie auch als Breitsaat ausgesät worden. Die Doppelreihen, in den man die Samen aus einer Flasche eingesät hat, sind mit einem Rillenbrett eingedrückt worden. Bei der Breitsaat hat man den Samen ebenfalls mit der Hand in das Saatbeet gestreut. Als Bedeckung der Nadelholzsamen hat gesiebte Pflanzgartenerde gedient, während der Birkensamen mit einer höchstens 1 mm dicken Schicht Holzasche bedeckt worden ist.

Die als Schutz für die Aussaaten aufgestellten Schirmkästen sind etwas grösser als die Probeflächen. Die Höhe der Kästen beträgt 10 cm, die Breite der quer verlaufenden Latten 5 cm und ihr Abstand 1.5 cm. Als Nadelreisdecke hat man Fichtenzweige benutzt, als Papierbedeckung Pergamentpapier (Nr. 4).

Im Pflanzgarten von Punkaharju ist für die Begiessung der Aussaaten durch Bewässerungsvorrichtungen zugeführtes Seewasser verwendet worden, in Ruotsinkylä dagegen Brunnenwasser, aus einer Giesskanne auf den Boden gespritzt.

Die Ergebnisse der Reihensaaten sind berechnet für zwei Doppelreihenmeter, die der Breitsaat auf eine Fläche von 10 dm^2.

Unter den Stämmchen der Pflanzen sind in dieser Untersuchung, soweit nicht anders erwähnt, alle ihre oberirdischen Teile, Stamm, Äste, Nadeln und Blätter, zu verstehen.

Aussaatzeiten.

(Tabelle 3.)

Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche sind folgende: Für Kiefer, Fichte und Birke ist die Frühjahrssaat, für Lärche die Herbstsaat am besten geeignet. Bei ersteren Holzarten misslingt die Herbstsaat bisweilen völlig, und die Sommersaat gibt verhältnismässig weniger und kleinere Sämlinge. Die Vorteile der Herbstsaat bei der Lärche bestehen hauptsächlich darin, dass die Sämlinge bedeutend stärker sind.

Saatmengen.

(Tabellen 4, 5a und 5b.)

Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass mit zunehmender Saatmenge auch die Anzahl der Sämlinge je Masseinheit wächst. Die Sämlingszahl hat sich jedoch nicht in demselben Verhältnis vermehrt wie die Saatmenge: in den meisten Fällen ist das Sämlingprozent bei lichteren Aussaaten höher als bei dichteren. Die dichten Saaten geben im allgemeinen kleinere Sämlinge als die lichten. Am deutlichsten lässt sich dies bei den Sämlingen im zweiten Sommer, vorwiegend bei den Kiefernsämlingen, erkennen. Der weitere Wuchsraum kommt am meisten dem Wurzelwerk zugute; es wird dichter und breitet sich vorzugsweise nach den Seiten aus.

Wenn man starke und gut bewurzelte Sämlinge zu erzielen wünscht, beträgt die günstigste Saatmenge bei etwa 80 %iger Keimfähigkeit des Saatgutes und bei einem 1 000 Korn-Gewicht von ca. 4 g für Kiefer in Reihensaat ca. 2 g je Doppelreihenmeter und in Breitsaat höchstens 20 g/m^2. Der Fichtensamen kann etwas reichlicher oder ca. 3 g je Reihenmeter und je 25 g/m^2 ausgesät werden.

Bedeckungstiefe der Samen.

(Zusammenstellungen S. 26 sowie Tabelle 6.)

Bei den Versuchen hat man die verhältnismässig grösste Menge von Sämlingen erzielt, wenn der Kiefern- und der Fichtensamen nur ganz schwach oder einige wenige Millimeter tief mit Erde und der Birkensamen mit einer ca. 0.5 mm starken Aschenschicht bedeckt worden ist. In aussergewöhnlich trockenen Sommern lässt sich jedoch in einem zur Trockenheit neigenden Pflanzgarten, zumal soweit man von einer Beschirmung der Saatbeete abzusehen gedenkt, das beste Ergebnis erreichen, wenn der Kiefern- und der Fichtensamen ca. 8 mm tief mit Erde bedeckt wird.

Bewässerung der Saatbeete.

(Tabellen 6, 7 und 8.)

Eine sachgemässe Bewässerung der Saatbeete führt, wie festgestellt, zu folgenden Vorteilen: Wenn der Sommer trocken ist und insbesondere der Boden der Austrocknung untersteht, wird durch die Bewässerung — soweit man sie in geeigneter Weise ausführt — die Anzahl der Sämlinge beträchtlich gesteigert, ausserdem weist der so herangewachsene Sämling eine bessere Beschaffenheit auf: sein Stamm ist länger, das Wurzelsystem oft verhältnismässig kürzer und der Sämling überhaupt kräftiger. In einem niederschlagreichen Sommer kann die Bewässerung insofern schädlich wirken, als das Sämlingprozent sinkt.

Beschirmung der Aussaaten.

(Tabelle 8, Zusammenstellung S. 34.)

Auf Grund der Ergebnisse können folgende Schlüsse gezogen werden: In Baumschulen, deren Boden frisch ist, erlangt man in ziemlich oder ungewöhnlich niederschlagreichen Sommern bei den Fichten- und den Kiefernsaaten ohne ihre Beschirmung meistens das beste Ergebnis: der Betrag der aufgewachsenen Sämlinge ist wenigstens nicht kleiner als bei der Benutzung von Beschirmungen, und die Sämlinge sind ihrer Beschaffenheit nach gut, gross und fest sowie stark bewurzelt. In trockeneren Pflanzgärten sind auch in derartigen Sommern die Beschirmungen der Aussaat notwendig: es entstehen mehr Sämlinge, und sie sind grosswüchsiger. In einem trockenen Sommer kommt es in diesen Pflanzgärten ohne Beschirmungen oft zu einem so gut wie völligen Misswachs. Die unsicherste Beschirmung bildet Pergamentpapier, das in einem niederschlagreichen Sommer und auch sonst, wenn es nicht zu bestimmter Zeit entfernt wird, Absterben der Keimlinge verursacht. Die unter solcher Bedekkung entstandenen Sämlinge sind verhältnismässig lang und schwach. Vorwiegend in den der Austrocknung unterstehenden Pflanzgärten sind die Schirmkästen die vorteilhaftesten Beschirmungsvorrichtungen für die Saaten und die Keimlinge.

Auffrieren.

(Abb. 3, Tabellen 9 und 10.)

Aus den Ergebnissen ist zu ersehen, dass das Auffrieren den Sämlingen der verschiedenen Holzarten in folgender Reihenfolge Schäden verursacht: Birke, Fichte, Kiefer. Die Schäden sind im allgemeinen um so grösser, je kleiner die Sämlinge sind. Daher sind die aus späten Aussaaten hervorgegangenen Sämlinge den Schäden stärker ausgesetzt als die aus frühen Aussaaten erwachsenen. Ein anderer ausschlaggebender Umstand ist die Dichtigkeit der Saaten: die lichten und lückenhaften Beete leiden darunter mehr als die dichten. Dies ist auch noch bei den zweijährigen Sämlingen zu beobachten. Dem Auffrieren kann durch Bedeckungen der Beete, wie Nadelstreu und Hylocomiummoos, sowie durch Verunkrautung der Saatbeete entgegengewirkt werden. Das letztere Verfahren gereicht jedoch eher zum Schaden als zum Nutzen, denn das Unkraut vernichtet einen grossen Teil der erstjährigen Sämlinge, und bei der Ausjätung des Saatbeetes werden auch zahlreiche Sämlinge beschädigt.

Die Verschulungsversuche und ihre Ergebnisse.

Ausführung der Versuche.

(Abb. 4 und 5.)

Bei den Verschulungen sind die sog. Rillen- (Abb. 4) und die Lochverschulung angewendet worden. Der gewöhnliche Verschulungsverband war 8 × 12.5 cm. Um über den Bau der in den Baumschulen zu erziehenden unverschulten und der in verschiedener Weise verschulten Pflanzen auf möglichst breiter Grundlage Aufschluss zu gewinnen, wurden im Herbst 1934 aus den bekanntesten Pflanzgärten viele Pflanzenproben beschafft. Bei der Beurteilung des Baus der Pflanzen ist vorwiegend der Bewurzelung grosse Aufmerksamkeit zugewandt worden. Die Wurzeln der zu untersuchenden Pflanzen sind in folgender Weise zerlegt worden: in starke Wurzelteile, deren Durchmesser über 1.5 mm beträgt, in mittelmässige mit einem Durchmesser von 1.5—0.5 mm und in dünne mit einem solchen von weniger als 0.5 mm.

Die Zahlen für den Abgang der Pflanzen, ihre Durchschnittshöhe, die Länge ihres letzten Jahrestriebes und die Länge ihrer Wurzeln sind Mittelwerte für 100 Pflanzen, soweit es nicht anders angegeben ist. Die das Gewicht der Pflanzen betreffenden Ergebnisse aller Versuchsreihen sind nicht miteinander vergleichbar, denn der Feuchtigkeitsgrad der Pflanzen ist nicht immer gleich. Die Pflanzen einer und derselben Versuchsreihe sind jedoch auch in dieser Beziehung in gleicher Weise behandelt worden.

Die Güteklassifizierung der lebenden Pflanzen ist folgende: I — gut, II — ziemlich gut, III — mittelmässig, IV — ziemlich schlecht und V —schlecht.

Soweit nicht anders angegeben, ist bei den Pflanzen mit gekürztem Wurzelwerk von diesem 1/3 seiner Länge abgeschnitten worden.

Um möglichst gründlichen Aufschluss über die beste Verschulungszeit der Pflanzen zu gewinnen, sind Entwicklung und Zuwachs bei den Wurzeln der Bäume und Pflanzen in den verschiedenen Zeiten des Sommers untersucht worden. Diese Arbeit hat im Versuchsgebiet von Ruotsinkylä im Jahre 1935 Mag. phil. Sakari Saarnijoki mit grosser Sorgfalt ausgeführt. Die benutzten Methoden sind folgende gewesen:

I. Der Längenzuwachs derselben Wurzeln ist verfolgt worden:

a. bei einigen gegen eine Glasscheibe verschulten Baumschulpflanzen (Abb. 5) und

b. bei an ihrer ursprünglichen Stelle wachsenden Bäumen und früher verschulten Pflanzen.

II. Man hat während einer und derselben Vegetationsperiode alle zwei Wochen die Länge des wachsenden Teils der Wurzeln von Baumschulpflanzen in den verschiedenen Zeiten der Wachstumsperiode sowie das entsprechende durchschnittliche Gewicht des Wurzelwerks bestimmt.

Verschulungszeiten.

(Abb. 6 und 7, Tabellen 11, 12.)

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, dass der Verlauf des Längenzuwachses der Wurzeln bei den Kiefern-, Fichten- und Lärchenpflanzen gleichsinnig ist. Am grössten ist der Zuwachs in der letzten Hälfte des August, zu welcher Zeit er bei der Lärche durchschnittlich 5.1 cm, bei der Fichte 3.8 cm und bei der

Kiefer 3.4 cm ausmacht. Das Wachstum der Wurzeln hat bei der Fichte vom 15. V.—10. X. oder 148 Tage, bei der Kiefer vom 15. V.—26. IX. oder 134 Tage und bei der Lärche vom 15. V.—12. IX. oder 120 Tage gedauert. Die Entstehung neuer Adventivwurzeln ist in den 6—8 Wochen nach der Verschulung am lebhaftesten. Der grösste Längenzuwachs der Wurzeln der Mitte Juli verschulten Pflanzen ist noch auf denselben Betrag wie bei den früher verschulten gestiegen. Auch er ist im August am grössten gewesen. Die Längenentwicklung bei den Wurzeln der Anfang August oder danach verschulten Pflanzen ist verhältnismässig viel langsamer, nur in wenigen Fällen hat das Wachstum noch zugenommen, und bei den Anfang September verschulten Pflanzen nimmt es nach der Verschulung meistens ab.

Als Ergebnis hat sich herausgestellt, dass die allgemeinste und in den meisten Fällen sicherste Verschulungszeit der Frühling ist. Wenn der Pflanzgarten feucht, der Sommer niederschlagreich oder die Bewässerung des Pflanzgartens möglich ist, kann eine im Sommer, meist Ende Juli, ausgeführte Verschulung zu guten Ergebnissen führen, vorwiegend für die Fichte. Unsicherer ist sie für die Kiefer, besonders für die Lärche. Wenngleich die eigentliche Herbstverschulung bei den Versuchen für die Pflanzen der eigentlichen Waldbäume ein ungünstigeres Resultat gegeben hat als die Frühjahrsverschulung, so hat man sich dennoch in gewissen Fällen ihrer zu bedienen.

Bau der Baumschulpflanzen und Kürzung der Wurzeln.

(Abb. 8 und 9, Tabelle 13.)

Durch eingehende Aufklärungen hat sich als Gesamtergebnis u. a. folgendes herausgestellt: Die in verschiedenen Baumschulen erzogenen und gleicherweise behandelten Pflanzen einer und derselben Holzart und gleichen Alters weichen in ihrem Bau ziemlich stark voneinander ab. Die Unterschiede bestehen nicht nur in der Grösse und in der Güteklasse der Pflanzen sondern auch in ihrer Bewurzelung und deren Bau. Somit können die Pflanzen verschiedener Baumschulen einen recht verschiedenen Wert besitzen. Die Verschulung steigert diesen Wert vorwiegend dadurch, dass durch sie die Bewurzelung verhältnismässig stark und hinsichtlich des Einsetzens der Pflanze vorteilhaft gestaltet wird. Bei den meisten Holzarten lässt sich das in dieser Hinsicht beste, an Adventivwurzeln reiche Wurzelsystem erzielen, wenn die Pflanze in zwei aufeinanderfolgenden Jahren verschult wird. Das Kürzen der Bewurzelung vermehrt auch ihre Dichtigkeit, bewirkt aber eine Schwächung im Wachstum der Pflanzen und eine Verschlechterung der Beschaffenheit der oberirdischen Teile der Pflanzen, wenigstens in den nächsten zwei Jahren nach der Verschulung.

Verschulungsmethoden.

(Tabelle 13.)

Die Ergebnisse zeigen, dass die Lochverschulung ein in jeder Beziehung (mit Rücksicht auf den Abgang der Pflanzen, ihre mittlere Höhe, die Länge ihres Jahrestriebes, ihr Durchschnittsgewicht, das relative Gewicht ihrer Wurzeln, die Durchschnittslänge ihrer Bewurzelung und ihre Gesamtbeschaffenheit) minderwertigeres Verschulungsverfahren als die Rillenverschulung ist: bei jener erzielt man kleinere, schwachwüchsigere, schwächer bewurzelte und schlechter beschaffene Pflanzen als bei dieser, die sich ausserdem billiger stellt.

Verschulungsalter der Pflanzen und Wiederholung der Verschulung.

(Tabellen 13 und 14.)

Die ausgeführten Versuche haben erwiesen, dass die Verschulung der Fichte bei Benutzung von 2jährigen Sämlingen zu dem günstigsten Ergebnis führt. Eine 1 + 2jährige Fichtenpflanze ist jedoch in vielen Fällen recht brauchbar. Die Sämlinge der Kiefer, Birke und Lärche werden dagegen am besten 1jährig verschult und 1 + 1jährig verwendet, die beiden letzteren am sichersten 1 + 1 + 1jährig.

Verschulungsverbände.

(Tabelle 14.)

Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse können folgende Schlüsse gezogen werden: Der Einfluss der bei den Versuchen benutzten verschiedenen Verschulungsverbände, 6 × 12.5, 8 × 12.5 und 10 × 12.5 cm, ist verschieden, je nachdem was für Sämlinge man für die Verschulung verwendet. Bei der Erziehung von 1 + 2jährigen Fichtenpflanzen ist der kleinste Raum ausreichend. Die grösseren Abstände können nur dadurch, dass die Pflanzen leichter auffrieren, zu einer Beeinträchtigung führen. Für die Erziehung von 2 + 2jährigen Fichtenpflanzen ist ein Wuchsraum von 10 × 12.5 cm der günstigste: auf diese Weise gewinnt man die schwersten, festesten, üppigsten und wurzelreichsten Pflanzen. Wenn Pflanzen in diesem Alter sich zu einer Höhe von mehr als 30 cm entwickeln, ist selbst dieser Verschulungsabstand zu klein.

Auslese unter den zu verschulenden Sämlingen.

(Tabelle 15.)

Die Tabelle zeigt, dass in der Grösse der in einem Alter von 2 Sommern der Grösse nach sortierten und dann verschulten Fichtenpflanzen bei erreichtem 4- und 5jährigen Alter ein bedeutender Unterschied besteht. Die grossen Längenunterschiede der letzten Jahrestriebe der verschiedenen Gruppen stützen die Auffassung, dass gleichsinnige Verhältnisse zwischen den Gruppen sich noch viele Jahre fortsetzen werden. Der Forschungsanstalt unterstehen mehrere Kulturversuche, welche die Auffassung stützen, dass die betreffenden Gruppen vielleicht erbliche Biotypengruppen vertreten.

Auffrieren der Pflanzen.

(Tabellen 13 und 14.)

Bei den Versuchen hat es sich gezeigt, dass nach der Verschulung die Pflanzen um so weniger auffrieren, je älter und grösser sie sind und je dichtere Verschulungsverbände man benutzt. Nach der Lochverschulung frieren die Pflanzen oft leichter auf als bei der Anwendung der Rillenverschulung. Die Abkürzung der Wurzeln kann diesen Schaden ebenfalls vermehren. Die Herbstverschulung ist hinsichtlich des Auffrierens ungünstiger als die Frühjahrsverschulung. Ausschlaggebend ist die Beschaffenheit des Baumschulenbodens.

Die Düngungsversuche und ihre Ergebnisse.

Ausführung der Versuche.

Zur Beleuchtung der Grundlagen der Düngungsfrage sind über die gewöhnlichsten Baumschulpflanzen Aschenanalysen ausgeführt und auf ihrer Basis die von den verschiedenen Pflanzensorten dem Boden entnommenen Mengen der wichtigsten Pflanzennährstoffe berechnet worden. Da man zur Düngung der Baumschulen neben den mineralischen Düngemitteln recht allgemein Kompost- und Gründüngung anwendet, hat man die Zusammensetzung gewisser Baumschulkomposte untersucht und verschiedene Gründüngungsversuche angestellt, bei denen u. a. diejenigen Stickstoffmengen, die in einigen der allgemeinsten Gründüngungspflanzen vorkommen, bestimmt worden sind. Zum Schluss wird über die Versuche zur Düngung der Baumschulpflanzen berichtet.

Die über die Bodenproben der Baumschulen angestellten chemischen Analysen und Aziditätsbestimmungen.

(Tabelle 16.)

Die Ergebnisse haben erwiesen, dass die Voraussetzungen der Baumschule mit Rücksicht auf die Erziehung der Pflanzen nicht ausschliesslich durch die chemische Bodenanalyse entschieden werden können. Ein bedeutsamer Indikator in diesem Sinne ist der Aziditätsgrad des Pflanzbodens. Ist pH unter 5.5, so ist es wahrscheinlich, dass der Boden für die meisten Pflanzensorten zu sauer ist. Meistens liegt der pH-Wert der Pflanzgartenböden zwischen 5.5 und 6.0, selten ist er geringer als 5 oder höher als 6.

Der Aschengehalt der Baumschulpflanzen und die Mengen der von den Pflanzen dem Boden entzogenen Pflanzennährstoffe.

(Tabellen 17, 18, 19 und 20.)

Auf Grund der Versuche haben sich folgende Gesamtergebnisse herausgestellt: Die in den Baumschulen zu erziehenden Pflanzen entnehmen je Flächeneinheit dem Boden in den verschiedenen Altersstadien sehr verschieden grosse Mengen an Pflanzennährstoffen, am wenigsten im ersten Lebensjahre, am meisten, wenn sie verschult sind. Die grösste Menge an Nährstoffen entnehmen die starkwüchsigen Birkenpflanzen, die von *Betula verrucosa* mehr als die von *B. odorata*. Die verschiedenen Pflanzennährstoffe werden von den Pflanzen verschiedener Holzarten in etwas ungleichem Verhältnis verbraucht, ebenso von den Pflanzen derselben Holzart bei verschiedenem Alter. Die alljährlich von den Pflanzen je Flächeninhalt benötigten Nährstoffmengen sind im allgemeinen geringer als die der Kulturpflanzen. Dies liegt hauptsächlich daran, dass bei letzteren die Trockensubstanzmengen der Ernte höher sind. Die Birkenpflanzen können jedoch den Boden bedeutend mehr erschöpfen als die Kulturpflanzen.

Düngungsmethoden.

(Tabellen 21, 22, 23 und 24.)

Die Ergebnisse sind folgende gewesen:

Der Gesamtertrag der bei den Versuchen benutzten Gründüngungspflanzen, also einschliesslich der Wurzeln, beträgt 2 000—7 000 kg Trockensubstanz

je Hektar. Den grössten Ertrag liefern *Pisum arvense*, *Pisum sativum* und *Lupinus luteus* sowie ihre Mischungen, den kleinsten *Vicia sativa* und *Lupinus polyphyllus*. Da *Pisum arvense* sich auch als relativ stickstoffreicher als die übrigen in die Versuche einbezogenen *Leguminosen* erwiesen hat, ist sein Stickstoffertrag bedeutend grösser als der der übrigen. Die von dieser Art gegebene Stickstoffmenge entspricht über 200 kg Stickstoff oder über 1 250 kg Chilesalpeter je Hektar. Der Stickstoffertrag von *Vicia sativa* ist ungefähr halb so gross.

Die Trockensubstanz der Wurzeln der Grünpflanze macht gewöhnlich $^1/_8$—$^1/_4$ von der Menge der oberirdischen Teile aus, und ihr Stickstoffprozent ist bedeutend kleiner als das der letzteren. Sie enthalten auch oft nur 10—15 % vom Stickstoffertrag der oberirdischen Teile. Das Untergraben des letztgenannten ist also hinsichtlich der Düngung und der Steigerung des Humusgehaltes des Bodens ausschlaggebend.

Die Grünpflanze gibt während ihrer Wachstumsperiode keinen Stickstoff an den Boden ab, vielmehr ist der Stickstoffgehalt des Bodens nach der Entfernung der Pflanze im Herbst geringer als im Frühjahr. Der Aziditätsgrad des Bodens wird unter dem Einfluss der Grünpflanze nicht unmittelbar verändert.

Die Stickstoffdüngung des Bodens vermehrt weder die Menge der Ernte der Gründüngungspflanzen noch ihren Stickstoffgehalt, vielmehr hat man fast ausnahmslos die kleinsten Gesamterträge von denjenigen Versuchsstellen erhalten, denen Stickstoffdüngung im Verein mit Bakterienimpfung zuteil geworden ist. In schwachem Zustande befindlicher Boden gibt einen Ertrag mit niedrigem Stickstoffgehalt.

Eine in voller Blüte stehende Grünpflanze liefert einen grösseren und stickstoffreicheren Ertrag, als bei beginnender Blüte oder beim Absterben der Pflanze erreicht worden ist.

Die Verwendung von 40 %igem Kalisalz zum Kompost hat sich als unvorteilhaft erwiesen. Sicherer ist es, ein 20 %iges Düngemittel zu benutzen und es unmittelbar auf den Boden zu streuen, am besten im Herbst.

Der Zuwachs der in verschiedener Weise gedüngten Pflanzen.

(Tabellen 25, 26 und 27.)

Die Ergebnisse der Versuche haben gezeigt, dass die bei diesen benutzten Düngemittel fast ausnahmslos das Gesamtgewicht der Pflanzen und die Länge ihrer oberirdischen Teile gesteigert haben. Die Bewurzelung der gedüngten Pflanzen dagegen ist kürzer als die der ungedüngten. Je stärker die Düngung ist, um so kürzer wird die Bewurzelung. Die Beschaffenheit der mässig gedüngten Pflanzen ist somit besser als die der ungedüngten.

Im allgemeinen geben die gewöhnlichen Stickstoffdüngemittel, Chilesalpeter, Kalksalpeter und Ammoniumsulfat, ein gleich günstiges, oft ein noch günstigeres Resultat als die Mischungen dieser und anderer Kunstdünger. Grössere Mengen als 2 kg/ar von den genannten Kunstdüngern braucht man nicht zu verwenden. Kalksalpeter scheint vorwiegend für die Kiefernpflanzen gut geeignet zu sein.

KUUSEN KÄPYTUHOT JA SIEMENSATO v. 1937

ESKO KANGAS

ZAPFENSCHÄDEN UND SAMENERTRAG
BEI DER FICHTE IM J. 1937

REFERAT

HELSINKI 1940

Helsinki 1940. Valtioneuvoston kirjapaino.

Alkusanat.

Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa on jo pitkän aikaa ollut suunnitteilla kuusen käpytuhoja koskeva tutkimus. Kun v:n 1937 käpysato taas kerran oli varsin runsaiden käpytuhojen pilaamaa kautta maan, tuli tämä kysymys jälleen ajankohtaiseksi. Sitä tehosti vielä se seikka, ettei maassa ollut suuria kuusensiemenvarastoja, ja että sen vuoksi oltiin jopa huolestuneita siementarpeen tyydyttämisestä, — suunniteltiinpa jo siemenen hankintaa ulkomailtakin. Kun tällöin v:n 1937 syksyllä päätettiin ryhtyä selvittelemään kuusen käpytuhoja, jouduttiin työ aloittamaan äkkiä varsin myöhään vuodenaikaan nähden sekä puutteellisissa olosuhteissa ja sen vuoksi suunnittelemaan se vain orientoivaksi luonteeltaan. Alkujaan useamman perättäisen vuoden käpysatoa koskevaksi suunnitellusta perusteellisemmasta tutkimuksesta, samoin kuin eri tuhonaiheuttajien biologian selvittelystä oli luovuttava, ja tutkimus kohdistettava, pääasiassa käytännön tarpeita silmällä pitäen, vain tuhojen vaikutukseen siemensadon määrään.

Tutkimusta varten tarvittavan aineiston hankkimisessa ovat lukuisat metsänhoitolautakuntien ja useiden hoitoalueiden metsänhoitajat (myös metsäkoulujen johtajat) sekä metsätyönjohtajat antaneet arvokasta apua, samoin kuin tutkimuslaitoksen omien kokeilualueiden työnjohtajat ja metsänvartijat. Aineiston käsittelyssä ovat apulaiseni tehneet tarkkuutta vaativan työnsä huolellisesti. Prof. Olli Heikinheimo ja prof. Viljo Kujala ovat työn valmistumisvaiheessa ystävällisesti antaneet useita hyödyllisiä neuvoja. Näin saamastani avusta pyydän esittää parhaan kiitokseni.

Aineisto saatiin loppuun käsitellyksi jo noin puolitoista vuotta sitten. Sen lopullinen valmistuminen lykkääntyi kuitenkin ensin eräiden kiireellisten töiden ja sitten viime syksyn tilanteen sekä sodan vuoksi.

Helsingissä, kesäkuun 18 p:nä 1940.

Tekijä.

Sisällysluettelo.

Sivu

Johdanto 7
Aineiston hankinta 8
Aineiston käsittely 8
Kasvatuskokeet 8
Käpyjen lajittelu 9
Siementen karistus ja lajittelu 9
Siementen idätys ja luokittelu 10
Käpytuhojen runsaus 10
Kävyissä tavatut tuhot 13
Tuhojen aiheuttajat 13
Käpytuhot 15
Siementuhot 21
Käpyjen vikaisuuden riippuvaisuus olosuhteista 22
Metsikön laatu 22
Käpysadon runsaus 23
Käpytuhojen esiintyminen edellisenä vuonna 25
Käpytuhot ja siemensato 27
Siemensadon määrän riippuvaisuus tuhoista 27
Siemensadon laatu 28
Jakaantuminen laatuluokkiin 28
Laadun jakaantuminen alueittain 30
Käpysadon laatu siemensadon suuruuden ja käyttökelpoisuuden määrääjänä 31
Kirjallisuutta 34

Referat 36

Johdanto.

Metsätaloutemme erään viimeaikaisen kehityksen, kuusen keinollisen uudistuksen, yleiseksi tulemisen seurauksena on kuusen siemenen kysyntä, ja sen mukana tietysti myös sen hankinta, kasvanut viimeisten vuosien aikana hyvin nopeasti (vrt. Kangas 1938). Tämä on tietänyt kuusen käpysadon runsasta hyväksi käyttöä, kun tarvittava siemenmäärä luonnollisesti on hankittu vain kotimaasta. Kuusella on kuitenkin yleensä runsaasti käpytuhoja, jotka ainakin laadullisesti, varsinkin aika-ajoin, heikontavat käpysatoa pahoinkin (Heikinheimo 1932, 1934, 1935). Useat viimeaikaiset selvittelyt, myös meillä kotimaassa (Tahvonen 1931) ja varsinkin Ruotsissa (Lampa 1912, Spessivtseff 1924 ja Trägårdh 1914, 1917, 1924 ja 1939; vrt. myös Seitner 1908 ja 1916, Nägeli 1933 sekä Escherich 1938) ovat kyllä syventäneet tietojamme näiden tuhojen aiheuttajista ja laadusta, mutta mitään yhtenäistä yritystä tuhojen merkityksen selvittämiseksi kokonaisuudessaan ei ole ollut olemassa. Käytännön tarpeita silmällä pitäen ei eri tuholaisten tai sienitautien eikä niiden biologian, yhtä vähän kuin niiden aiheuttamien tuhojen tunteminen ole riittävä käpytuhojen merkityksen arvioimiselle. Sitä varten on välttämätöntä yrittää hieman suuremmassa mitassa kerätyn aineiston perusteella saada selville tuhojen yhteisvaikutus siemensatoon, sen määrään ja laatuun. Tämä on tarpeen varsinkin siksi, että voitaisiin arvioida käpyjen keräämisen kannattavaisuus silloin, kun on pakko koettaa saada kuusen siementä, vaikkapa käpysato olisikin tuhojen pilaamaa. Tätä pyrkimystä on käsillä olevalla tutkimuksella tarkoitus osaltaan edistää.

Aineiston hankinta.

Käpytuhojen määrän ja merkityksen selvittämiseksi koko maassa oli tarpeen saada aineistoa mahdollisimman tasaisesti maan eri osista. Tämän vuoksi käännyttiin, paitsi tutkimuslaitoksen omien kokeilualueiden, kaikkien metsänhoitolautakuntien sekä lisäksi metsäkoulujen ja eräiden Pohjois-Suomen hoitoalueiden puoleen pyytäen, että nämä hankkisivat lähetettyjen ohjeiden mukaisesti tarvittavan tutkimusmateriaalin. Täten saatiin näytteitä kaikkiaan 17:sta metsänhoitolautakunnasta, 4:stä hoitoalueesta, 3:sta metsäkoulusta ja 13:sta kokeilualueesta. Näytteet edustivat yhteensä 101:tä pitäjää ja 184:ää eri metsikköä (+ 2 metsikköä, joissa käpysato oli 0). Näistä oli 43 metsikköä Pohjois-Suomesta ja 139 Etelä-Suomesta.[1])

Aineisto on kerätty siten, että jokaisessa metsikössä on 10:stä eri puusta otettu 10 käpyä jokaisesta ja puut on valittu mikäli mahdollista määrävälein (n. 10 m:n välein). Jokaisesta metsiköstä on merkitty muistiin puulajisekoitus, metsätyyppi, metsikön tiheys ja ikä (10:issä vuosissa) sekä käpyjen runsaus v. 1937 ja edellisenä vuonna. Runsausasteikkona on käytetty Heikinheimon (1931) asteikkoa. Useimmissa tapauksissa on lisäksi saatu tietoja myös edellisenä vuonna (1936) esiintyneistä käpytuhoista.

Aineisto kerättiin pääosaltaan 29. IX.—29. X. 1937 välisenä aikana, ainoastaan 3 näytettä on kerätty myöhemmin (11. XI. 1937). Se käsittää kaikkiaan 184 näytettä.

Aineiston käsittely.

Kasvatuskokeet.

Heti näytteiden saavuttua Helsinkiin ryhdyttiin niitä käsittelemään. Jokaisesta näytteestä merkittiin muistiin saapumispäivä, näyte tarkastettiin annettuihin tietoihin vertaamalla ja pakattiin pahvisiin tiivistettyihin laatikoihin, jotka numeroitiin ja peitettiin ohuella tiiviillä palttinakankaalla. Näissä laatikoissa kävyt vietiin tilapäisesti kasvatuslaboratorioksi järjestettyyn huoneeseen, jonka kosteus- ja lämpötilaa seurattiin tarkasti. Huolimatta siitä, että niiden säätämismahdollisuudet olivat varsin rajoitetut ko. laboratoriossa, pysyivät sekä lämpö että kosteus melkoisen tasaisena. Kasvatusten aikana vaihteli lämpötila 21°—23° C välillä ja suhteellinen kosteus 50—42 % välillä, loppuvaiheessa se painui alle 40 %:n alhaisimman merkinnän

[1]) Jako etelä- ja pohjois-suomalaisiin metsiköihin on tehty Kujalan (1936) esittämän kasvillisuusrajan perusteella.

jäädessä 31 %:iin. Ensimmäinen tarkastus aloitettiin kahden viikon kuluttua näytteiden järjestämisestä kasvatuslaboratorioon, ja jokainen näyte tarkastettiin kukin vuorollaan. Kasvatuskokeita jatkettiin näin 2½ kk:n ajan ja tarkastukset suoritettiin kuuteen kertaan. Niissä otettiin kaikki kehittyneet hyönteiset talteen joka näytteestä erikseen. Tarkastukset suoritettiin eri huoneessa valon ääressä, ja olivat ne hyvin tarkistettavissa. Ne saatiin suoritetuksi loppuun vielä saman vuoden (1937) aikana.

Käpyjen lajittelu.

Vasta kasvatuskokeiden päätyttyä ryhdyttiin käpyjen tarkastukseen, jota huoneenlämmössä tapahtuvan hyönteisten jatkuvan kehityksen takia ei voitu suorittaa ennen kasvatuskokeita. Käpynäytteiden kävyt lajiteltiin siten, että jokaisen puun kävyt tarkastettiin erikseen ja ne jaoiteltiin terveisiin, pihkavuotoisiin, kuivasuomuisiin, epämuotoisiin ja vikaisiin. Vikaiset kävyt tarkastettiin vielä erikseen ja merkittiin muistiin eri tuholajit: käpymittarin, käpykoisan, käpykääriäisen, käpykytryn, käpykiilukaisten, kuusen tuomiruosteen ja kuusen talvikkiruosteen tuhot. Näin saatiin kävyt lajitelluiksi 5 luokkaan ja tuhot ryhmitetyiksi 7 ryhmään. Käpy- ja siemensääskien tuhoja ei näin voitu todeta ja kiilukaistenkin tuhot vain pieneltä osalta. Näihin tuhoihin nähden oli pakko tyytyä pääasiassa kasvatuskokeiden tuloksiin.

Siementen karistus ja lajittelu.

Aineiston runsauden ja karistuksen vaatiman suuren työn vuoksi ei kaikkia 184:ää näytettä karistettu, vaan sen sijaan valittiin niistä 48 näytettä (26 %), jotka edustivat aineistoa mahdollisimman tasaisesti sekä sen vikaisuuteen että alueelliseen jakaantumiseen nähden. Näistä näytteistä karistettiin siemenet v:n 1938 maaliskuussa. Karistus tapahtui käsin (puristelemalla, puunuijalla lyömällä ja lopuksi atuloilla poimimalla). Se uusittiin parin viikon kuluttua ja kolmannen kerran vielä pitemmän ajan kuluttua, kesäkuussa 1938. Kävyt säilytettiin koko ajan ennen karistusta ja niiden välillä laboratooriossa, missä lämpötila oli korkeintaan 27° C, mutta kosteus sensijaan korkeintaan vain vajaa 30 %.

Karistettaviksi valituista näytteistä suoritettiin myös käpyjen mittaus (1 sm:n luokissa) niiden keskimääräisen koon selville saamiseksi.

Karistuksissa saadut siemenet puhdistettiin käsin siemensiivistä (hieromalla niitä pehmeässä kangaspussissa pehmeällä huopa-alus-

talla) ja pyrittiin saamaan talteen kaikki rikkonaisetkin siemenet. Kunkin karistuksen tulokset pantiin näytteittäin omiin pusseihinsa, joten voitiin verrata karistetun siemenmäärän suuruutta näytteiden eri karistustenkin kesken.

Saadut karistustulokset punnittiin siementen puhdistamisen jälkeen näytteittäin, eri karistusten tulokset erikseen. Punnituksen jälkeen toimitettiin siementen lajittelu siten, että jokaisesta näytteestä otettiin valitsematta kolme sadan siemenen erää, jotka lajiteltiin ehjiin l. normaaleihin, kokoonkuivuneisiin ja viallisiin l. tuhottuihin siemeniin. Näiden kolmen erän keskiarvoja käytettiin osoittamaan näytteen siementen laatua tämän makroskooppisen lajittelun perusteella.

Siementen idätys ja luokittelu.

Edellä selostetussa makroskooppisessa lajittelussa saadut ehjät l. normaalit siemenet tutkittiin vielä erikseen. Ensinnä suoritettiin niiden idätys. Se pantiin alulle 28. IV. 1938. Idätyksen kestäessä oli lämpötila altaissa päivisin 26—29°C, öisin se kuitenkin laski huoneen lämpöön. Suurin osa siemenistä iti toukokuun 17 p:ään mennessä, ja itäminen oli käytännöllisesti katsoen täysin päättynyt 25. V. Tarkastuksia jatkettiin aina 30. V. asti. Tänä aikana iti vain pari siementä.

Itämättömät siemenet kerättiin jälleen näytteittäin idätysaltaista mikroskooppista tarkastusta varten. Ne halkaistiin ja eroteltiin itämättä jääneisiin (kuolleet + n. s. kovat) ja tyhjiin siemeniin. Näin saatiin ehjät siemenet lajitelluiksi kolmeen ryhmään: itäviin, itämättä jääneisiin ja tyhjiin.

Siementen laatu tuli näin määritellyksi ja saatiin lajittelun ja idätyksen tuloksena kaikkiaan viisi ryhmää: itävät l. terveet, vialliset l. tuhotut, kokoonkuivuneet, tyhjät ja itämättä jääneet siemenet.

Käpytuhojen runsaus.

Aineiston käpytarkastuksissa saatujen tulosten perusteella jaettiin koemetsiköiden käpynäytteet 10 tuholuokkaan. Jakoperustana oli vikaisten käpyjen määrä (%:eina). Näin tulivat metsiköt ryhmittymään käpyjen vikaisuuden mukaan seuraavasti:

Tuholuokka *Schädigungsklasse*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Vikaisia käpyjä, % *Angegriffene Zapfen*, %	100—91	90—81	80—71	70—61	60—51	50—41	40—31	30—21	20—11	10—0
Metsiköitä *Bestände*	60	38	26	16	16	9	8	7	3	1

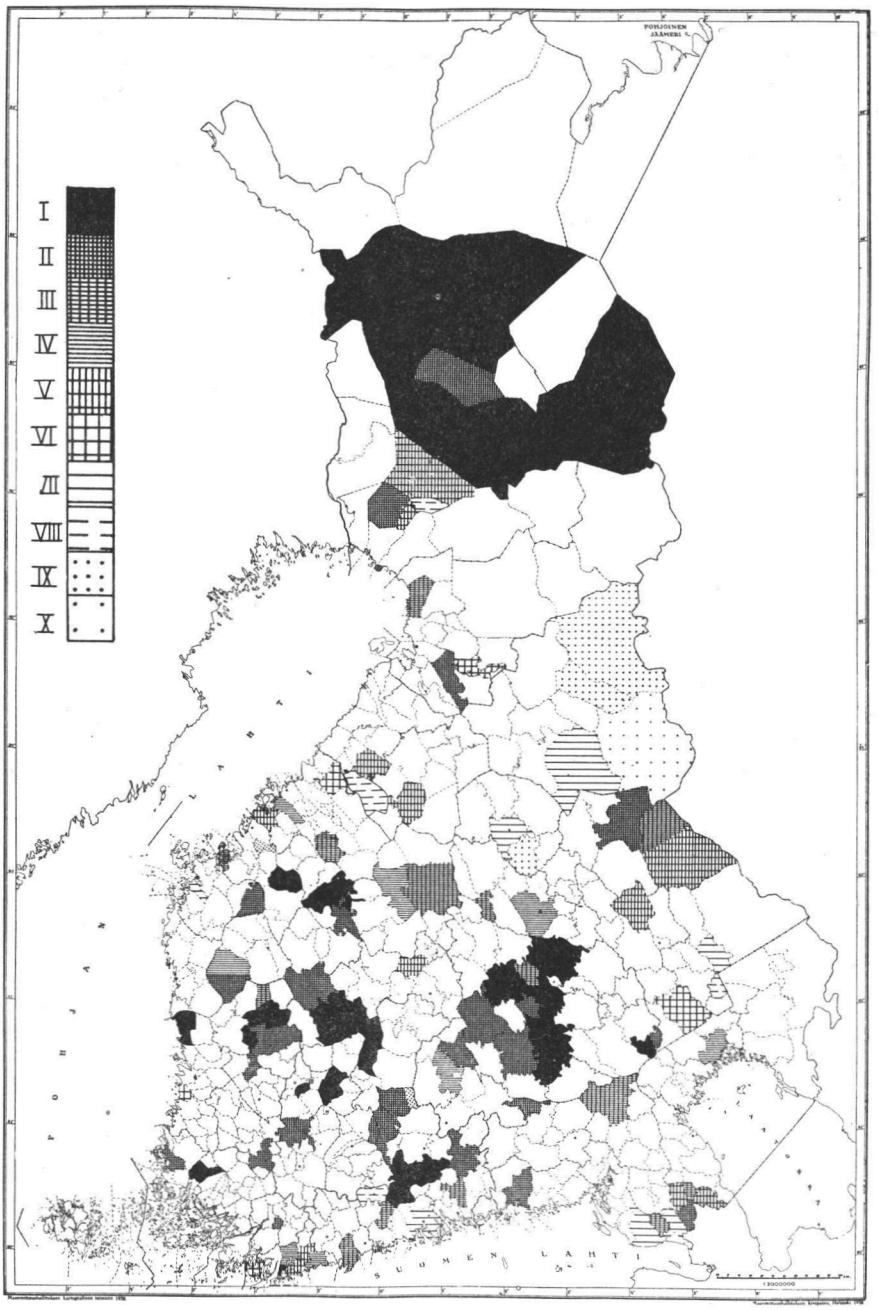
Terveiden käpyjen määrää kussakin luokassa vähensivät vielä pihkavuotoiset, kuivasuomuiset ja epämuotoiset, siis vain ulkonaisten vikojen johdosta terveistä eroavat kävyt. Niiden siementuotto oli kuitenkin useimmiten täysin tai miltei täysin verrattavissa terveiden käpyjen siementuottoon, ja tähän nähden voitiinkin katsoa niiden liittyvän terveisiin käpyihin. Tämän vuoksi katsottiinkin edellä esitetyn, vain vikaisten käpyjen määrän perusteella tehdyn luokituksen samalla voivan täysin kuvata metsiköiden käpysadon terveyttä.

Edellä olevien metsiköiden lisäksi oli aineistossa kaksi metsikköä, joissa ei k. o. vuonna ollut tullut käpyjä lainkaan. Toinen niistä oli Padasjoella, toinen Jepualla.

Käpysato on siis v. 1937 ollut laadultaan erittäin heikko, tavattoman suuressa määrässä erilaisten tuhojen pilaama. Yli puolessa (52.7 %:ssa) metsiköistä on vikaisten käpyjen määrä noussut yli 80 %:iin koko käpysadosta ja vain 15.2 %:ssa se on jäänyt alle puolen (50 %) käpysadosta. Vain melko harvoin on maassamme esiintynyt näin runsaasti käpytuhoja, vaikka ne yleensä ovatkin varsin yleisiä.

Vikaisten käpyjen määrä on vaihdellut kuitenkin melkoisesti eri metsiköissä. Kartta n:o 1 esittää, miten se on jakaantunut eri puolille maata tutkittujen metsiköiden mukaan. Jo aikaisemmin julkaistussa ennakkotiedossa (Kangas 1938) on tehty selvää käpytuhojen kiintoisasta, kartasta esiintyvästä alueellisesta rajoittumisesta niin, että käpyjen vikaisuus Itä-Suomessa, nimenomaan Laatokan pohjoispuolisilla alueilla, oli huomattavasti vähäisempi kuin muualla maassa. Näiltä alueilta saatiinkin k. o. talvena (1937—38) kohtalaisen hyvin kuusen siementä, kuten ennakkotiedossa oli oletettu, varsinkin kun niillä alueilla mainittuna talvena oli melko hyvä käpysatokin (vrt. edempänä s. 25). Numerollisesti on tuo käpytuhojen erilaisuus Itä-Suomessa varsin huomattava verrattuna muuhun osaan maata, kuten seuraava asetelma osoittaa:

Tuholuokka *Schädigungsklasse*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Vikaisia käpyjä keskimäärin, % *Angegriffene Zapfen durchschn.*, %
			Metsikköä, kpl *Bestände, St.*								
Itä-Suomi ..... *Ostfinnland*	5	5	7	6	6	5	5	3	2	1	58.9
Etelä-Suomi ..... *Südfinnland*	31	28	16	9	8	3	3	3	1	—	78.1
Pohjois-Suomi ..... *Nordfinnland*	24	5	3	1	2	1	—	1	—	—	86.6
P.- ja E.-Suomi yht. *S.- u. N.-Finnland zus.*	55	33	19	10	10	4	3	4	1	—	80.4



Kartta 1. Käpyjen vikaisuus tuholuokittain aineistossa. Tuholuokat: I = 100—91 %, II = 90—81 %, III = 80—71 % jne. vikaisia käpyjä. Taajin pisteisyys = käpysato ollut 0.
Karte 1. Der Zapfenschaden je Schädigungsklasse im Material. Schädigungsklassen: I = 100—91 %, II = 90—81 %, III = 80—71 % usw. beschädigte Zapfen. Der am dichtester punktierte = Zapfenertrag 0 gewesen.

Erityisesti huomionarvoista on, että Itä-Suomen metsiköistä vielä varsin lukuisia tavataan luokissa VI—X, yhteensä 35.6 % metsiköiden määrästä, kun vastaava luku maan muista osista nousee vain 8.6 %:iin. Pohjois-Suomessa ovat käpytuhot olleet jonkin verran runsaammat kuin Etelä-Suomessa.

Kävyissä tavatut tuhot.

Tuhojen aiheuttajat.

Tutkituissa metsiköissä on tavattu melkein kaikki meillä tunnetut kuusen kävyissä esiintyvät tuholaiset ja tuhosienet (vrt. Saalas 1923, Liro 1924, Tahvonen 1931, vrt. myös Trägårdh 1917 ja 1939). Tässä yhteydessä ei ole ryhdytty tarkemmin selvittelemään niiden tuhojen laatua ja tuhoamistapaa. Tästä puolesta on parhaillaan erillisiä tutkimuksia suunnitteilla[1]). Useimmista niistä onkin sitä paitsi lukuisia tutkimuksia olemassa. Seuraavassa luetellaan vain nämä eri tuhonaiheuttajat ja kirjallisuuteen viitaten tehdään lyhyesti selkoa niiden merkityksestä siemensadolle.

Hyönteistuhoista on näytteissä tavattu käpykytryn (*Ernobius abietis* L.), käpymittarien (*Eupithecia pini* Retz. ja *bilunulata* Zett.), käpykoisan (*Dioryctria abietella* Schiff.) ja käpykääriäisen (*Laspeyresia strobilella* L.) tuhoja ja myös niiden toukkia sekä saatu niitä kasvatuksissa kehitetyksi, lukuunottamatta käpymittareita, joiden toukat olivat ehtineet poistua kävyistä jo ennen aineiston keräystä. Edelleen tavattiin käpyluteita (*Gastrodes abietis* L.) aikuisina. Kasvatuksissa saatiin vielä kehitetyksi mm. eräs kiilukaislaji, kuusenkäpykiilukainen (*Callimome azureum* Boh.), sekä samoin kaksi äkämäsääskilajia, nim. kuusenkäpysääski (*Perrisia strobi* Winn.) ja kuusensiemensääski (*Plemiella abietina* Seitn.).

Sienitaudeista tavattiin molemmat meillä kuusen kävyissä esiintyvät ruostesienet, kuusen tuomiruoste (*Pucciniastrum padi* [Kunze & Schm.] Diet.) ja kuusen talvikkiruoste (*Chrysomyxa pirolae* [de C.]. Rostr.).

Kaikkiaan tavattiin aineistosta näin 10 käpytuhojen aiheuttajaa ja 1 vain siemenissä tuhojaan tekevä laji.

Huomattavaa on kuusenkäpykärpäsen (*Hylemyia anthracina* Czerny) puuttuminen aineistosta, vaikka tämä laji Trägårdhin (1939, s. 392) mukaan on Ruotsissa todettu usein varsin yleiseksi kuusen kävyissä. Laji on meilläkin tunnettu, tosin harvinaisena vain Sortavalan seuduilta (Tiensuu 1937, s. 22). Myöskään ei Tahvonen (1931) mainitse sitä kuusenkäpytuholaisena meiltä. Kun

[1]) Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa on unkarilainen metsänhoitaja, metsäinsinööri P. Lovászy jo osittain aloittanutkin näitä tutkimuksia.

se kehittyy täysikasvuiseksi toukaksi Trägårdhin (1939, s. 390) mukaan jo heinäkuun aikana ja koteloituu maahan, ei syksyllä kerätystä käpymateriaalista enää olisi voitukaan saada lajia kasvatetuksi eikä myöskään tavata sitä toukkana. Tämän käpytuholaisen osuus käpytuhoissa ja sen esiintyminen maassamme on siis jäänyt tässä yhteydessä selvittämättä, mutta on todettu myöhemmissä tutkimuksissa, joita Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa parhaillaan suoritetaan, tämänkin lajin olevan meillä suhteellisen yleisen kuusenkäpytuholaisen.

Kuusensiemenkiilukainen (*Megastigmus strobilobius* Ratz.) on sen sijaan ilmeisesti kokonaan puuttunut aineistosta. Tämän lajin esiintymistä (toukkia) siemenissä ei siementen lajittelun sekä idätyksen enempää kuin sen jälkeisen siementen tarkastuksen (halkaisun) yhteydessä todettu lainkaan. Kasvatuskokeissakaan sitä ei saatu kehitetyksi (vrt. Trägårdh 1917). Tahvonen (1931) otaksuu kyllä lajin olevan meillä laajallekin levinneen. — Kuusensiemenkiilukainen on Seitnerin (1916) mukaan siementuholainen, jonka toukka elää kuusen siemenessä sisällä, eikä vahingoita käpyä millään tavalla. Se syö siemenet ontoiksi, ja vasta siemenen jouduttua maahan — tai tultua karistetuksi — se toukkana talvehdittuaan koteloituu siemeneen ja kuoriutuu siitä helposti tunnettavan pyöreän reiän kautta (vrt. myös Escherich 1938). Sen kuoriutuminen tapahtuu Tahvosen (1931) mukaan vasta toisen talven jälkeen.

Varsinaisten käpy- tai siementuholaisten lisäksi tavattiin kävyissä useita hyönteislajeja, joilla tiettävästi ei ole merkitystä käpy- tai siementuholaisina. Seuraavat lajit todettiin aineistossa kasvatuskokeiden ja käpylajittelun yhteydessä:

Coleoptera:
Phloeonomus lapponicus Zett.
Phloeonomus sjöbergi Strand
Cyphon variabilis Thunb.
Silvanoprus fagi Guér.
Cryptophagus corticinus Thoms.
Cryptophagus setulosus Sturm.
Enicmus minutus L.
Corticaria abietum Motsch.
Corticaria foveola Beck.
Corticaria obsoleta Strand
Hemiptera:
Piesma maculata Lap.
Collembola sp.

Kaikkia mainittuja lajeja, *Corticarioita* lukuunottamatta, tavattiin koko aineistossa yleensä vain yksi tai pari kappaletta, siis aivan satunnaisesti. Vain närviäis- *(Corticaria-)* lajeja oli runsaammin, joista varsinkin *C. foveola* oli melko yleinen ja myöskin *C. abietum* oli tavallinen (vrt. Tahvonen 1931). Tehtyjen havaintojen mukaan esiintyi ainakin edellinen laji nimenomaan sellaisissa kävyissä, jotka olivat sienitautien saastuttamat. Laji mahdollisesti käyttää kehittyviä sieni-itiöitä ravintonaan.

Loisina käpytuholaisissa eläviä lois- ja kiilukaispistiäisiä *(Ichneumonidae, Braconidae* ja *Chalcididae)* kehittyi varsin runsaasti, osoittaen k. o. vuoden käpytuholaiskannan olevan selvästi vähenemään päin. Niiden tarkempaan käsittelyyn ei tässä yhteydessä kuitenkaan ole tilaisuutta (vrt. s. 27).

Käpytuhot.

K ä p y k y t r y on tavattu toukkana useiden tutkittujen metsiköiden käpynäytteistä, mutta on esiintynyt vain melko vähälukuisena. Sitä on tavattu useilla Etelä- ja Pohjois-Suomen alueilla, mutta sen sijaan useimmilta Itä-Suomen alueilta se on puuttunut. Käpykytryn selitetään viimeisten tutkimusten mukaan (T r ä g å r d h 1924 ja 1939, sekä T a h v o n e n 1931) elävän vain vanhoissa, jo siemenensä varistaneissa, joko vielä puussa olevissa tai maahan pudonneissa kävyissä, ja niin ollen ei tulevan kysymykseen tuholaisena. Tätä tutkimusta varten kerätyssä aineistossa tavattiin kuitenkin lajin toukkia aina joissakin kävyissä ja niissä joskus melko runsaanakin. Miltei aina esiintyi samoissa kävyissä myös käpykoisan ja usein myös käpykääriäisen tuhoja. Mikä osuus käpykytryllä on siemensadon alentajana ja miten on sen sekundäärisyyden laita, on selvitettävä vastaisilla tutkimuksilla.

K ä p y m i t t a r i e n toukat olivat jo poistuneet kävyistä, kun aineisto kerättiin, kuten on mainittu, mutta niiden karakteristisen tuhojäljen perusteella oli jokseenkin helppo tuntea kävyt, joissa niitä oli ollut. Ainoastaan käpykoisan runtelemista kävyistä ei enää ehkä aina voitu sitä saada selville. Juovatoukka-käpymittarin, *Eupithecia pinin* (= *abietaria* Goetze), ja kirjotoukka-käpymittarin, *E. bilunulatan* (= *strobilata* Hb.), esiintymistä ei eritelty, koska niiden tuho on jokseenkin samanlaista (S p e s s i v t s e f f 1924, T r ä g å r d h 1939). Niiden esiintyminen on ollut vähäistä sekä Itä- että Pohjois-Suomessa, sen sijaan hiukan yleisempää Etelä-Suomessa, vaikka sielläkin harvinaisenpuoleista. Samoin on näiden lajien runsaus ollut varsin vähäistä, jääden vain n. 0.5 %:iin koko aineistossa. Käpymittarit aiheuttavat käpyjen kuivumista, joten ne eivät tuota kypsyneitä siemeniä, sitä paitsi toukat syövät myöskin itse siemeniä (E s c h e r i c h 1931, S p e s s i v t s e f f 1924, T a h v o n e n 1931 ja T r ä g å r d h 1939). Päätuhonsa toukat kohdistavat käpysuomuihin. Niiden merkitys siemensadon vähentäjänä on varsin huomattava.

K ä p y k o i s a on ollut ehkä tärkein käpytuhojen aiheuttajista. Sitä kehittyi tosin kasvatuskokeissa vain muutama yksilö, mikä onkin luonnollista, koska sen toukka talvehtii maassa ja koteloituu siellä

vasta keväällä. Sen esiintyminen tuli esille käpyjen lajittelussa tuhojälkien ja vielä kävyissä olevien toukkien perusteella. Kartta 2 osoittaa sen esiintymistä tutkituissa metsiköissä v. 1937. Se on ollut tavattoman yleinen ja puuttunut vain Muoniosta (2 metsikköä) ja Karjaalta (1 metsikkö). Sen runsaus on ollut yleensä lisäksi erittäin suuri, eri tuholuokissa keskimäärin seuraavasti:

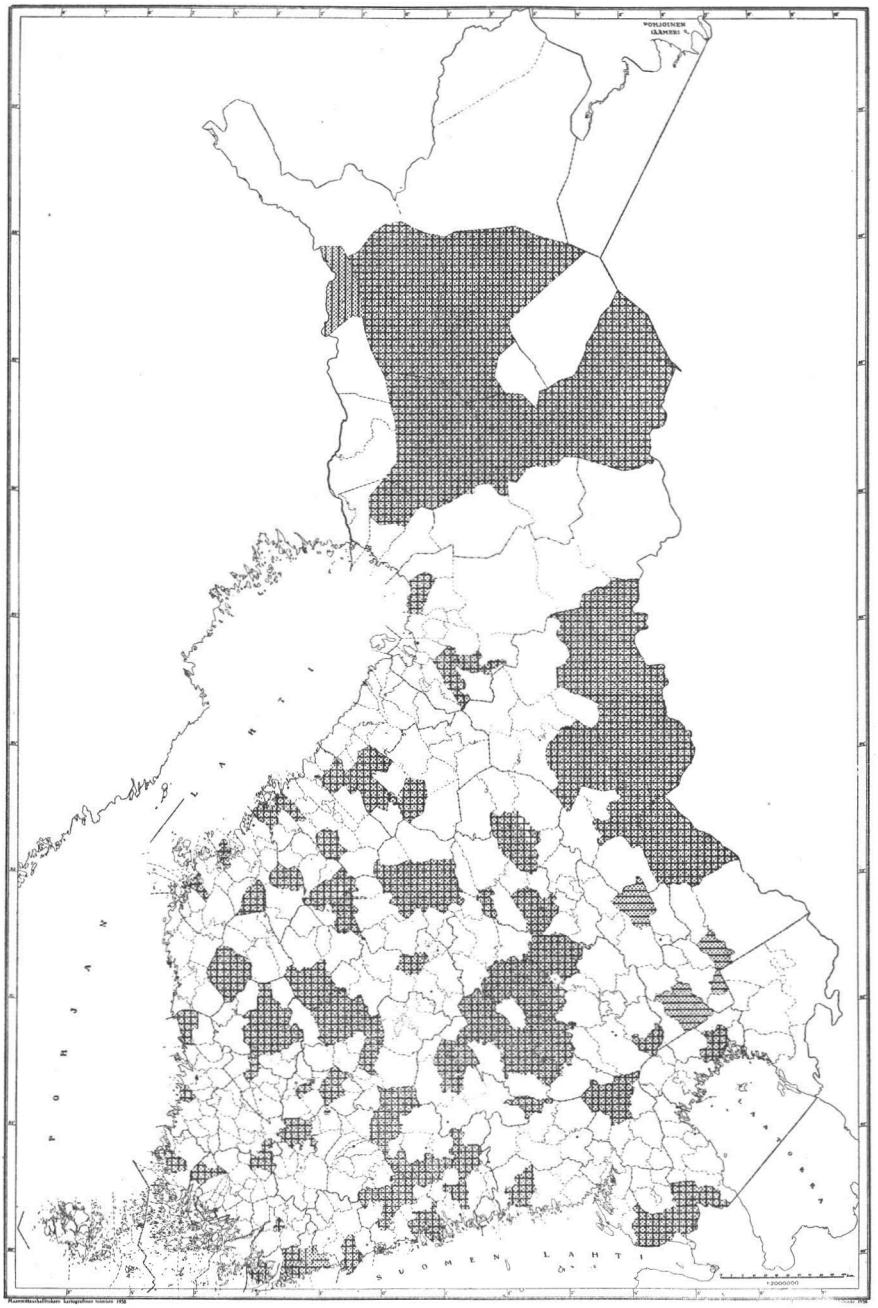
Tuholuokka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Keskim.
Käpykoisan vioittamia käpyjä keskim., % ..	33.9	38.7	41.0	45.7	31.5	30.4	23.7	13.8	6.2	6.0	34.7

Kuten käpykoisan keskimääräisen runsauden perusteella koko aineistossa selvää onkin, on laji voimakkaasti vaikuttanut näytteiden käpyjen vikaisuuteen. Se on t. s. ollut yksi määräävimmistä tekijöistä, joiden perusteella näyte on joutunut siihen tuholuokkaan, missä se aineistossa esiintyy. Käpykoisa tuhoaa kävyn hyvin pahoin ja myöskin siemenet. Toukka on varsin liikkuvainen ja voi aiheuttaa huomattavan suurta tuhoa yhdessä tai useammassakin kävyssä. Se syö yhtä hyvin käpysuomuja ja lapakkoa kuin siemeniäkin (B a e r 1906, E s c h e r i c h 1931, T a h v o n e n 1931, T r ä g å r d h 1917 ja 1939). Sen merkitys siemensadon vähentäjänä, jos se esiintyy runsaana, on erittäin suuri.

K ä p y k ä ä r i ä i n e n on toinen aineistossa tavattujen tuhojen pääaiheuttajia. Se saatiin kasvatuskokeissa suurimmalta osaltaan kehittymään aikuisiksi. Sitä paitsi sen tuhot voitiin käpyjen lajittelussa helposti todeta myös tuhojälkien perusteella. Se osoittautuikin v. 1937 varsin yleiseksi kuusen kävyissä, kuten kartasta 2 ilmenee. Kuitenkaan sen esiintyminen Itä-Suomessa ei ole ollut niin yleistä kuin muualla maassa. Sen runsaus oli myös erittäin suuri, usein olivat näytteiden kävyt 100 %:sesti sen vioittamia. Eri tuholuokissa sen esiintymisrunsaus nousi keskimäärin seuraaviin määriin:

Tuholuokka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Keskim.
Käpykääriäisen vioittamia käpyjä keskim., %	48.2	28.1	26.4	14.6	19.8	8.6	9.9	9.3	5.9	1.0	29.5
Kasvatuksissa saatu aikuisia sataa käpyä kohti, kpl.	49	19	22	8	16	7	9	8	6	1	26

Käpykääriäisen osuudesta käpytuhoihin voidaan siis sanoa jokseenkin samaa kuin edellä käpykoisasta. Suunta on sitä paitsi ollut yhtä selvä sekä käpylajittelun että kasvatuskokeiden tuloksissa.



Kartta 2. Käpykoisan (vaakaviivoitus) ja käpykääriäisen (pystyviivoitus) esiintyminen aineistossa. Pitäjät, joista on aineistoa, merkitty harmaalla.

Karte 2. Das Auftreten von Dioryctria abietella (horizontale Schraffierung) und Laspeyresia strobilella (vertikale Schraffierung) im Material. Die Kirschspiele, aus denen Material vorliegt, geschummert.

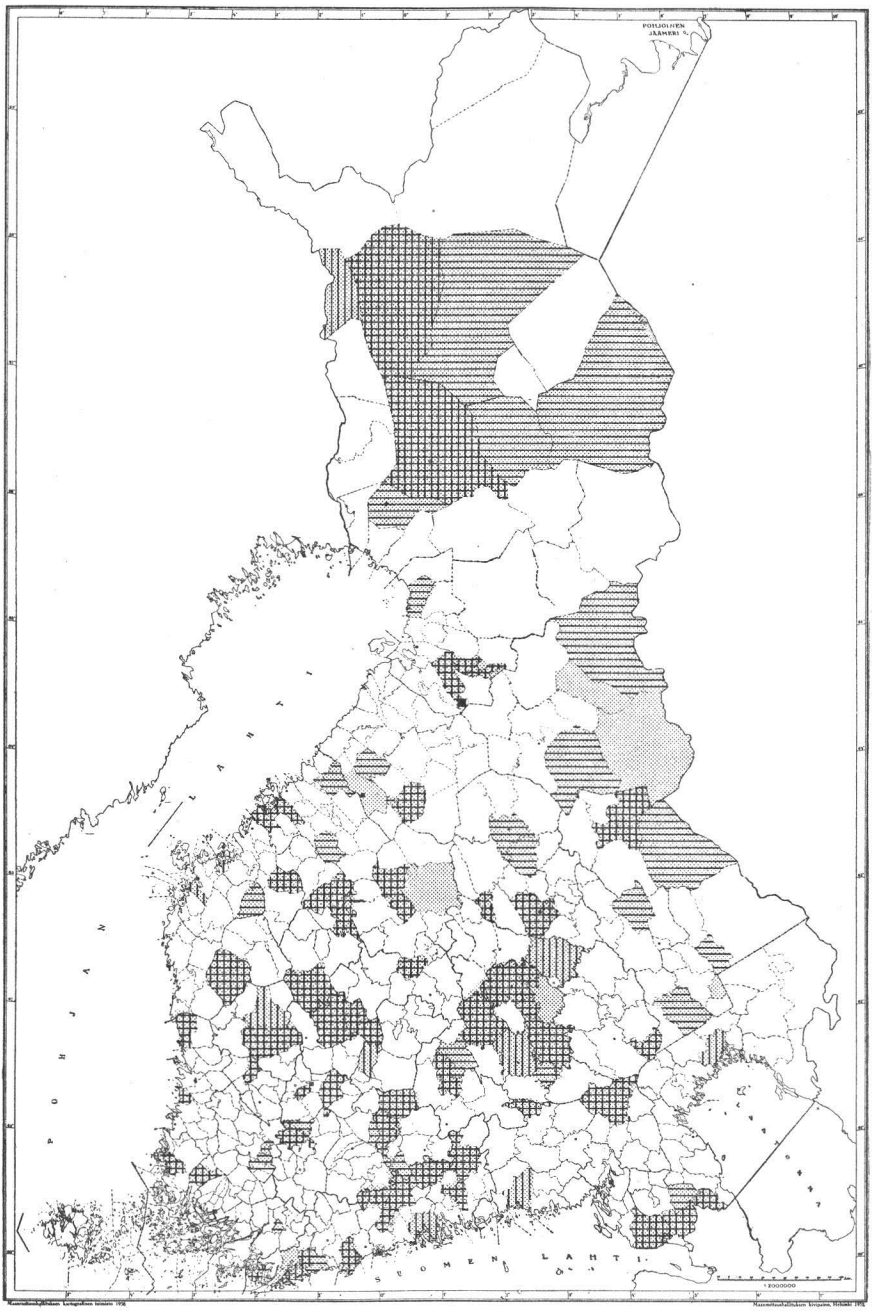
Käpykääriäisen elintavat poikkeavat melkoisesti käpykoisan elintavoista. Sen toukka elää pääasiassa kävyn lapakossa. Tahvonen (1931) mukaan se vain vähän (»sivumennen») vioittaa siemeniä ensimmäisen kesän aikana ja jatkaa syöntiään vielä seuraavana kesänä. Trägårdh (1917 ja 1939) sen sijaan pitää lajin tuhoja siemensadon kannalta huomattavasti pahempina, koska tuhot estävät käpyjen avautumisen täydellisesti ja toukat sitä paitsi tuhoavat siemeniä (vrt. myös Escherich 1931, s. 376). Kysymys tämänkin lajin osuudesta siemensadon vähentäjänä saanee vielä lisäselvitystä käynnissä olevista tutkimuksista. Joka tapauksessa lajin tuhoilla on huomattava merkitys siemensadon vähentäjänä, riippuen suuresti siitä, miten monta toukkaa käpyä kohti tulee (vrt. Gericke 1889).

Käpyludetta tavattiin kävyissä aikuisena jokseenkin usein. Sen esiintymistä v. 1937 osoittaa kartta 3. Sekin on esiintymisessään ollut Itä-Suomessa — ja osittain Pohjois-Suomessa — harvinaisin. Käpyluteen biologian on Nägeli (1933) kuvannut. Sen mukaan ei laji juuri aiheuta tuhoa kävyissä, joita se pääasiassa käyttää vain oleskelupaikkanaan. Sen suhteen ei tutkimusten yhteydessä oltu tilaisuudessa tekemään mitään havaintoja.

Kuusenkäpykiilukaisen esiintymistä koskevat tiedot perustuvat jokseenkin yksinomaan kasvatustuloksiin. Se on ollut v. 1937 erinomaisen yleinen, vain harvojen metsiköiden näytteistä se on puuttunut, kuten kartta 3 osoittaa. Toisinaan se on esiintynyt myös varsin runsaana, jopa yli 8 yksilöä keskimäärin käpyä kohti on näytteestä saatu kasvatetuksi. Kuusenkäpykiilukaisen biologia ei ole täysin selvitetty, eikä sen merkitys siemensadon alentajana ole tunnettu. Trägårdh (1917 ja 1939) pitää lajia kyllä siementuholaisena, vaikka suvun lajit yleensä elävät loisina ja hänelläkin on pari havaintoa, jotka voidaan selittää viimeksi mainitulla tavalla. Toisaalta on taas kiilukaisissa saman suvun edustajista toiset todettu loisiksi ja toiset kasvinsyöjiksi (Seitner 1916). Tähänkin kysymykseen saataneen vastaisilta tutkimuksilta vastaus.

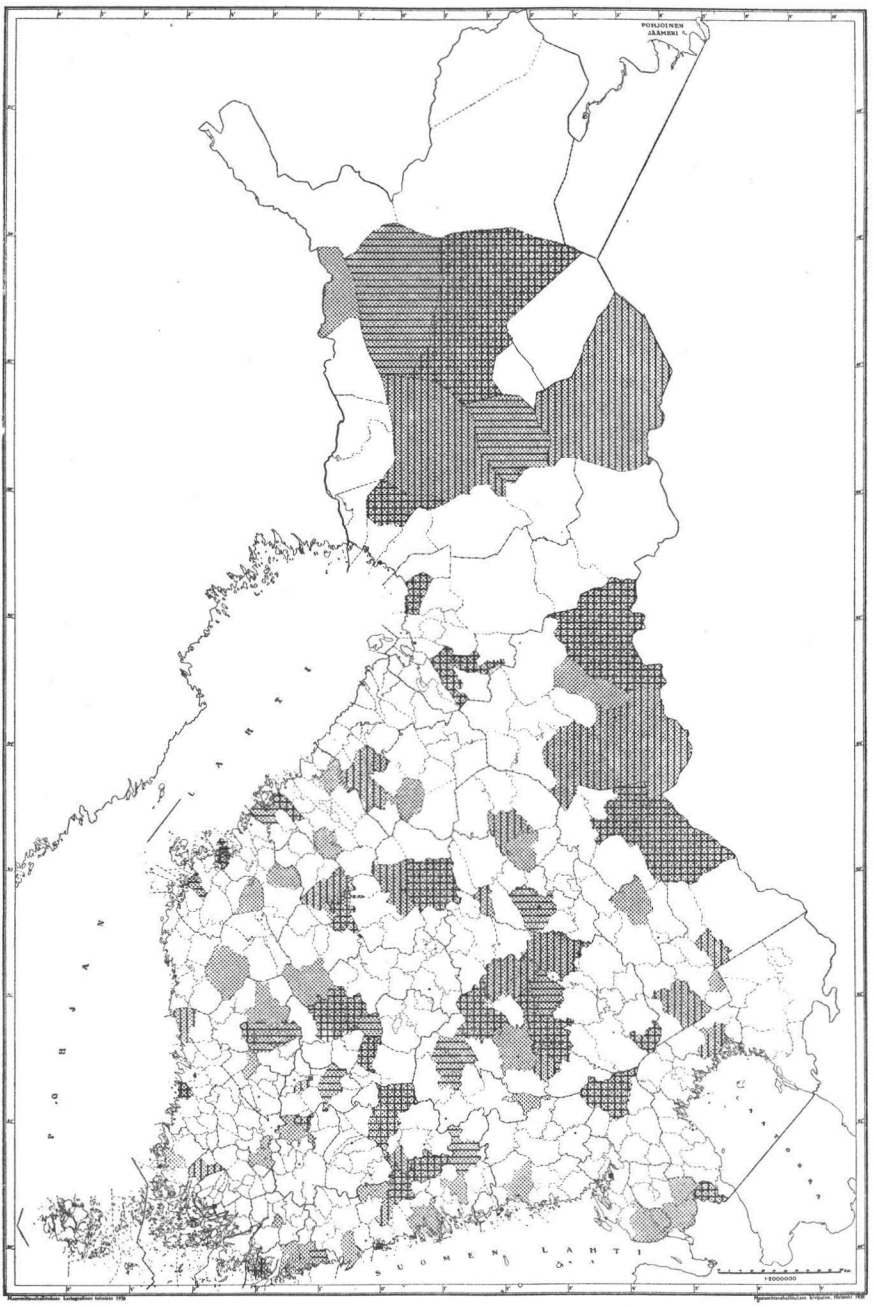
Kuusenkäpysääsken esiintyminen aineistossa oli suhteellisen harvinaista. Samoin oli sen esiintymisrunsaus pieni muihin käpytuholaisiin verrattuna. Senkin biologia on ollut heikosti tunnettu. Trägårdh (1917 ja 1939) pitää mahdollisena, että laji eläisi sekä käpysuomuissa että myöskin siemenissä. Tahvonen (1931) on kuitenkin saanut selville, että se ei lainkaan koske siemeniin, eikä laji niin ollen tule kysymykseen siemensadon vähentäjänä.

Kuusen tuomiruoste on kahdesta tavatusta sienitaudista ollut harvinaisempi tutkitussa aineistossa, mutta esiintynyt kuitenkin jokseenkin laajalti levinneenä. Sen esiintymistä v. 1937



Kartta 3. Kuusenkäpykiilukaisen (vaakaviivoitus) ja käpyluteen (pystyviivoitus) esiintyminen aineistossa. Pitäjät, joista on aineistoa, merkitty harmaalla.

Karte 3. Das Auftreten von Callimome azureum (horizontale Schraffierung) und Gastrodes abietis (vertikale Schraffierung) im Material. Die Kirchspiele, aus denen Material vorliegt, geschummert.



Kartta 4. Kuusen tuomiruosteen (vaakaviivoitus) ja talvikkiruosteen (pystyviivoitus) esiintyminen aineistossa. Pitäjät, joista on aineistoa, merkitty harmaalla.
Karte 4. Das Auftreten von Pucciniastrum padi (horizontale Schraffierung) und Chrysomyxa pirolae (vertikale Schraffierung) im Material. Die Kirchspiele, aus denen Material vorliegt, geschummert.

osoittaa kartta 4. Sen esiintymisrunsaus tuholuokittain on ollut seuraava:

Tuholuokka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Keskim.
Tuomiruosteen saastuttamia käpyjä keskim., %	1.2	2.0	1.7	2.6	1.2	1.7	1.7	1.1	0.3	1.0	1.0

Tuomiruosteen merkitys siemensadon vähentäjänä on selvä (Lagerberg 1914, Liro 1924). Sienen saastuttamiin käpyihin ei saastuneihin osiin kehity kunnollista itämiskykyistä siementä, tai saattaa siementen kehittyminen niihin kokonaankin estyä. Tuomiruoste vaikuttaa näin ollen voimakkaasti siemensatoa alentavasti.

Kuusen talvikkiruosteen esiintyminen v. 1937 käy esille kartasta 4. Se on ollut yleisempi kuin tuomiruoste myöskin Itä-Suomessa, missä jälkimmäistä on tavattu vain suhteellisen harvoin. Sen esiintymisrunsauskin on ollut suurempi kuin tuomiruosteen. Tuholuokittain esitettynä on se ollut keskimäärin seuraava:

Tuholuokka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Keskim.
Talvikkiruosteen saastuttamia käpyjä keskim., %	18.0	16.8	5.1	3.7	0.6	1.3	0.7	—	—	—	1.6

Talvikkiruoste on ilmeisesti ollut runsainta kahdessa ensimmäisessä tuholuokassa ja on siis voinut niissä vaikuttaa käpytuhoja lisäävästi. Talvikkiruosteen vaikutus siemensatoon on Lagerbergin (1914) mukaan samanlainen kuin tuomiruosteenkin. Itäviä siemeniä ei saastuneissa kävyissä kehity. Liro (1924) sanookin sienen meillä toisinaan aiheuttavan huomattavaa vahinkoa.

Siementuhot.

Kuusensiemensääski on kasvatuskokeiden mukaan ollut melkeinpä vielä harvinaisempi kuin kuusenkäpysääski (s. 18). Kuusensiemensääski on Seitnerin (1908) selittämä laji, ja hän on kuvannut sen biologian. Sen mukaan on lajin tuho täysin verrattavissa kuusensiemenkiilukaisen tuhoon (s. 14), joten tämä laji on nimenomaan siementuholainen, eikä siis vaikuta siemensadon määrään, vaan sen sijaan huomattavasti sen laatuun (vrt. Tahvonen 1931). Tahvosen (1931) mukaan tämän lajin toukka pysyy siemenessä vielä yli toisenkin talven ennen siemenen sisässä tapahtuvaa koteloitumista ja aikuisen sääsken kuoriutumista. Nyt suoritetuissa kasvatuskokeissa saatiin kuitenkin jo ensimmäisen talven aikana kehittymään aikuisiakin.

Käpyjen vikaisuuden riippuvaisuus olosuhteista.

Metsiköiden laatu.

Tutkitut metsiköt ovat olleet pääosaltaan kuusivaltaisia, melkeinpä puhtaita kuusikoita. Joukossa on ollut kuitenkin vähemmän kuusta sisältäviä metsiköitä. Sekametsiköitä, joissa kuusen osuus jää alle 50 %:n, on ollut 20. Etelä- ja Pohjois-Suomen metsiköt jakaantuvat kuusisuutensa mukaan seuraavasti:

	Kuusta, %					
	100—80	79—60	59—40	39—20	alle 20	metsiköitä yhteensä
	metsiköitä, kpl.					
Etelä-Suomi	75	42	13	9	2	141
Pohjois-Suomi	15	16	8	4	—	43
Koko maa	90	58	21	13	2	184

Käpyjen vikaisuuden riippuvaisuuden kuvaamiseksi metsikön kuusisuudesta on taulukossa 1 esitetty metsiköiden jakaantuminen edellä mainittuihin ryhmiin tuholuokittain.

Taulukko 1. Metsiköiden kuusisuus tuholuokittain.
Tabelle 1. Fichtenprozent der Bestände nach den Schädigungsklassen.

Tuholuokat *Schädigungsklassen*	Kuusisuus, % *Fichte, %*					Yhteensä *Insgesamt*	Muiden puulajien osuus, % *Der Anteil anderer Holzarten, %*	
	100—80	79—60	59—40	39—20	19—		Mänty >40 *Kiefer > 40*	Koivu > 40 *Birke > 40*
	Metsikköä, kpl. *Bestände, St.*							
I	26	23	7	4	—	60	5	1
II	23	9	5	1	—	38	2	—
III	16	8	2	—	—	26	—	—
IV	3	6	2	5	—	16	2	2
V	8	2	3	2	1	16	4	—
VI	3	5	—	1	—	9	1	—
VII	5	2	—	—	1	8	1	—
VIII	3	2	2	—	—	7	1	1
IX	2	1	—	—	—	3	—	—
X	1	—	—	—	—	1	—	—
Yhteensä — *Insges.*	90	58	21	13	2	184	16	4

Taulukosta käy heti selville, että suurin osa sekametsiköistä, joissa kuusta on noin puolet tai sitä vähemmän, on käpysatoon nähden joutunut runsaasti vikaisten (t. s. viiden ensimmäisen luokan) joukkoon. Toisin sanoen tutkituista sekametsiköistä on suhteellisesti paljon pienempi osa kuulunut käpyjen vikaisuuteen nähden luokkiin VI—X kuin tutkituista puhtaista tai selvästi kuusivaltaisista metsiköistä. Näin ollen sekametsiköissä ei käpysato ole ainakaan ollut terveempää kuin puhtaissa kuusi- tai kuusivaltaisissa metsiköissä,

kuten ehkä helposti olisi odottanut, pikemmin päinvastoin. — Sekametsiköistä on suurin osa ollut männyn ja kuusen sekaisia.

On selvää, että eri tuhonaiheuttajien esiintymisen riippuvaisuus metsikön laadusta voi olla jonkin verran erilainen. Aineistossa ovat kuitenkin päätuholaiset esiintyneet suurin piirtein aina samoissa suhteissa, eikä niiden joukossa ole myöskään erityisiä esiintymisessään pohjoisia tai eteläisiä lajeja (vrt. karttoja 2—4). Sitäpaitsi käpytuholaisten biologia omaa paljon samoja piirteitä ja taas kuusenkäpyjen sienitaudit, jotka voisivat ehkä jyrkemmin erota muista tuhonaiheuttajista, ovat esiintyneet varsin niukasti (vrt. ss. 18—21). Näin ollen näyttää siltä, että käpytuhot varsin suuressa mitassa muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden ja todella ovat mm. suhteessaan metsikön eri ominaisuuksiin, ainakin käytännön tarpeita varten, käsiteltävissä yhtenä kokonaisuutena. Tätä käsitystä tukevat myös eräät myöhemmissä tutkimuksissa tehdyt havainnot. Sanottu koskee myös muita tässä luvussa käsiteltyjä suhteita.

Metsätyyppiin nähden ei mitään riippuvaisuussuhdetta ole ollut havaittavissa. Tutkitut metsiköt edustavat pääasiassa OT:n, OMT:n, MT:n, VT:n ja Pohjois-Suomessa myös HMT:n, VMT:n ja EMT:n kuusikoita sekä korpikuusikoita.

Myöskään eivät ikä ja tiheys näytä osoittaneen mitään selvää riippuvaisuussuhdetta tuhojen esiintymiseen. Ikään nähden ovat metsiköt jakautuneet seuraavasti:

	Ikä, vuotta					
	alle 60	60—79	80—99	100—119	120→	yht.
Metsiköitä	41	69	40	22	12	184

Tiheyteen nähden metsiköt taas jakautuivat seuraavasti:

	Tiheys					
	1—0.9	0.8—0.7	0.6—0.5	0.4—0.3	0.2—0.1	yht.
Metsiköitä	13	102	61	6	2	184

Mainittakoon kuitenkin, että vanhimmista metsiköistä (100 v.→) otetut näytteet olivat suhteellisesti paljon runsaammin pahimpiin tuholuokkiin kuuluvia kuin muiden ikäluokkien näytteet, sekä että myöhemmät havainnot näyttävät viittaavan siihen, että metsän reunapuut (aukeiden laiteilla) yleensä olisivat käpytuhoista vapaampia kuin metsikön sisässä kasvavat puut.

Käpysadon runsaus.

Käpysadon runsaudella näyttää olevan jonkin verran yhteyttä käpyjen vikaisuuteen. Suhde ei kuitenkaan ole aivan välitön. Aikaisemmin mainitussa ennakkotiedossa (K a n g a s 1938) on jo todettu,

että niillä alueilla Itä-Suomessa, missä käpyjen vikaisuus on ollut vähäisintä, on ko. vuonna (1937) ollut runsaampi käpysato kuin edellisenä vuonna (1936), kun sen sijaan muualla Suomessa se päinvastoin on ollut niukempi kuin edellisenä vuonna. Käpysadon runsaus v. 1936 ja sen vikaisuus v. 1937 ovat siis olleet samantapaisesti alueellisesti rajoittuneita.

Taulukossa 2 on käpysadon vikaisuuden ja runsauden vertaamiseksi esitetty käpysadon runsaus v. 1937 ja 1936 tuholuokittain, sikäli kuin v:n 1936 käpysadosta on ollut tietoja käytettävissä.

Taulukko 2. Käpyjen runsaus tuholuokittain vv. 1937 ja 1936.
Tabelle 2. Die Reichlichkeit der Zapfen nach den Schädigungsklassen i. d. J. 1937 und 1936.

Tuholuokat *Schädigungsklassen*	Käpyjen runsaus v. 1937 *Reichlichkeit der Zapfen i. J. 1937*							Käpyjen runsaus v. 1936 *Reichlichkeit der Zapfen i. J. 1936*							
	0	1	2	3	4	5	Keskim. *Durchschn.*	0	1	2	3	4	5	Keskim. *Durchschn.*	Tiedot puuttuvat *Keine Anmeldungen*
	Metsikköä, kpl. *Bestände, St.*							Metsikköä, kpl. *Bestände, St.*							
I		5	30	18	7	—	2.45	3	15	11	22	7	2	2.35	—
II		10	18	8	1	1	2.1	1	6	10	14	4	3	2.6	—
III		2	10	12	2	—	2.5	—	3	3	14	1	1	2.7	4
IV		2	8	4	2	—	2.4	—	4	3	6	2	1	2.6	—
V		2	7	4	3	—	2.5	—	5	1	6	—	1	2.3	3
VI		—	2	4	2	1	3.2	—	2	2	2	2	—	2.5	1
VII		1	2	2	2	1	3.0	—	1	2	4	—	1	2.75	—
VIII		1	2	2	2	—	2.7	—	2	2	3	—	—	2.1	—
IX		—	2	—	1	—	2.7	—	2	1	—	—	—	1.3	—
X		—	—	1	—	—	3.0	—	1	—	—	—	—	1.0	—
Yhteensä *Insges.*	2	23	81	55	22	3	3.4	4	41	35	71	16	9	3.5	8
Vikaisuus-%, keskim. *Schädigungsgrad in %, durchschn.*	—	77.3	78.3	74.6	65.2	53.7		(92.9)	71.6	74.8	76.1	81.3	77.3		

Tämä vertailu osoittaa, että yleensä on niiden metsiköiden käpysato, joissa on ollut eniten vikaisia käpyjä (luokat I—IV), ollut v. 1937 niukempi kuin v. 1936, ja taas niiden metsiköiden käpysato, joissa on ollut vähemmän vikaisia käpyjä (luokat V—X), on ollut v. 1937 päinvastoin runsaampi kuin v. 1936. Samoin v. 1936 runsaasti (4, 5) käpyjä tuottaneet metsiköt ovat seuraavana vuonna osoittautuneet käpysadoltaan vikaisemmiksi (81.3, 77.3 %) kuin heikosti (1, 2) käpyjä tuottaneet metsiköt (71.6, 74.8 %), kun taas asia v. 1937 käpysadon runsauteen nähden on ollut päinvastainen.

Edellä esitetty ilmenee myös selvästi tarkasteltaessa seuraavassa asetelmassa esitettyä mainitun Itä-Suomen alueen ja maan muiden osien — varsinkin Etelä-Suomen — käpysadon runsautta ko. vuosina.

Käpyjen runsaus	v. 1937						Runsaus	V. 1936[1])						Runsaus
	0	1	2	3	4	5	keskim.	0	1	2	3	4	5	keskim.
	metsikköä, kpl.							metsikköä, kpl.						
Itä-Suomi	—	1	11	18	12	3	3.1	1	17	9	10	3	—	1.9
Etelä-Suomi ...	2	16	60	24	2	—	2.1	—	12	13	53	12	9	2.9
Pohjois-Suomi .	—	6	10	13	8	—	2.6	3	12	13	8	1	—	1.8
E.- ja P.-Suomi yhteensä	2	22	70	37	10	—	2.4	3	24	26	61	13	9	2.6

Pohjois-Suomessa on sama suhde vv:n 1936 ja 1937 käpysadon välillä kuin Itä-Suomessakin, vaikka heikompana. Kuitenkin liittyy se lähemmin Etelä-Suomeen myöskin tuhojen esiintymiseen nähden sekä v. 1937 (ks. s. 11, asetelma) että v. 1936 (annettujen ilmoitusten mukaan).

On siis todennäköistä, että runsaiden käpytuhojen esiintyminen on ollut osittain riippuvainen myös siitä, että edellisenä vuonna on kuusella ollut hyvä tai kohtalainen käpyvuosi, ts. käpytuhojen aiheuttajilla on jo edellisenä vuonna ollut mahdollisuuksia runsaasti lisääntyä. Siellä, missä nämä mahdollisuudet ovat olleet pienemmät, ovat myöskin seuraavan vuoden tuhot jääneet vähäisemmiksi.

Käpytuhojen esiintyminen edellisenä vuonna.

Edellisen vuoden (1936) käpytuhoista ei aineiston yhteydessä säännöllisesti saatu tietoja. Kuitenkin on suurimmasta osasta aineistoa saatu ilmoituksia ainakin siitä, onko havaittu v. 1936 tuhoja vai eikö, vaikkakaan ei tuhojen runsaudesta voida niiden perusteella aina saada selvää käsitystä. Taulukossa 3 on tehdyt ilmoitukset luokiteltu neljään ryhmään: tuhoja runsaasti, tuhoja vähän, määrä ei käy selville, tuhoja ei ole ollut, sekä esitetty tutkitut metsiköt tämän mukaisesti tuholuokittain. Erikseen on mainittu niiden metsiköiden lukumäärä, joista ei ko. ilmoitusta ole tehty.

[1]) 8 metsiköstä puuttuvat tiedot (ks. taulukko 2).

Taulukko 3. Tuhojen esiintyminen v. 1936 tuholuokittain.

Tabelle 3. Das Vorkommen der Schäden im J. 1936 nach den Schädigungsklassen.

Tuholuokat *Schädigungsklassen*	Ilmoitus tehty *Anmeldung gegeben*					Ilmoitusta ei ole tehty *Anmeldung nicht gegeben*
	Tuhoja on ollut *Schäden angetroffen*				Tuhoja ei ole ollut *Schäden nicht angetroffen*	
	Runsaasti *Reichlich*	Vähän *Wenig*	Määrä ei käy selville *Betrag nicht angemeldet*	Yhteensä *Insgesamt*		
	metsikköä, kpl. — *Bestände, St.*					
I	14+2[1])	3	8	27	1	32
II	13	1+2[1])	5	21	1	15
III	10+1	0+1	8	20	—	5
IV	4+1	—	7	12	—	4
V	2	1+1	6	10	—	6
VI	1	0+1	4	6	—	3
VII	—	2+1	1	4	—	4
VIII	2	—	—	2	—	5
IX	—	—	1	1	—	2
X	—	—	—	—	—	1
Yht. — *Insges.*	46+4	7+6	40	103	2	77

Saadut ilmoitukset v:n 1936 käpyjen vikaisuudesta, vaikka ovatkin ylimalkaisia ja vaillinaisia, osoittavat kuitenkin selvästi, että sinäkin vuonna on ollut huomattavasti käpytuhoja. Onhan määrälleen arvioiduista tuhoista suuri enemmistö sellaisia, joissa ne on ilmoitettu runsaiksi, ja vain kahdessa tehdyistä ilmoituksista on jokseenkin selvästi sanottu tuhojen puuttuneen ko. vuonna. Tuhoja on todettu v. 1936 varmasti kaikkiaan 103 metsikössä eli 56.0 %:ssa tutkituista metsiköistä. Sellaisia metsiköitä, joista tietoja ei ole saatu, on ollut 77 l. 41.8 %.

Se seikka, että käpytuhoja on siis jo v. 1936 esiintynyt yleisesti, joskin mahdollisesti vähemmän kuin v. 1937, — kuten useissa ilmoituksissa on nimenomaan määritelty, — osoittaa, että jo v. 1936 oli kehittynyt runsas tuholais- ja sienikanta, mikä sitten toisena perättäisenä, vielä suhteellisen hyvänä käpyvuonna (1937) pääsi aiheuttamaan nyt selviteltävänä olevat suuret tuhot. Tämän kannan syntymiselle oli luonnollisena edellytyksenä, kuten mainittu, v:n 1936 hyvä käpyvuosi.

Kokonaan oman kiintoisan lukunsa muodostaisivat käpytuholaisten sukupolviajan ja loisten merkitys tuhojen esiintymisen ja määrän

[1]) Jälkimmäinen luku osoittaa määrälleen epävarmoja ilmoituksia.

vuosittaisissa vaihteluissa sekä näiden vaihtelujen suhde käpyvuosien vaihteluun. Käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä ei kuitenkaan ole ollut tilaisuutta syventyä asian tähän puoleen. Se vaatisikin laajoja biologisia tutkimuksia. Viitattakoon kuitenkin eräisiin näitä seikkoja koskeviin kysymyksiin, jotka tulivat esille suoritettujen tutkimusten yhteydessä. Tahvonen (1931) korostaa mm. sitä, miten käpytuholaisten sukupolviaika yleensä olisi 3-vuotinen ja se näin ollen sattuisi merkillisesti yhteen käpyvuosien suunnilleen kolmivuotisen vaihtelun kanssa (vrt. myös esim. Seitner 1908 ja 1916). Suoritetuissa kasvatuskokeissa on kuitenkin saatu kehittymään sellaisiakin lajeja, joilla Tahvosen (1931) mukaan sukupolviaika pitäisi olla 3-vuotinen, joten tämä kysymys ensinnäkin kaipaa lisää selvittelyjä (vrt. myös Trägårdh 1939, mm. s. 381, sekä Escherich 1931 ja 1938). Toiseksi eivät käpyvuosien väliset vuodet suinkaan aina ole vailla käpysatoa, vaikka se on vähäisempi, eikä välivuosien luku ole pysyvä (mm. Tirén 1935), samoin kuin eivät käpysadot edes melko läheisissäkään metsiköissä ole aina samanlaisia, kuten aineisto on osoittanut. Sen sijaan käpytuholaisten loisilla ja käpyvuosien vaihtelulla voi olla varsin mielenkiintoiset suhteensa käpytuhojen esiintymiseen. Nyt suoritetun tutkimuksen aineisto on osoittanut, että jo edellisenä vuonna (1936) on tuhoja ollut usein runsaastikin, joten tuholaiskanta v. 1937 oli arvattavasti jo huomattava. Kasvatuskokeet taas ovat osoittaneet, että tämän kannan seuraavaa (v:n 1938) polvea olivat tuholaisten loiset jo suuresti rajoittamassa (vrt. s. 15). Niinpä kasvatuskokeissa saatiin eräiden lajien (esim. käpykoisan ja käpykääriäisen) loisia erittäin runsaasti, jopa ehkä enemmänkin kuin ko. tuholaisia. Kuten luonnollistakin, lisääntyy loiskanta huippuunsa vuoden pari myöhempään kuin ko. tuholaiskanta ja taas käpysadon väheneminen tai puuttuminen tietysti vielä lisää loisten vähentämän tuholaiskannan pienentymistä ja siten vaikuttaa myös loiskannan pienentymisen nopeuteen. Näin voitaisiin ainakin helposti ymmärtää, miksi käpytuhot yleensä usein ovat niin runsaat, vaikka tuholaisten loisia onkin lukuisia ja usein runsaastikin. Kysymys kokonaisuudessaan vaatii kuitenkin vielä paljon selvittelyjä vastaisuudessa.

Käpytuhot ja siemensato.

Siemensadon määrän riippuvaisuus tuhoista.

Kaikki eri käpytuhot eivät tunnu suinkaan läheskään samanarvoisina, jos verrataan niiden vaikutusta käpysadon laatuun ja siemensadon suuruuteen. Edellä on jo viitattu siihen, miten eri tavoin

eri tuhonaiheuttajat kävyissä esiintyvät ja miten ne suhtautuvat nimenomaan siemeniin. Tästä johtuu, että käpyjen vikaisuuden ja niiden siementuoton välinen suhde ei suinkaan ole aivan yksinkertainen. Sitä paitsi tulevat monet muut siementuottoon ja sen laatuun vaikuttavat tekijät, joita ei tässä yhteydessä ole tutkittu eikä voitu huomioida (vrt. mm. Kujala 1927), vaikuttamaan häiritsevästi tuohon suhteeseen. Siitä huolimatta voidaan saada esille eräitä kiintoisia seikkoja käpytuhojen ja siemensadon välisessä suhteessa.

Käpyjen vikaisuus kokonaisuudessaan tuntuu selvästi siemensadon määrässä. Tuholuokittain on keskimääräinen siemensato seuraava:

Tuholuokka *Schädigungsklasse*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Vikaisia käpyjä keskim., % — *Angegriffene Zapfen durchschnittlich, %*	95.9	86.0	74.5	66.6	53.6	45.7	35.7	25.8	15.4	7.0
Siemensato keskimäärin sataa 8 sm:n käpyä kohti, g — *Durchschn. Samenertrag je hundert 8 cm lange Zapfen, g*	3.7	7.9	13.5	12.9	30.4	24.7	40.5	34.4	59.2	68.6

Käpyjen vikaisuuden vähetessä kasvaa siemensato selvästi voimakkaasti ja jokseenkin tasaisesti. Jos erot luokkien välillä olisivat suuremmat (vähemmän luokkia), olisi sarja paljon säännöllisempi. Jos esim. luokat yhdistetään parittain, saadaan seuraava sarja:

Tuholuokka *Schädigungsklasse*	I+II	III+IV	V+VI	VII+VIII	IX+X
Siemensato keskim. sataa 8 sm:n käpyä kohti, g — *Durchschn. Samenertrag je hundert 8 cm lange Zapfen, g*	5.35	13.25	28.34	37.63	61.55

Siemensadon määrä kasvaa siis paljon voimakkaammin kuin käpyjen vikaisuus pienenee ts. vikaisia käpyjä sisältävä käpysato antaa paljon pienemmän siemensadon vikaisuuden kasvaessa kuin mitä pelkkä vikaisuuden lisääntyminen merkitsisi (ks. diagrammi 1).

Siemensadon laatu.

Jakaantuminen laatuluokkiin.

Siemensadon makroskooppisen tarkastuksen tuloksena saatiin normaalisen siemenen, so. päällepäin ehjien, normaalimuotoisten ja itämiskelpoisilta näyttävien siementen määrä selville, samalla kun lajiteltiin myös kokoonkuivuneet ja vialliset (= tuhotut) siemenet.

Viimeksimainittujen määrä on luonnollisesti todellisuutta vastaamaton, koska suurin osa tuhotuista siemenistä on hävinnyt niin täydellisesti, ettei edes jäännöksiä niistä ole jäänyt jäljelle. Kuta enemmän niitä on ollut, sitä enemmän on myös voinut jäädä niiden jäännöksiä, joten määrä ilmeisesti osoittaa kuitenkin oikeata suuntaa (vrt. taulukko 4).

Normaalisten l. ehjien siementen joukkoon joutui lajittelun mukaisesti siis myöskin itämättömiä. Tämä ei kuitenkaan vielä anna oikeata kuvaa siemensadon laadusta. Käyttökelpoisen siemenen määrän selvittävät siis vasta ehjien siementen idätyskokeet. Viimeksimainittujen itämistulokset sekä itämättömien siementen mikroskooppinen tarkastus yhdessä makroskooppisen lajittelun kanssa antavat lopulliset siemensadon jakaantumista laatuluokkiin koskevat tulokset. Ne on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Siemensadon jakaantuminen laatuluokkiin tuholuokittain karistetuissa näytteissä.

Tabelle 4. Die Verteilung des Samenertrags auf die Qualitätsklassen nach den Schädigungsklassen.

Tuholuokat *Schädigungsklassen*	Karistettujen näytteiden määrä, kpl. *Anteil der ausgeklengten Proben, St.*	Siemensato keskim. sataa 8 sm:n käpyä kohti, g *Durchschn. Samenertrag je hundert 8 cm lange Zapfen, g*	Siemensadon jakaantuminen laatuluokkiin *Die Verteilung des Samenertrags auf die versch. Qualitätsklassen*				
			Itäviä *Keimfähige*	Itämättä jääneitä *Nicht gekeimt*	Tyhjiä *Leere*	Kuivia *Vertrocknete*	Tuhottuja *Geschädigte*
			Keskimäärin, % *Durchschnittlich, %*				
I	12	3.7	14.6	2.1	43.5	14.2	25.6
II	8	7.9	14.4	0.7	38.3	13.1	33.5
III	5	13.4	20.6	0.4	39.1	32.4	7.5
IV	4	12.9	11.8	0.3	41.1	34.1	12.7
V	4	30.4	38.4	0.3	30.1	23.9	7.3
VI	4	24.7	35.1	0.1	23.7	35.9	4.2
VII	4	40.5	35.2	0.2	30.7	30.7	3.2
VIII	4	34.4	35.8	0.1	37.6	21.2	5.3
IX	2	59.2	56.5	1.0	27.3	14.7	0.5
X	1	68.6	47.0	0.7	34.3	18.0	—

Kun käpysadon laadun parantuessa (tuhojen vähentyessä) jo aikaisemmin mainittu siemensadon määrä on huomattavasti kasvanut, on siementen laatukin samalla parantunut. Taulukon 4 esittämät luvut osoittavat näet itävien siementen %-osuuden lähes nelinkertaiseksi I ja II tuholuokasta IX ja X tuholuokkaan siirryttäessä. Kun siemensadon suuruus (paino) samanaikaisesti kasvaa noin pari-

kymmenkertaiseksi, tietää tämä erittäin huomattavaa itävien siementen määrän lisääntymistä. Samalla selvittää siemensadon jakaantuminen laatuluokkiin eräitä muitakin seikkoja. Tuhottujen siementen määrä luonnollisesti vähenee tuholuokka tuholuokalta samalla tavoin kuin itävien siementen määrä kasvaa, vieläpä jyrkemminkin. Tämä osoittanee tuhojen laadun (asteen) lieventymistä samalla kuin niiden määräkin vähenee. Poikkeuksena ovat luokat III ja IV. Vähäinen tuhottujen ja suuri itävien siementen osuus III tuholuokassa osoittaa tuhojen, yleisyydestään huolimatta, olleen ko. metsiköissä keskimäärin suhteellisesti lievempiä kuin IV tuholuokan metsiköissä. Tämä tietysti tuntuu myös siemensadon määrässä (painoa lisäävästi), samoin kuin vastaavasti IV luokan pienempi itävien ja suurempi tuhottujen siementen osuus tuntuu päinvastoin (vrt. taulukko 4). Viimeksimainitun luokan heikko siementuotto ja tuhottujen siementen suuri %-osuus sattuvat yhteen sen seikan kanssa, että tässä luokassa ovat myös käpykoisan tuhot olleet runsaimmat (ks. s. 16). Siemensadon pienuutta tehostavat vielä tyhjien ja kuivuneiden siementen osuudet, jotka tässä luokassa yhteenlaskettuna ovat niinikään suurimmat. On nimittäin muistettava, että ko. prosenttiosuudet on laskettu siementen kappaleluvun eikä painon perusteella (ks. s. 10). Tyhjien ja kuivuneiden siementen osuuksissa ei ole mitään selvää suhdetta havaittavissa. Ne eivät ilmeisesti riipukaan, ainakaan kovin suuresti, tuhojen esiintymisestä. Alueellisesti on tyhjiä siemeniä ollut eniten Etelä-Suomessa, kun sen sijaan kuivuneita siemeniä on ollut samalla tapaa yli maan (taulukko 5). Itämättä jääneitä siemeniä on ollut yleensä vain vähän, eikä niiden määrässä ole mitään suhdetta havaittavissa. I luokassa niitä on tosin ollut runsaimmin.

Laadun jakaantuminen alueittain.

Kartan 1 osoittama käpyjen vikaisuudessa havaittu alueellinen rajoittuminen (vrt. ss. 11—13) tuntuu luonnollisesti myös siemensadon laadussa. Taulukossa 5 on siemenen laadun mukainen jakaantuminen esitetty rinnan Itä-Suomesta, missä käpysato v. 1937 on ollut terveintä, sekä muusta osasta maata (jaettuna Etelä- ja Pohjois-Suomeen). Myöskin käpysadon runsaus (keskiarvona) on liitetty vertailua varten mukaan.

Siemensadon suuruus ja laatu ovat Itä-Suomessa suuremmassa määrässä paremmat kuin mitä tuhot ovat olleet pienemmät muuhun osaan maata verrattuna, kuten edellisen mukaan luonnollista onkin. Siemensato on n. 3 kertaa suurempi kuin maan muissa osissa keskimäärin ja siitä on vielä lähes puolet itävää siementä, kun muualla on

Taulukko 5. Siemensadon jakaantuminen laatuluokkiin alueittain.

Tabelle 5. Die Verteilung des Samenertrags auf die Qualitätsklassen nach Gebieten.

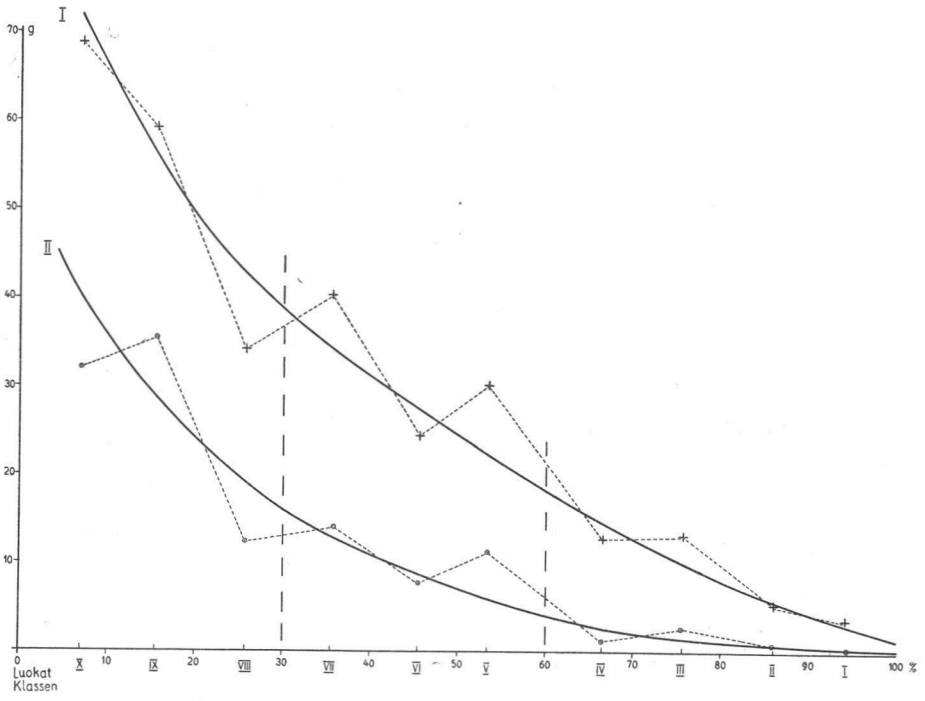
Alue *Gebiet*	Käpysadon runsaus keskim. *Die Reichlichkeit der Zapfenernte durchschn.*	Siemensato keskim. sataa 8 cm:n käpyä kohti, g *Durchschn. Samenertrag je hundert 8 cm lange Zapfen*	Siemensadon jakaantuminen laatuluokkiin. *Die Verteilung des Samenertrages auf die versch. Qualitätsklassen*				
			Itäviä *Keimfähige*	Itämättä jääneitä *Nicht gekeimt*	Tyhjiä *Leere*	Kuivuneita *Vertrocknete*	Tuhottuja *Geschädigte*
			Keskimäärin, % *Durchschnittlich, %*				
Itä-Suomi *Ostfinnland*	3.1	41.25	43.3	0.6	29.6	22.8	3.7
Etelä-Suomi *Südfinnland*	2.1	12.26	17.0	0.7	42.2	23.7	16.4
Pohj.-Suomi *Nordfinnland*	2.6	15.19	26.6	1.1	29.8	23.2	19.3
E.- ja P.-Suomi yht. ..... *Süd- und Nordfinnland zus.*	2.4	12.97	19.7	0.8	38.7	23.5	17.3

vain n. 1/5 siemensadosta itävää, joten itävän siemenen määrä on n. 7 kertaa suurempi kuin muissa osissa maata. Tyhjien ja kuivuneiden siementen välillä ei suhde edellä esitetyn mukaisesti ole jyrkkä, mutta taas tuhottujen siementen välillä se on vielä ensinmainitunkin ryhmän suhdetta jyrkempi. Itä-Suomessa on ilmeisesti siis tuhojen laatukin (aste) ollut lievempi. Tämä osoittaa, miten suurimerkityksinen on se seikka, että tuhot esiintyvät toisilla seuduilla voimakkaampina kuin toisilla, kuten yleensä aina tapahtuu. Pahojenkin käpytuhojen sattuessa voidaan siis saada käpyjä, joita kannattaa karistamista varten kerätä, kun etsitään ne alueilta, joissa tuhoja on vähiten.

Käpysadon laatu siemensadon suuruuden ja käyttökelpoisuuden määrääjänä.

Kysymys siitä, miten pahoin vikaisia kävyt voivat olla, että niitä vielä kannattaa kerätä karistamista varten, on käytännön kannalta tärkeä. Edellä on jo osoitettu, miten runsaasti yleensä kuusen kävyissä on tuhoja, sekä että niiden esiintyminen meillä on tavallista. Sen vuoksi olisi monestikin tarpeen ensin suorittaa käpysadon laadun tarkastus, varsinkin jos käpytuhoja yleensä on ko. vuonna esiintynyt maassa, ennenkuin ryhdytään käpyjen keräykseen. Esitetyt tulokset-han ovat osoittaneet, miten suuresti käpytuhot alentavat siemensadon

määrää ja vielä enemmän sen laatua, ts. itämiskykyisten siementen määrää. Siemensadon käyttökelpoisuusprosentti ei siis suinkaan ole suoraan verrannollinen käpysadon terveyteen, vaan samanaikaisesti kun vikaisten käpyjen määrä lisääntyy 10-kertaisesti, siemensato vähenee n. 20-kertaisesti ja käyttökelpoisuus (l. itävien siementen määrä) aina lähes 70-kertaisesti. Näin ollen on tär-



Diagrammi 1. Siementuotto (I) ja itävien siementen määrä (II) sataa 8 sm:n pituista käpyä kohti grammoissa tuholuokittain.
Diagramm 1. Samenertrag (I) und Menge der keimfähigen Samen (II) je hundert 8 cm lange Zapfen in Gramm nach Schädigungsklassen.

keätä löytää suunnilleen se raja, mistä lähtien käpyjen vikaisuuden lisääntyessä siemensadon käyttökelpoisuus alkaa nopeasti laskea ja taas edellisen vähentyessä jälkimmäinen nopeasti kasvaa. Edellä mainittuja suhteita kuvaa diagrammi 1, josta käy selville, että kun käpyjen vikaisuus vähenee alle 30 %:n, alkaa sekä siemensadon määrä että vielä enemmän sen käyttökelpoisuus jyrkästi nousta. Toisin sanoen, jos käpyjen vikaisuus nousee suuremmaksi kuin n. 30 %, käpyjen keräyksen kannattavaisuus käy jo arveluttavaksi (itävien sie-

menten määrä vähenee n. 1/3 osaan koko siemenmäärästä, viimeksi mainitun pienentymisen ohella), ja jos se nousee n. 60 %:iin tai sen yli, käpyjen keräys karistamista varten tuskin enää lainkaan kannattaa (itävien siementen määrä jää vastaavasti vain n. 1/7 osaan koko siemenmäärästä).

Kirjallisuutta.

Baer, W. 1906. Beobachtungen und Studien über Dioryctria splendidella H. S. und abietella S. V. Thar. forstl. Jahrb. Dresden.

Escherich, Karl. 1931. Forstinsekten Mitteleuropas. III Teil.

—»— 1938. Die phytophagen Megastigmus-Arten als Zerstörer von Nadelholzsamen. Zeitschr. f. angew. Ent. 25. Berlin.

Gericke. 1889. Grapholitha strobilella. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. XXI.

Heikinheimo, Olli. 1931. Männyn ja kuusen käpyjen runsaus kevättalvella 1931. Metsätietoa I, 1. Helsinki.

—»— 1932. Vuosi 1932 männyn ja kuusen siemenvuotena ja sen antama opetus. Metsätietoa I, 2. Helsinki.

—»— 1934. Vuosi 1934 männyn ja kuusen siemenvuotena. Metsätietoa I, 7. Helsinki.

—»— 1935. Vuosi 1935 männyn ja kuusen siemenvuotena. Metsätietoa I, 9. Helsinki.

Kangas, Esko. 1938. Kuusen siemenen tarve kohonnut jo n. 7000 kiloon vuodessa. Metsälehti, VI vuosikerta, n:o 1. Helsinki.

Kujala, Viljo. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. *Selostus:* Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenen rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Metsätiet. tutkimusl. julk. 12. Helsinki.

—»— 1936. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvullisuusrajasta. *Referat:* Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. Metsätiet. tutkimusl. julk. 22. Helsinki.

Lagerberg, Torsten. 1914. Grankottens svampsjukdomar. Skogen. Stockholm.

Lampa, S. 1912. Undersökningar av grankottar 1907. Uppsats. i prakt. ent. 17. Stockholm.

Liro, J. Ivar. 1924. Tärkeimmät tuhosienet. Toinen painos. Helsinki.

Nägeli, W. 1933. Über Biologie und Verbreitung der beiden Langwanzen Gastrodes abietum Bergr. und G. grossipes De Geer. Mitt. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 18.

Saalas, Uunio. 1923. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Helsinki.

Seitner, M. 1908. Die Fichtensamengallmücke (Plemiella abietina). Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 34. Wien.

—»— 1916. Über Nadelholzsamen zerstörende Chalcididen. Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 42. Wien.

Spessivtseff, Paul. 1924. Grankottmätarena (Eupithecia abietaria och strobilata) och deras skadegörelse. Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 21. Stockholm.

Tahvonen, Eino. 1931. Kuusenkäpyjen asukkaista. Tapio 24. Helsinki.

Tiensuu, Lauri. 1937. Die bisher aus Finnland bekannten Musciden. Acta soc. f. fl. fenn. 58. Helsinki.

Tirén, Lars. 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. *Summary:* On the fruit setting of spruce, its periodicity and relation to temperature an precipitation. Medd. fr. Stat. Skogsförsöksanst. H. 28. Stockholm.

Trägårdh, Ivar. 1914. Gran- och tallkottens vanligaste fiender. Skogen. Stockholm.

—»— 1917. Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter. Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 13—14. Stockholm.

—»— 1924. Trägnagarestudier. Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 21. Stockholm.

—»— 1939. Sveriges skogsinsekter. Andra, omarbetade och utvidgade upplagan. Stockholm.

ZAPFENSCHÄDEN UND SAMENERTRAG DER FICHTE IM J. 1937.

Referat.

Einleitung.

(S. 7).

Bei zunehmender künstlicher Verjüngung der Fichte hat die Nachfrage nach Fichtensamen im letzten Jahrzehnt in sehr hohem Masse zugenommen. Da jedoch der Zapfenertrag der Fichte in Finnland häufig durch Schäden schwer beeinträchtigt ist, da ferner im Jahre 1937 der mässig ausgefallene Zapfenertrag im ganzen Lande fast durchweg wieder schwer beschädigt zu sein schien und da gleichzeitig neues Fichtensaatgut unbedingt zu beschaffen gewesen wäre, wurde es noch spät im Herbst unternommen, eine Untersuchung über die auftretenden Zapfenschäden auszuführen, und zwar mit der Absicht, — insbesondere für die Zwecke der Praxis — den Einfluss der Schäden auf Menge und Beschaffenheit des Samenertrages herauszustellen.

Die Beschaffung des Materials.

(S. 8).

Das Material wurde aus den verschiedenen Teilen Finnlands beschafft, nämlich aus 101 verschiedenen Gemeinden und 184 verschiedenen Beständen, von denen 43 in Nordfinnland und 139 in Südfinnland lagen. Aus jedem Bestand wurde eine Probe von wenigstens 100 Zapfen aus mindestens 10 verschiedenen Bäumen beschafft, dazu Angaben über die Beschaffenheit des Bestandes, sein Alter, den Waldtyp, die Reichlichkeit des Zapfenertrages in den Jahren 1937 und 1936 und über die Abundanz der Schäden von 1936. Das Material wurde in der Zeit vom 29. IX.—29. X. gesammelt.

Die Behandlung des Materials.

(S. 8—10).

Das Material wurde in Verzeichnisse eingetragen und numeriert. Alle Zapfenproben wurden in einem provisorischen Züchtungsraum aufbewahrt und zunächst alle in den Zapfen angetroffenen und aus ihnen entwickelten Insekten zu Proben zusammengestellt sowie in Verwahr genommen. Danach erfolgten das Sortieren der Zapfen und die Analyse der Schäden sowie die nach Klassen geordnete Verteilung der Proben auf Grund der Abundanz der Schäden, und zwar in der Weise, dass Schädigungsklasse I die Proben mit 100—91 % beschädigten Zapfen, Schädigungsklasse II solche mit 90—81 %, Schädigungsklasse III solche mit 80—71 % usw. umfasste. Danach wurde das Ausklengen der Zapfen mit der Hand (dreimal) unternommen, sodann Reinigen und Wägen der Samen sowie ihre Sortierung, für die man von jeder ausgeklengten Probe 3 Anteile von je 100 Samen nahm und bei der man zu.

nächst die gesunden, die verdorrten und die beschädigten Samen voneinander trennte; danach gelangte die Keimung der gesunden Samen und schliesslich die Kontrolle der nicht aufgelaufenen zur Ausführung. So erhielt man 5 Gruppen: keimende, beschädigte, verdorrte, leere und nicht aufgelaufene (= abgestorbene + sog. »harte») Samen.

Die Reichlichkeit der Zapfenschäden.

(S. 10—13).

Die Minderwertigkeit des Zapfenertrages von 1937, d. h. die ungewöhnliche Abundanz der Schäden, ist ersichtlich aus der auf S. 10 dargestellten Verteilung der Proben (Bestände) auf die Schadenklassen (s. auch Karte 1). Nur 15.2 % der Bestände waren solche, in denen die gesunden Zapfen auch nur 50 % ihres Ertrages ausmachten. Regional waren die Zapfenschäden jedoch verhältnismässig deutlich abgegrenzt, wie die Zusammenstellung auf S. 11 zeigt. In Ostfinnland machten allerdings die Bestände, in denen über die Hälfte des Zapfenertrages aus gesunden Zapfen bestand, 35.6 % aus, während sie sich in anderen Teilen des Landes auf nur 8.6 % beliefen. Dieser Sachverhalt war, als man im Lande klengfähiges Zapfenmaterial zu beschaffen suchte, von entscheidender Bedeutung, da die vorläufige Klärung dieser Verhältnisse schon Anfang 1938 fertig wurde (K a n g a s 1938).

Die angetroffenen Schädlinge und Pilzkrankheiten.

(S. 13—21).

Von den an Zapfen auftretenden Schädlingen und Pilzkrankheiten wurden fast alle bekannten angetroffen, nämlich *Ernobius abietis* L., *Eupithecia pini* Retz *(abietaria* Goetze) und *bilunulata* Zett. *(strobilata* Hb.), *Dioryctria abietella* Schiff., *Grapholitha strobilella* L., *Gastrodes abietum* L., *Callimome azureum* Boh., *Perrisia strobi* Winn., *Plemiella abietina* Seitn., *Pucciniastrum padi* (Kunze & Schm.) Diet. und *Chrysomyxa pirolae* (de C.) Rostr. Die wichtigsten (gemeinsten) waren *Dioryctria abietella, Laspeyresia strobilella, Callimome azureum* und die Pilzkrankheiten (vgl. die Karten 2—4). Bedeutende, im Material fehlende Arten sind *Hylemyia anthracina* Czerny (T r ä g å r d h 1939, S. 392), die sich jedoch bei den späteren, noch laufenden Untersuchungen als ziemlich allgemein in Finnland erwiesen hat, und *Megastigmus strobiolbius* Ratz. (*abietis* Seitn.) E s c h e r i c h 1939). — Auf die Biologie und die Beschädigungsweise der verschiedenen Arten hat in diesem Zusammenhang keineswegs eingegangen werden können, obgleich bei der Untersuchung auch darauf Rücksicht genommen wurden.

Die Abhängigkeit des Auftretens der Zapfenschäden.

(S. 22—27).

Bei der Betrachtung der Abhängigkeit des Auftretens der Zapfenschäden hat festgestellt werden können, dass die reinen oder von Fichten beherrschten Bestände durchschnittlich nicht schwerer von Zapfenschäden befallen sind als die Mischbestände, vielmehr ist das Verhältnis eher umgekehrt (Tabelle 1). Weder die Bestandesdichte oder der Waldtyp noch das Alter scheinen im allgemeinen kaum auf das Auftreten der Schäden einzuwirken, wenngleich die mehr als 100jährigen Bestände durchschnittlich reichlicher von schweren

Zapfenschäden als die anderen befallen zu sein scheinen. Die Reichlichkeit des Zapfenertrages im vorhergehenden Jahre (1936) ist selbstverständlich eine unverkennbare Voraussetzung für das reichliche Auftreten der Schäden gewesen (Tabelle 2). Die Zapfenschäden sind schon 1936 im grossen ganzen ziemlich allgemein und teilweise auch recht reichlich ausgefallen (Tabelle 3). Zu der Behandlung der Fragen nach der auf das Auftreten der Schäden einwirkenden Generationszeit und dem Parasitismus der Schädlinge hat es in diesem Zusammenhang keine Gelegenheit gegeben. An Schmarotzern hatten sich aus den Zapfen von 1937 sehr beträchtliche Mengen entwickelt.

Die Zapfenschäden und der Samenertrag.

(S. 27—33).

Der Einfluss der Zapfenschäden auf die Menge des Samenertrages erscheint recht stark (die Zusammenstellungen auf S. 28) und bei zunehmenden Schäden immer verhältnismässig grösser. Noch stärker aber macht sich jene Wirkung auf die Beschaffenheit des Samenertrages bemerkbar, d. h. auf die Menge der keimfähigen Samen, die noch viel beträchtlicher abnimmt als die gesamte Samenmenge bei zunehmenden Schäden (Tabelle 4). In gleicher Weise, wie die Reichlichkeit der Schäden in den ostfinnischen Gebieten geringer als anderswo im Lande ausfiel, war auch die Menge des Samenertrages und besonders die Menge der keimfähigen Samen entsprechend, aber gemäss dem oben Dargestellten um ein Vielfaches besser (Tabelle 5).

Nehmen also die Zapfenschäden je Schadenklasse um das etwa 10fache zu, so vermindert sich der Samenertrag schon auf etwa $^1/_{20}$, die Menge der keimfähigen Samen aber auf nahezu $^1/_{70}$. Dieser Sachverhalt ist von recht erheblicher Bedeutung, weil er, wenn die Menge der angegriffenen Zapfen auf ca. 30 % steigt, nicht allein eine beträchtliche Verminderung des Samenertrages sondern auch eine Abnahme des Betrages der keimfähigen Samen auf ca. $^1/_3$ bedeutet, was die Rentabilität des Sammelns von Zapfen zum Ausklengen bereits zweifelhaft erscheinen lässt; wenn ferner die Menge der angegriffenen Zapfen über ca. 60 % steigt, fällt die Samenmenge auf einen recht geringen Betrag und die Menge der keimfähigen Samen bis auf ca. $^1/_7$ des Samenertrages, weswegen das Sammeln von Zapfen zum Ausklengen bereits völlig unrentabel erscheint (Diagramm 1).

VERSUCHE ÜBER DIE KEIMUNG VON WALDBAUMPOLLEN

SAKARI SAARNIJOKI

ERÄITÄ METSÄPUIDEN SIITEPÖLYN ITÄVYYTTÄ KOSKEVIA KOKEITA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1941

Helsinki 1941. Valtioneuvoston kirjapaino.

Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen.

Das Pollenkorn, jenes von Winde oder von Insekten fortgetragene, für den Befruchtungsvorgang der Pflanze so wichtige, mikroskopisch kleine Stäubchen gehört zu den wenigen Überresten der Pflanzenwelt, die, ohne ihre Form, ja sogar ihre feinere Struktur zu verlieren, sich sehr lange erhalten können, während die Pflanze selbst oft schon vorzeiten nicht mehr vorhanden gewesen ist. So ist das Pollenkorn z. B. in Torf- und Tonschichten aus diesem Grunde noch nach Jahrtausenden vielfach sogar der Art nach bestimmbar. Diese Resistenz des Pollenkorns betrifft jedoch nur seinen alleräussersten Teil, die Exine, während die im Schutze dieses verkorkten Teils gelegene Intine und das lebende Protoplasma selbstverständlich schon längst völlig vernichtet sind. Gerade in dieser Beziehung ist ja das Pollenkorn, vor allem die Erhaltung seiner Lebenskraft und Keimfähigkeit, sehr empfindlich gegenüber jeglichen äusseren Einflüssen. Schon der Ort seiner Entwicklung im Inneren der Blüte, im Schutze des Perianths oder sonstiger Blätter, wie auch verschiedene Struktureigenschaften der Blüte weisen darauf hin. Es ist jedoch bekannt, dass Pflanzenpollen in bestimmter Weise monatelang, bei gewissen Arten bisweilen sogar jahrelang z. B. für künstliche Bestäubung und Kreuzung, aufbewahrt werden kann, ohne zu verderben, soweit es eben vor Feuchtigkeit geschützt an unbedingt trockener Stelle geschieht.

Als an der Forstlichen Forschungsanstalt in den letzten Jahren verschiedene Kreuzungsversuche mit Waldbäumen ausgeführt wurden, hielt man es für notwendig, auch die Keimung des zur Verfügung stehenden Pollens, d. h. sein Befruchtungs- und Pollenschlauchbildungsvermögen, zu untersuchen. Im folgenden sind teils einheimische, teils ausländische Vertreter der Gattungen *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Populus* und *Salix* Gegenstand einer derartigen Betrachtung. Sie sind alle, wie zu erkennen, frühe Frühlingsblüher, deren Pollen schon fertig, in der vorhergehenden Vegetationsperiode ausgebildet, nur auf das Öffnen der Blüte wartet. Mit Ausnahme der Weiden, bei denen die Insekten die Bestäubung ausführen, sind es ausserdem durchweg anemophile Arten, die grosse und daher leicht auffangbare Pollenmengen hervorbringen.

Zum Aufsammeln des für die künstliche Bestäubung und Kreuzung benutzten Pollens dienen gewöhnlich mit männlichen Blüten versehene Zweige, die in Zimmerwärme auf verschiedene Weise zum Blühen gebracht werden (vgl. z. B. Dengler 1932). Die in Wassergefässe gestellten treibenden Zweige jedes betreffenden Baumindividuums sind dabei, unter je ihrer besonderen Schutzhülle aus Papier, voneinander isoliert. Der Pollen, der auf das am Boden ausgebreitete Papier herabgefallen ist, wird dann in verschliessbaren Glasröhren aufgesammelt, in deren Korken ein aus einem Eisendraht und Wattebausch bestehender Bestäubungspinsel angebracht ist. Diese Röhren, in grössere Glasflaschen eingeschlossen, wurden bei den betreffenden Versuchen an dunklem, kühlem Ort im Laboratorium aufbewahrt. Den bei den Kreuzungen zu benutzenden Pollen sucht man gewöhnlich unmittelbar vor dem in der Natur vor sich gehenden Blühen des betreffenden Baumes im Laboratorium stäuben zu lassen, umfassen aber die Versuche mehrere Arten zugleich, so hat dies im Hinblick auf Raumersparnis, die nötige Isolierung u. dgl. Umstände schon früher zu geschehen. Obwohl andererseits der Hauptteil dieser Arbeiten im Augenblick des Blühens der betreffenden Arten in der Natur zu verrichten sein wird, braucht es nicht ohne Ausnahme so zu sein. So ist z. B. bei den Salicazeen die Zeit zwischen der Floration und der Samenreife so kurz, nur einige Wochen lang, dass man ihre in Wasser oder in Nährlösung gestellten, weibliche Blüten tragenden Zweige bei sorgfältiger Pflege dazu bringen kann, auch im Treibhaus reifen Samen hervorzubringen (vgl. z. B. v. Wettstein-Westerheim 1933). Dadurch wird nicht allein die Ausführung der Bestäubungen und Kreuzungen selbstverständlich sehr erleichtert, sondern auch das ermöglicht, dass diese Arbeiten schon viel zeitiger im Frühjahr begonnen werden können. Ausserdem können die Pflanzen nach bestimmten Methoden sogar sehr früh, schon mitten im Winter, ja, sogar schon im Spätherbst, zum Blühen und Ergrünen gebracht, d. h. aus der Winterruhe erweckt werden. Gewisse chemische Stoffe, Äther- und Ammoniakdämpfe, gewöhnliches Leuchtgas, Rauch, bestimmte Warmbäder usw., wirken in dieser Weise stimulierend (vgl. z. B. Molisch 1930, S. 198—213). Es erhebt sich nur die Frage, inwieweit der Pollen von Pflanzen, die durch diese häufig sogar sehr heftige Treibmassnahmen zum Blühen gebracht worden sind, keimfähig und für künstliche Bestäubungsversuche brauchbar ist. Ausserdem bedarf es der Aufklärung darüber, wie lange der in der angegebenen Weise aufbewahrte Pollen verschiedener Bäume am Leben bleibt und wie früh vor der in der Natur eintretenden Blüte der betreffenden Art er also gesammelt werden kann, ohne dass sein Befruchtungsvermögen schwindet.

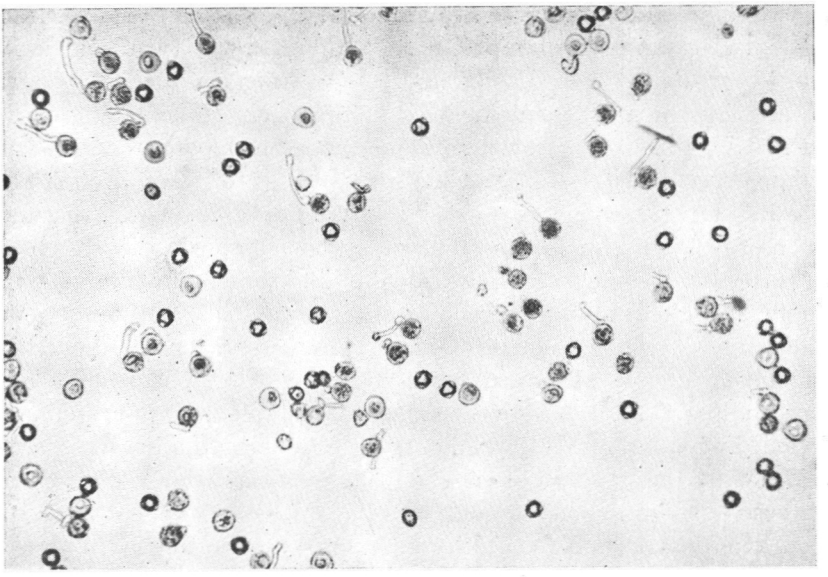


Abb. 1. Keimende, schlauchbildende Pollenkörner von *Corylus avellana* in 30prozentiger Rohrzuckerlösung. Ein Teil der Zellen plasmolysiert, ein anderer in noch beibehaltener ursprünglicher Form mit drei sichtbaren Keimporen. Vergr. 240 ×.

Kuva 1. Itäviä, siiteputkia muodostavia pähkinäpensaan siitepölyhiukkasia 30-prosenttisessa ruokosokeriliuoksessa. Osa soluista plasmolysoitunut, osa säilyttänyt alkuperäisen kulmikkaan muotonsa kolmine näkyvine ituhuokosineen. 240 × suurennus.
Photo — *Valok.* E. Kangas 1940.

In diesem Sinne wurden Keimungsversuche mit in verschiedener Weise und zu verschiedenen Zeiten im Winter und Früjahr aufgesammelten Pollen angestellt und gleichzeitig auch die Erhaltung der Keimfähigkeit jeder Versuchsportion verfolgt. Die Keimungen wurden in einer sog. »Feuchtkammer», d. h. an der Unterseite eines Deckglases, das auf einen durch Paraffin am Objektträger befestigten Glasring gestützt war, ausgeführt. Hier konnten die Pollenkörner, die sich in einem von dem Dache dieser kleinen Kammer herabhängenden Nährtropfen befanden, bequem unter dem Mikroskop betrachtet werden. Das Keimungsprozent wurde dann nach 24 Stunden bestimmt, indem unter 400—500 Pollenkörnern diejenigen gezählt wurden, die gekeimt, d. h. einen Pollenschlauch entwickelt hatten (vgl. Abb. 1). Als besserer Nährboden gegenüber Gelatine-, Zucker- und Honiglösung erwies sich eine Rohrzuckerlösung, die bei *Betula* 20 prozentig, bei allen anderen Arten 30 prozentig benutzt wurde.

Sehr leicht gelingen die Keimungen besonders beim Weidenpollen. Ebenso verhält es sich mit *Corylus*, bei der schon 2 Stunden nach der Übertragung in die Nährlösung Ansätze des Pollenschlauches

zu erkennen sind — nach 3 Stunden sind diese schon sehr deutlich, 2—3 mal so lang wie die Breite des Schlauches. Etwas schwieriger keimt der Pollen von *Betula* und *Alnus*, wogegen sich *Populus* in dieser Hinsicht aus irgendeinem Grunde als sehr unbeständig erwies. Auch im ganzen gab derselbe Pollen, zu verschiedenen Malen zum Keimen veranlasst, sehr verschiedene Resultate. Zum Teil konnte das auf der geringen Grösse der abgezählten Pollenmenge beruhen, als hauptsächlichste Ursache erwiesen sich jedoch die durch die in der Nährlösung rasch eintretende Bakterien-, Schimmel- und Hefepilztätigkeit zuwegegebrachten nährphysiologisch störenden Veränderungen. Diese fremden Organismen gerieten nach den Beobachtungen in die als steril betrachteten, mit destilliertem Wasser hergestellten Zuckerlösungen stets mit dem Pollen. Da der keimende Pollen auf allerlei Verunreinigungen sehr empfindlich reagiert — z. B. schon das Vorhandensein von 0.01 % Ca- oder K-Salzen verhindert die Pollenschlauchbildung (Lidforss 1899, S. 242) — bewirken derartige Nebenfaktoren auch Veränderungen in den zu erzielenden Züchtungsergebnissen.

Aus der nachstehenden Übersicht sind die in den verschiedenen Versuchen erhaltenen grössten Keimungsprozente für einige Holzarten zu ersehen.

	%		%
Alnus glutinosa	26	*Betula Ermanni*	6
» *incana*	29	» *japonica*	17
» *glutinosa* × *incana*	22	*Corylys avellana*	58
Betula verrucosa	73	*Populus tremula*	10
» *odorata*	68	*Salix caprea*	55
» *nana*	80	» *cinerea*	38
» *nana* × *odorata*	4	» *livida*	39
» *concinna* (?)	78	» *pentandra*	48
» *papyracea*	13	» *phylicifolia*	40
» *Maximowiczii*	22	» sp. (hybr.)	45

Vergleicht man die gefundenen Werte miteinander, so ist zu erkennen, dass die Pollenkeimung bei den eingeführten Arten verhältnismässig niedrig bleibt. Ob das vielleicht auf dem schwachen Gedeihen der Bäume oder auf der geringen Zahl der Versuche beruht, lässt sich schwer entscheiden. Derselben schwachen Keimung begegnen wir auch bei gewissen hybriden Formen, von denen jedoch einige, wohlgemerkt, sogar sehr reichlich Pollenschläuche bilden.

Die alte Literaturangabe (Lidforss 1896, S. 11), dass die Keimung, soweit sie nicht anders gelingt, vielfach dadurch bewirkt werden kann, dass man Narben oder Narbenteile in die Nährlösung bringt, gab Anlass zu versuchen, ob dieses Verfahren etwa keimungs-

steigernd einwirke. Nicht allein wurden frisch abgeschnittene Narben unmittelbar in wechselnd grossen Mengen in den Nährtropfen gelegt, sondern sie wurden auch teils vorher auf 70° C, teils auf 100° C erhitzt. Ausserdem stammten die einen Narben von demselben Baumindividuum wie der Pollen, andere wiederum von einem fremden. Tab. 1 zeigt die diesbezüglichen Keimungsergebnisse bei *Alnus glutinosa*.

Tabelle 1. Die Pollenkeimung in Nährlösungen mit zugefügten Narben bzw. Narbenteilen.

Taulukko 1. Siitepölyn itävyys luotteja tai luotin osia sisältävissä ravintoliuoksissa.

Narbenmenge in der Nährlösung, St. *Luottien määrä ravintoluoksessa, kpl.*	Pollenkeimung — *Siitepölyn itävyys*	
	in Nährlösung mit Narben von demselben Baumindividuum *saman puuyksilön luotteja sisältäv. ravintoliuoksessa*	in Nährlösung mit Narben von einem fremden Baumindividuum *eri puuyksilön luotteja sisältäv. ravintoliuoksessa*
	%	%
60	22	16
40	8	24
20 (erhitzt / *kuumenn.*)	10	15
20 (gesiedet / *kiehaut.*)	11	17
20	5	3

Man ersieht, dass das Keimungsprozent wenigstens nicht durch die geschilderten Massnahmen gestiegen ist, vielmehr ist es in einigen Fällen gesunken. In dieselbe Richtung weisen auch die Ergebnisse der mit *Corylus* und *Betula* ausgeführten Versuche. Die in die Nährlösung gebrachten Narben schienen nämlich im allgemeinen das Wachstum der Schimmel- und Hefepilze zu fördern. Die durch Erhitzen behandelten wiederum veränderten offenbar die Zusammensetzung und Konzentration der Nährlösung, wodurch das Sinken des Keimungsprozents wahrscheinlich seine Erklärung erhält. Offensichtlich besteht die Aufgabe der Narbe und ihres etwaigen Sekrets auch bei den betreffenden Holzarten lediglich darin, dem Pollen als Substrat zu dienen (vgl. K a t z 1926), das ausser seiner nährphysiologischen Bedeutung auch für die ständige Feuchterhaltung des Pollens sorgt, es also nach dem Keimen vor dem Vertrocknen schützt.

Am besten keimte der Pollen, wie es sich zeigte, gleich nach dem Stäuben, wie es die beigefügten Diagramme zeigen, die die zu verschiedenen Zeiten, hauptsächlich in einwöchigen Zeitabständen aus-

geführten Keimungen ein und derselben gesammelten Pollenmenge wiedergeben. Einige von diesen Versuchen sind schon im Winter, die anderen später im Frühjahr begonnen worden; die senkrechte gestrichelte Linie bezeichnet die Zeit der Hereinnahme der Zweige.

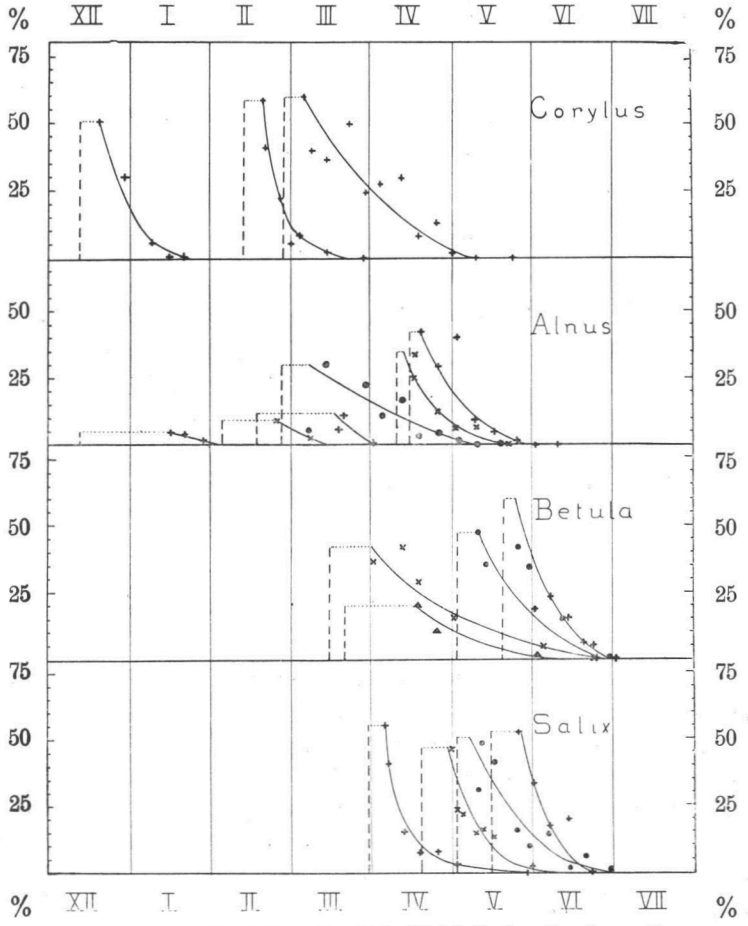


Abb. 2. Das Fortbestehen der Keimfähigkeit des *Corylus-*, *Alnus-*, *Betula-* und *Salix-* Pollens.

Kuva 2. Corylus-, Alnus-, Betula- ja Salix-siitepölyn itävyyden säilyminen.

Obgleich es sich bei den Versuchen nicht immer um dasselbe Baumindividuum oder auch nur um dieselbe Art handelt, zeigen sie dennoch deutlich, dass die Keimfähigkeit des Pollens gleichmässig, bei einigen Arten schneller, bei anderen langsamer, abnimmt, um endlich nach 1—2, bisweilen erst nach 3 Monaten aufzuhören, wonach

der in der angeführten Weise im Zimmer aufbewahrte Pollen trotz wiederholter Keimungsversuche nicht mehr zur Schlauchbildung gebracht werden konnte. Auch weisen diese Kurven in ihrem Verlauf den gemeinsamen Zug auf, dass ihr oft steil abfallender Teil bald abflacht, d. h. einige Pollenkörner behalten ihre Keimfähigkeit viel länger bei als andere. Am schnellsten scheint sie bei den *Salix*-Arten abzunehmen, bei denen die Keimung schon nach einer Woche fast zweimal so schwach wie ursprünglich ist. Die Kurve für *Betula* und *Alnus*, teilweise auch *Corylus*, verläuft viel flacher, da der Pollen sich ca. 2—3 Monate lebendig erhält. Der Pollen von früher im Winter getriebenen Haselzweigen scheint jedoch etwas rascher zu altern als der später im Frühjahr abgefallene. Auf dasselbe weisen auch die mit *Salix* ausgeführten Versuche hin. Bei Birke und Erle dagegen lässt sich diese Erscheinung nicht feststellen, weil die Keimfähigkeit ihres Pollens schon im Augenblick des Stäubens sehr schwach gewesen ist. Aus der Figur ist nämlich ebenfalls zu entnehmen, dass, je kürzer die Zeit zwischen dem Beginn des Treibens und dem Blühen, m. a. W. je geringer der Abstand zwischen der senkrechten gestrichelten Linie und dem die erste Keimung bezeichnenden Punkt ist, auch das Pollenkeimungsprozent desto höher ausfällt. Demgemäss schiene also die Keimfähigkeit des freien abgefallenen Pollens nicht so sehr von dem Augenblick, in dem sich die Pollenkörner aus den Pollensäcken ihrer Staubgefässe befreien, wie von der Zeit abhängig zu sein, in der die Zweige in Zimmerwärme gebracht worden sind. Nach allem zu schliessen, altert auch der in den Kätzchen befindliche Pollen, indem er auch schon während der dem Blühen vorausgegangenen Zeit des Treibens einen Teil seiner Keimfähigkeit einbüsst.

Wie dann beeinflussten die weiter oben angeführten, auf die Beschleunigung des Blühens abgesehenen Treibverfahren etwa die Keimfähigkeit des so gewonnenen Pollens? Das zeigt uns Tab. 2, in welcher die Ergebnisse der mit Äther, Rauch, Leuchtgas und Warmbad angestellten Versuche aufgenommen sind. Ausser den Mengen der ausgetriebenen Pollenkörner geht aus ihr auch die Anzahl der Tage hervor, nach deren Verlauf die am 12. XII. in das Zimmer gebrachten Zweige zu blühen begannen.

Auch aus diesen Versuchen ist sehr deutlich zu ersehen, dass, je länger die Zweige vor dem Erblühen in Zimmerwärme gehalten werden, das Pollenkeimungsprozent um so tiefer bleibt. Nur bei *Corylus*, die auch mitten im Winter verhälnismässig rasch zu blühen beginnt, kann man somit nichts anderes erkennen, als dass das Keimungsprozent im Vergleich zu dem in gewöhnlicher Weise gestäubten Pol-

Tabelle 2. Die Keimfähigkeit des Pollens von in verschiedener Weise zum Blühen getriebenen Zweigen.

Taulukko 2. Eri tavoin kukkimaan hyödetyistä oksista kerätyn siitepölyn itävyys.

Treibverfahren und -zeit *Hyötämistapa ja -aika*	*Corylus avellana*		*Alnus glutinosa*		*Betula verrucosa*	
	Tag des Stäubens *Varisemis-vrk.*	Keimungs-*Itävyys-%*	Tag des Stäubens *Varisemis-vrk.*	Keimungs-*Itävyys-%*	Tag des Stäubens *Varisemis-vrk.*	Keimungs-*Itävyys-%*
Gewöhnliche Behandlung — *Tavallinen käsittely*	10	56	28	8	—	—
30 st Ätherbehandlung — *30 t. eetterikäsittely*	10	30	26	—	—	—
24 st Leuchtgasbehandlung — *24 t. valokaasukäsittely* ..	14	41	22	—	—	—
24 st Rauchbehandlung — *24 t. savukäsittely*	14	49	21	1	—	—
18 st Warmbad (30°C) — *18 t. lämpökylpy (30°C)*	14	15	22	1	48	—

len deutlich geringer ist. Das schwächste Ergebnis haben die im Warmbad behandelten Zweige geliefert. Da der Pollen während der Behandlung noch in den Pollensäcken der Staubgefässe eingeschlossen war, sich also im Schutze der inneren Teile des völlig geschlossenen Kätzchens befand, haben die gasförmigen Stoffe offenbar doch nicht mit der gleichen Intensität wie gerade das genannte Warmbad störend einwirken können. Das ist deutlich zu erkennen, wenn die entsprechenden Versuche einerseits mit abgefallenem, losem und andererseits mit bereits in Nährlösung befindlichem, keimendem Pollen ausgeführt werden (Tab. 3).

Tabelle 3. Der Einfluss von Äther, Leuchtgas, Wärme, Frost und Warmbad auf die Keimfähigkeit (%) von abgefallenem Pollen von *Corylus avellana*.

Taulukko 3. Eetterin, valokaasun, lämmön, pakkasen ja lämpökylvyn suoranainen vaikutus varisseen Corylus avellanan siitepölyn itävyyteen (%).

Behandlungsweise und -zeit *Käsittelytapa ja -aika*	Freier Pollen *Vapaana käsitelty*	In Nährlösung behandelt *Ravintoliuoksessa käsitelty*
30 st Ätherbehandlung — *30 t. eetterikäsittely*	—	—
24 st Leuchtgasbehandlung — *24 t. valokaasukäsittely*	—	—
18 st Wärmebehandlung (30°C) — *18 t. lämpökäsittely (30°C)*	1	10
18 st Warmbadbehandlung (30°C) — *18 t. lämpökylpy (30°C)*	—	
2 st Frostbehandlung (−17°C) — *2 t. pakkaskäsittely (−17°C)* .	12	6

Es ist nämlich zu sehen, dass die Gase, die benutzt wurden, um die Pflanze aus der Winterruhe zu erwecken, bei unmittelbarer Wirkung auf den Pollen diesen völlig töten. Desgleichen verliert der abgefallene Pollen bei Wärmebehandlung, besonders wenn er sich in Wasser befindet, seine Keimfähigkeit, trocken behält er sie dagegen etwas länger bei. In warmer Nährlösung keimt er, desgleichen auch noch nach Frostbehandlung. Diese Versuche betreffen jedoch, wie ersichtlich, nur *Corylus*, also eine zeitig im Frühjahr blühende Pflanze, deren Pollen offenbar auch in der Natur verhältnismässig niedrige Temperaturen aushalten muss. Dass geringe Temperaturunterschiede bei diesen wie auch bei den anderen Versuchen ziemlich belanglos gewesen sind, geht aus Tab. 4 hervor:

Tabelle 4. Die Keimfähigkeit des Pollens von *Corylus avellana* bei verschiedenen Temperaturen.

Taulukko 4. Corylus avellanan siitepölyn itävyys eri lämpötiloissa.

Temperatur *Lämpötila*	Keimfähigkeit verschiedener Versuchsportionen, % *Eri siitepölyerien itävyys, %*		
Bei 30—32°C zum Keimen gebracht — *Idätetty 30—32°C lämmössä*	9	10	20
Bei 17—19°C zum Keimen gebracht — *Idätetty 17—19°C lämmössä*	24	26	30
Bei 8—10°C zum Keimen gebracht — *Idätetty 8—10°C lämmössä*	16	14	32

Die Lebenskraft des Pollens mancher Pflanze ist nämlich gemäss früheren Versuchen vor allem vom Feuchtigkeitszustand der Luft abhängig. Der Pollen mancher Arten vermag zwar ebensogut in

Tabelle 5. Die Keimfähigkeit von Birkenpollen, einerseits in Zimmertemperatur aufbewahrt, anderseits inzwischen im Freien gewesen.

Taulukko 5. Koivun huoneilmassa säilytetyn ja toisaalta välillä ulkoilmassa olleen siitepölyn itävyys.

	In Zimmerluft gewesen *Huoneilmassa olleet*	Inzwischen im Freien gewesen *Ulkoilmassa välillä olleet*
Betula odorata	27	21
» *nana*	23	17
» *verrucosa*	8	1
» *concinna* (?)	4	8
» *japonica*	9	11

feuchter wie in trockener Luft zu leben, bei anderen wiederum tritt beim Übergang zu ungünstigeren Bedingungen ein sehr beträchtliches Sinken der Keimfähigkeitsdauer ein. Der ersteren Gruppe fallen bekanntlich u. a. *Alnus* und *Salix* zu (P f u n d 1910, S. 10). Das Verhalten des Birkenpollens wird durch einige gleichzeitige Keimungsergebnisse ein und desselben Pollens beleuchtet, der teils ständig in Zimmerluft aufbewahrt und teils bei Kreuzungsarbeiten benutzt worden, also inzwischen im Freien gewesen ist (Tab. 5).

Dieser nachteilige Einfluss der Feuchtigkeit auf den Pollen gewisser Arten geht auch aus einigen Befeuchtungsversuchen deutlich hervor, bei denen man unmittelbar vor der Keimung verschieden lange Zeit sauberes Wasser auf den Pollen einwirken liess (Tab. 6).

Tabelle 6. Der Einfluss von Befeuchtung auf die Keimfähigkeit des Pollens.

Taulukko 6. Kostuttamisen vaikutus siitepölyn itävyyteen.

Behandlungsweise und -zeit *Käsittelytapa ja -aika*	*Betula*		*Alnus*		*Salix pentandra*
	nana	*odorata*	*incana*	*glutinosa*	
Normale Keimung — *Normaali idätys* ..	27	20	16	11	80
½ min in Wasser vor der Keimung — *½ min. vedessä ennen idätystä*	14	11	6	7	38
1 min in Wasser vor der Keimung — *1 min. vedessä ennen idätystä*	10	7	4	3	10
3 min in Wasser vor der Keimung — *3 min. vedessä ennen idätystä*	11	8	3	5	16

Man ersieht, dass die Wasserbehandlung das Keimungsprozent deutlich senkt, zugleich aber auch, dass bei mehreren Arten der Pollen auch nach der Befeuchtung gleich nach seiner Übertragung in die Nährlösung noch in bedeutendem Masse keimen kann. Tab. 7 lässt erkennen, wie lange der Pollen, in der angegebenen Weise in Wasser getaucht, sich lebend erhält. Daneben wurde untersucht, wie eine nach jener Wasserbehandlung vor der Übertragung in die Nährlösung eintretende Austrocknung des Pollens auf sein Befruchtungsvermögen einwirkt. (+ = Keimfähigkeit < 1 %).

Wie man sieht, vermag verschiedener Pollen nach der Anfeuchtung zu keimen; eine Wasserbehandlung von einigen oder mehreren Stunden, ja sogar in einem Fall von einem Tag Dauer hat noch nicht alle Pollenkörner getötet. Bei gewissen Versuchen bildeten sich auch in reinem Wasser Pollenschläuche. Dagegen ist die grosse Beeinträchtigung der Keimfähigkeit durch die nach der Anfeuchtung eingetretene Austrocknung aus der Tabelle deutlich ersichtlich. Die

Tabelle 7. Die Keimfähigkeit von verschieden lange in Wasser getauchtem und danach ausgetrocknetem Pollen.

Taulukko 7. Eri pitkiä aikoja vedessä olleen ja sitten kuivahtaneen siitepölyn itävyys.

Behandlungsweise und -zeit *Käsittelytapa ja -aika*	*Betula nana* gekeimt *idätetty*		*Betula odorata* gekeimt *idätetty*		*Alnus incana* gekeimt *idätetty*		*Alnus glutinosa* gekeimt *idätetty*		*Salix pentandra* gekeimt *idätetty*	
	feucht *kost.*	trocken *kuiv.*	feucht *kost.*	trocken *kuiv.*	feucht *kost.*	trocken *kuiv.*	feucht *kost.*	trocken *kuiv.*	feucht *kost.*	trocken *kuiv.*
½ st in Wasser vor der Keimung — ½ *t. vedessä ennen idätystä*	14	2	7	+	16	4	14	+	30	12
2 st in Wasser vor der Keimung — *2 t. vedessä ennen idätystä*	17	+	22	5	8	+	8	—	8	2
4 st in Wasser vor der Keimung — *4 t. vedessä ennen idätystä*	7	—	4	+	4	—	2	—	2	+
6 st in Wasser vor der Keimung — *6 t. vedessä ennen idätystä*	16	—	12	+	6	—	3	—	16	—
24 st in Wasser vor der Keimung — *24 t. vedessä ennen idätystä*	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Keimfähigkeit nimmt um so mehr ab, je länger die Anfeuchtung gedauert hat. Demgemäss könnte man also behaupten, dass, da das Auftreten nassgewordenen und wieder ausgetrockneten Pollens in der Natur mit dem Vorkommen von Regen, Tau oder Nebel im Frühjahr zur Blütezeit dieser Holzarten im Zusammenhang steht, demgemäss aller freie, vom Winde fortgetragene Pollen beim Eintreten derartiger Witterungen vernichtet zu werden verdammt wäre. Nur das in den Pollensäcken der Staubgefässe noch vorhandene und auf der anderen Seite das schon früher auf die Narbenlappen des Stempels geratene Pollenkorn wären dann imstande, die Befruchtung auszuführen.

Die Beobachtungen über den Pollen der betreffenden Waldbäume und seine Keimfähigkeit zeigen also, dass wenigstens bei der künstlichen Bestäubung der behandelten Arten folgendes zu berücksichtigen wäre:

1. Um das Befruchtungsvermögen zu erhalten, wäre der Pollen möglichst spät, unmittelbar vor dem Blühen jeder Holzart, zu sammeln. Nach einer oder zwei Wochen ist die Keimfähigkeit des im Zimmer verwahrten Pollens so schwach, dass man bei den Bestäubungen sehr reichliche Pollenmengen gebrauchen muss, wenn die Befruchtung gelingen soll.

2. Lang andauerndes Treiben, d. h. die Zweige vor dem Erblühen lange in einem warmen Raum zu halten, schwächt die Keimfähig-

keit des Pollens. Desgleichen vermindern gasförmige Stoffe, zur Unterbrechung der Winterruhe und zur Beschleunigung des Blühens verwendet, wie auch das Warmbad die Keimfähigkeit des Pollens in dem Masse, dass während der Zeit, die durch diese Behandlung etwa gewonnen wird, die Keimfähigkeit des in Zimmerluft getriebenen Pollens noch keine nennenswerte Abnahme aufweist.

3. Verwahrte Pollenmengen sind vor Anfeuchtung zu schützen; nur die jeweils für die Kreuzungen erforderlichen Mengen hat man mit ins Freie zu nehmen und selbst in der Natur ist die Bestäubungsarbeit auch aus diesem Grunde nur bei trockenem Wetter auszuführen.

Die oben beschriebenen Versuche über die Keimfähigkeit des Pollens sind in der Forstlichen Forschungsanstalt, im Laboratorium der Abteilung für Waldbau, hauptsächlich im Jahre 1939, teils jedoch in dem vorangegangenen, teils im folgenden Jahre, ausgeführt worden. In diesem Zusammenhang möchte ich meinen Vorgesetzten, den Professoren Dr. Olli Heikinheimo und Dr. Viljo Kujala für das meiner Arbeit entgegengebrachte grosse Interesse bestens danken. Die praktischen Arbeiten und die Bestimmungen der Keimfähigkeit hat Mag. phil. Aune Muroma mit grosser Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt.

Literatur.

Dengler, A. 1932. Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefern. Zeitschrift f. Forst und Jagdwesen 64. Berlin.

Katz, Erna. 1926. Über die Funktion der Narbe bei der Keimung des Pollens. Flora. N. F. 20. Jena.

Lidforss, B. 1896. Zur Biologie des Pollens. Jahrbücher f. wissensch. Botanik. 29. Berlin.

—»— 1899 Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens. Jahrbücher f. wissensch. Botanik 33. Leipzig.

Molisch, H. 1930. Pflanzenphysiologie des Theorie der Gärtnerei. Sechste Auflage. Jena.

Pfund, M. 1910. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Blütenstaubes. Jahrbücher f. wissensch. Botanik. 47. Leipzig.

v. Wettstein-Westerheim. 1933. Züchtungsversuche mit Forstpflanzen. Forstarchis. 9. Wien.

ERÄITÄ METSÄPUIDEN SIITEPÖLYN ITÄVYYTTÄ KOSKEVIA KOKEITA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

Kun Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella on viime vuosina suoritettu erilaisia metsäpuitten keinotekoisia pölytys- ja risteyttämiskokeita, katsottiin tarpeelliseksi myös tutkia käytetyn siitepölyn itävyyttä ja sen hedelmöittämiskykyisenä säilymistä. Tällaisen tarkastetun kohteena ovat ko. tutkimuksessa olleet eräät näissä risteytyskokeissa käytetyt *Alnus-*, *Betula-*, *Corylus-*, *Populus-* ja *Salix*-sukuihin kuuluneet lajien edustajat.

Idätykset on suoritettu n. s. kosteassa kammiossa 20 ja 30 % ruokosokeriliuoksissa. N. 400 à 500 siitepölyhiukkasmäärästä on laskettu sitten itäneitten, siiteputkia muodostaneitten prosentti. Sivulla 6 olevasta luettelosta on ilmennyt eri kasvatusten perusteella saadut tutkittujen puulajien suurimmat itävyyttä osoittavat prosenttiarvot. Siitepölyn itävyysprosenttia ei ole saatu nousemaan, vaikka ravintoliuoksiin on lisätty, kuten taulukosta 1 näkyy, luotin kappaleita. Siitepölyn itävyyden säilyminen ilmenee sivulla 8 kuvatuista diagrammeista, jotka esittävät tuloksia saman kerätyn siitepölyerän, pääasiassa viikon välein suoritetuista idätyksistä. Paraiten on siitepöly osoittautunut itäneen heti varisemisensa jälkeen. Myöskin nähdään, että mitä lyhempi aika hyötämisen alun ja kukkimisen, toisin sanoen piirroksen pystysuoran katkoviivan ja ensimmäistä idätystä osoittavan pisteen välillä on ollut, sitä korkeammaksi on osoittautunut siitepölyn itämisprosentti. Tämän perusteella on havaittu, että norkoissakin oleva siitepöly vanhenee, sen itävyys laskee kukkimista edeltäneen hyötämisajan kuluessa.

Myöskin on kokeiltu, miten vaikuttavat kukkimisen jouduttamiseen käytetyt hyötämistavat siitepölyn elävänä säilymiseen. Taulukko 2 esittää tulokset eetterillä, savulla, valokaasulla ja lämpökylvyllä käsiteltyjen oksien siitepölyn itävyydestä. Kun alhaisin prosenttiarvo on saatu lämpökylpykäsittelyllä, on näyttänyt todennäköiseltä etteivät kaasumaiset aineet ole ilmeisestikään päässeet vaikuttamaan vielä ponsilokeroiden suojassa olevaan siitepölyyn samalla tavalla häiritsevästi kuin lämpökäsittely. Sitä ovat osoittaneet taulukosta 3 ilmenevät tulokset vastaavista kokeista, jotka on suoritettu varisseella, irtaimella taikka ravintonesteessä jo olevalla siitepölyllä.

Kosteuden haitallinen vaikutus on ilmennyt idätyksistä, joita on suoritettu samalla, jatkuvasti huoneilmassa säilytetyllä ja toisaalta taas risteytystyössä käytetyn, siis välillä ulkoilmassa olleella siitepölyllä, kuten taulukko 5 osoittaa. Vielä selvemmin se on käynyt ilmi kostuttamiskokeista, joissa välittömästi ennen idätystä annettiin puhtaan veden vaikuttaa eri pitkiä aikoja siitepölyyn. Tulokset selviävät taulukoista 6 ja 7. Pitempiaikaisen kostuttamisen yhteydessä otettiin kokeiltavaksi myös, miten vesikäsittelyn jälkeen, ennen ravintonesteeseen siirtämistä tapahtunut siitepölyn kuivuminen vaikuttaisi sen

itämiskykyyn. Taulukko 7 osoittaa, että itävyys on tällöin paljon pienempi, se heikkenee sitä mukaa mitä kauemmin kosteena pitäminen on jatkunut. Sen mukaan näyttäisi todennäköiseltä, että keväällä ko. puulajien kukkimisajalla sumun, kasteen tai ainakin sateen aikana kaikki vapaana, tuulen kuljettamana oleva siitepöly on tuomittu tuhoutumaan. Ainoastaan heteitten ponsilokeroissa vielä tallella ollut ja toisaalta emin luotinliuskoihin jo aikaisemmin joutunut siitepölyhiukkanen saattaa vain tällöin suorittaa hedelmöityksen.

P. o. metsäpuitten siitepölyä ja sen itävyyttä koskevat havainnot osoittavat siis, että ainakin näillä lajeilla keinotekoisien pölytyksiä suoritettaessa on otettava huomioon seuraavaa:

1. Hedelmöittymiskyvyn säilymisen kannalta siitepöly olisi kerättävä mahdollisimman myöhään, välittömästi ennen kunkin puulajin kukkimista. Viikon tai kahden kuluttua on huoneessa säilytetyn siitepölyn itävyys siksi heikkoa, että pölytyksissä vain hyvin runsaasti siitepölyä käytettäessä voidaan mahdollisesti saada hedelmöittyminen onnistumaan.

2. Pitkäaikainen hyötäminen, s. o. kukkimista edeltänyt oksien lämpimässä pitäminen, on haitaksi siitepölyn itävyydelle. Samoin talvihorroksen pysäyttämiseen ja kukinnan jouduttamiseen käytetyt kaasumaiset aineet samoin kuin lämpökylpykin heikentävät sen itämiskykyä.

3. Varastoituja siitepölyeriä on suojeltava kostumiselta. Vain kullakin kerralla risteytyksiin tarvittava määrä on otettava mukaan ulkoilmaan ja itse ulkona luonnossakin suoritettava pölytystyö tehtävä myös tästä syystä vain kuivalla säällä.

METSÄNISTUTUSMENETELMISTÄ

OLLI HEIKINHEIMO

VERSUCHE MIT WALDBAULICHEN PFLANZMETHODEN

DEUTSCHES REFERAT

OLLI HEIKINHEIMO

HELSINKI 1941

Helsinki 1941. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Sivu

Johdanto 5
Aiemmin suoritetut tutkimukset 6
Istutusmenetelmät 6
Istutuksien suorittamiseen sopiva vuodenaika 10
Tutkimusmenetelmät 12
Tutkimuskohdat 15
Istutustyön teknillinen suoritus 19
Kuusi 20
Mänty 26
Siperialainen lehtikuusi 27
Istutukseen käytettävien tainten laatu 27
Ikä ja koulitus 28
Juurten typistäminen 32
Tainten lajittelu 32
Istutusaika 34
Suojuspuusto 37
Jurominen 43
Laiduntaminen 54
Kirjallisuusluettelo 57
Deutsches Referat 59

Johdanto.

Ne metsänistutuskokeet, joista seuraavassa tehdään selkoa, on suoritettu Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta vuosien 1926 ja 1940 välisenä aikana, pääasiallisesti Tutkimuslaitoksen Punkaharjun, Lapinjärven ja Ruotsinkylän (Tuusulassa) kokeilualueissa sekä Hämeenlinnan kaupungin Tutkimuslaitoksen käytettäväksi tätä tarkoitusta varten luovuttamalla osalla Padasjoen kunnassa olevan Turvan tilan maita. Koeistutukset ovat ohjeitteni mukaan perustaneet asianomaisten kokeilualueiden metsätyönjohtajat Emil Siira ja V. M. Vestala, osaksi metsätyönjohtaja Arvo Helkiö. Niiden tarkastukset on suorittanut pääasiallisesti viimeksimainittu ja metsätyönjohtajat Leino Ilmanen, V. M. Vestala ja Lauri Peltola sekä fil. maisteri Tellervo Hemmi.

Näille avustajilleni, joista metsätyönjohtajat Helkiö ja Ilmanen ovat jo maisen päivätyönsä päättäneet, olen suuressa kiitollisuuden velassa.

Helsingissä, helmikuulla 1941.

Olli Heikinheimo.

Aiemmin suoritetut tutkimukset.

Seuraavassa tehdään lyhyesti selkoa tärkeimpinä pidetyistä metsänistutusta koskevista aiemmista tutkimuksista ja havainnoista. Selostus, joka koskee pääasiallisesti mäntyä ja kuusta, on jaettu kahteen osaan; edellisessä käsitellään istutusmenetelmiä, jälkimmäisessä istutuksien suorittamiseen sopivinta vuodenaikaa.

Istutusmenetelmät.

Fischbach (1870) on jo 1850-luvulla kiinnittänyt huomiota niihin haittoihin, jotka aiheutuvat kuusen tainten istuttamisesta liian syvälle; tainten alimmat juuret kuolevat ja uuden pinnallisen juuriston syntyessä tainten maanpäällisten osien kasvu pysähtyy, »tuoreella ja märällä maalla tai kosteassa ja kylmässä ilmastossa» 3—5 vuodeksi, hyvin epäedullisissa oloissa pitemmäksikin ajaksi. Tämä juromiskausi saadaan lyhimmäksi, jos kuuselle käytetään kupuistutusta, jossa taimen juuret levitetään rikkomattomalle maan pinnalle ja peitetään istutuskohdan ulkopuolelta saatavalla maalla ja turpeella. Männyn tainten istuttaminen on Nobben (1875) mukaan epävarmempaa kuin kuusen sen vuoksi, että katkenneet juuret korvautuvat edellisellä vaivoin, jälkimmäisellä helposti. Reuss ja Moeller (1881) järjestivät koulitus- ja istutuskokeita 1- ja 3-vuotisilla kuusen taimilla, joiden pääjuurta lyhennettiin noin kolmanneksella, sivujuuria vain mikäli ne olivat poikkeuksellisen pitkät. Typistäminen toimitettiin tainten ollessa nipuissa saksia käyttäen. Tämän käsittelyn jälkeisenä ensimmäisenä kasvukautena taimista kuoli: 3-vuotisista ehytjuurisista 11—21 %, typistettyjuurisista 44—57 % ja 1-vuotisista ehytjuurisista 13 % ja typistettyjuurisista 27 %. Kokeen päättyessä 2½:n kasvukauden kuluttua eloon jääneet typistettyjuuriset taimet olivat ehytjuurisia rehevämmät ja niiden juuristot tuuheat. Tainten menestymistä vertailtiin seuraavalla tavalla käsitellyissä istutuskohdissa, joihin taimet istutettiin Buttlarin istutusrautaa käyttäen: a. maata ei muokattu, b. maa kuohkeutettiin 10 cm:n syvyydeltä ja c. samoin 25 cm:n syvyydeltä. Tapauksessa a. juu-

risto kehittyi hyvin epäsäännölliseksi, kokoonkiertyneeksi ja muhkuiseksi, tapauksessa b. se oli paras, hyvin kehittynyt ja yhteen kerrokseen suuntautunut. Tainten maanpäällisten osien kasvussa ja juuriston muodossa ei tästä huolimatta ollut havaittavissa eroja. Eräs koesarja koski istutussyvyyttä. Sen tulokset osoittivat, että istutuksen jälkeisenä kuivana kesänä syvään istutetuista taimista kuoli suhteellisesti pienempi määrä kuin matalaan istutetuista. Kolmantena kesänä näissä oli runsaasti pintamyötäisiä adventiivijuuria alkuperäisen juurenniskan yläpuolella. Metsikköjen perustamista koskevassa käsikirjassaan Reuss (1907) valaisee erittäin perusteellisesti niitä haittoja, jotka aiheutuvat liian syvälle istuttamisesta; niitä on mm. kuusen juuriston alttius lahoille.

Kysymys Pohjois-Saksan männikköalueiden sopivimmista metsittämismenetelmistä on ollut lähes sadan vuoden ajan Saksan metsämiesten keskuudessa jatkuvan pohdinnan aiheena. Tärkeäksi muodostui etenkin tarkoituksenmukaisimman istutusmenetelmän kehittäminen. von Dücker (1883) huomautti erityisesti niistä epäkohdista, jotka johtuvat männyn tainten istutuksesta paljain juurin istutuspuikkoa tai kiilalapiota käyttäen, etenkin rikkomattomalla maalla. Taimia kuolee paljon ja tainten ja nuorien puiden juuristo on vain poikkeustapauksissa jotakuinkin normaali. Koulittuja taimia istutettaessa tulos on vieläkin epäedullisempi. Juurten yhteenkasvamisen seuraukset tulevat esiin vasta taimikon varttuneemmalla iällä. Silloin monien puiden kasvu hidastuu, ja puista kuolee huomattava osa. Myös Spitzenberg (mm. 1908) on käsitellyt samaa kysymystä useaan otteeseen. Mäntyä istutettaessa hän suosittelee käytettäväksi juuriston typistämistä ja maan perusteellista kuohkeuttamista istutuskohdan ympäriltä. Möllerin (1900) kokeissa 1-vuotiset männyn taimet, joiden juuristo typistettiin tai asetettiin normaalista poikkeaviin asentoihin, muodostivat odottamattoman runsaasti uusia adventiivijuuria, edellisessä tapauksessa juurten katkaisukohtiin, jälkimmäisessä mm. entisen juurenniskan yläpuolelle. Kienitz (1919) taas tuli siihen tulokseen, että istutetut 1-vuotiset männyn taimet säilyivät muokkaamattomalla hakkausalalla paremmin kuin kyntövaoissa sekä että taimet olivat kolmen kasvukauden kuluttua molemmissa kasvualustoissa jotakuinkin samankokoiset. Nykyisin kysymyksessä olevilla Pohjois-Saksan nummilla käytetään, kuten tunnettua, yleisesti hyvin perusteellista maan muokkausta ja koulimattomia 1-vuotisia männyn taimia.

Läheinen edellä puheena olleelle männyn istutusmenetelmälle on ns. kanki-istutus, jota tämän vuosisadan alussa on yleisesti käytetty mm. Ruotsissa. Selviteltyään tästä menetelmästä saatuja tuloksia

Lindberg (1920) kehoittaa luopumaan sen käyttämisestä siitä syystä, että männyn tainten juuristot ovat kehittyneet aivan poikkeuksellisiksi, myöskin siinä tapauksessa, että istutusaukossa on käytetty täytemaata. Tulos paranee hänen käsityksensä mukaan, jos käytetään entistä vahvempaa, n. 7 cm:n läpimittaista ja mahdollisimman tylppäpäistä istutuskankea. Hänen kirjoituksensa antoi Ruotsin metsäkoelaitokselle aiheen ryhtyä selvittelemään tätä istutusmenetelmää yksityiskohtaisemmin (Wibeck 1923). Aineisto käsitti 1 245 juurineen maasta kaivettua 8—15-vuotista männyn tainta, yhteensä 34:ltä eri istutusalalta. Juuristo oli taimilla: normaali 38 %:lla, vähemmän epämuodostunut 40 %:lla ja enemmän epämuodostunut 22 %:lla. Kuta vanhempia taimia istutuksiin oli käytetty, sitä pienempi oli normaalien tainten osuus. Se oli 1-vuotisina istutetuilla taimilla 42 %, 2-vuotisina istutetuilla 37 % ja 3-vuotisina istutetuilla 22 %. Turvemaalla juuristo on kehittynyt säännöllisemmin kuin kivennäismaalla. Juuriston poikkeuksellinen muoto ei ole tässä ikävaiheessa hidastanut tainten rungon kehitystä. Päinvastoin ne taimet, joiden juuriston muoto on poikkeuksellisin, ovat pisimmät ja niiden tyven läpimitta suurin. Eräät tuloksista antavat kuitenkin tukea sille käsitykselle, että n. 15:n vuoden ikä on taimistoissa se vaihe, josta lähtien epänormaalin juuriston vaikutus alkaa ilmetä; nuorista puista, joiden juuret ovat kasvaneet yhteen ja muodostaneet pahkuroita, alkaa kuolla yhä suurempi osa, samalla kuin eloonjääneetkin alkavat kitua. Jos juuristoa typistetään ennen istutusta, on lyhennettävä vain sivujuuria, ei pääjuurta. Näin perusteellinen yksityisten tainten käsittely ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollinen.

Liese (1926) pitää myös männyn tainten juuriston typistämistä ennen sen istuttamista aina välttämättömänä. Zederbauer (1920) taas pitää sitä seikkaa, että istutetun männyn juuristo on usein yksipuolisesti kehittynyt, suurena epäkohtana, sillä tällainen juuristo ei myöhemminkään muodostu tasasuhtaiseksi.

Cheyney (1927) kokeili *Pinus strobus*-, *Thuja occidentalis*- ja *Picea pungens*-taimilla. Osa kunkin lajin taimista istutettiin siten, että juuret saivat mahdollisimman luonnollisen asennon, osa siten, että juuret kierrettiin kasaan. 4 vuoden kuluttua tehdyssä tarkastuksessa tainten ulkoasussa ei ollut eroa. Kahden ensiksimainitun puulajin kunnollisesti istutetut taimet olivat keskimäärin jonkin verran pitemmät kuin ne taimet, joiden juuristo oli kasassa, viimeksimainitun puulajin päinvastoin. Růžička (1928) selvitteli maannousemalahon esiintymistä kylvetyissä ja istutetuissa kuusikoissa suorittaen tutkimuksia 109,000 kannossa, joista 26,000 kuului

kylvetyille ja 83,000 istutetuille puille. Lahoisuutta esiintyi edellisissä 12 %:ssa, jälkimmäisissä 7 %:ssa. Suhde oli siis päinvastainen kuin yleensä oletetaan. M a g y a r (1929) huomauttaa, että juuriston kehitys istutuksen jälkeen riippuu ensi kädessä maalajista ja toiseksi puulajista. Kuohkeassa maassa kaikkien puulajien juuristo on syvä, kovassa maassa pinnallinen. Päinvastaiseen tulokseen kuin Růžička tuli V a n s e l o w (1937) suorittaessaan v. 1935 tarkastuksia Badenin metsäkoelaitoksen kuusikoeviljelysaloilla, joista ensimmäiset on perustettu jo v. 1874. Kylvettyjen kuusikoiden harvennuspuissa oli tyvilahoa 3—5 %:ssa, koulimattomilla taimilla istutetuissa 6—9 %:ssa ja koulituilla taimilla istutetuissa 15—16 %:ssa. Kahdessa viimeksimainitussa tapauksessa vastaavat luvut kuutiomääristä olivat 1.2—2.0 % ja 3.5—4.0 %. Juuristo oli näillä eri tavoin syntyneillä puilla suurin piirtein samanlainen, yleensä hyvin kehittynyt. Suhteellisesti pisin jurominen (»Brüten») on kookkailla taimilla. Tästä syystä ja lahoisuuden vuoksi on yleensä koetettava tulla toimeen koulimattomilla taimilla. Tämä koskee myös lehtikuusta, jonka taimi juroo samaan tapaan kuin kuusen taimi. R o z e (1938) käytti kokeissaan 4-vuotisia koulittuja kuusen taimia ja 2-vuotisia koulimattomia männyn taimia, joista perustettiin koesarjoja käyttäen: a. istutusmenetelmää, jossa juuret levitettiin avoimen kuopan pohjalle verraten pintamyötäisesti, b. puristusistutusta, c. puikkoistutusta ja täytemaata sekä d. puristusistutusta, jossa juuret kierrettiin mutkalle. Ensimmäinen tarkastus suoritettiin vuoden kuluttua istutuksesta, toinen 5:n tai 3:n vuoden perästä. Tänä aikana kaikkien koeruutujen taimet olivat varttuneet jotakuinkin samalla tavalla. Menetelmien b. ja d. epäedullisuus ilmenikin vain pääasiallisesti juuristojen yleisenä yhteenkasvamisena ja lahovikojen esiintymisenä niissä. Norjan metsäkoelaitoksen metsänviljelykokeista M o r k (1939) on tehnyt selkoa. Eri istutusmenetelmistä on niissä kuuselle osoittautunut edullisemmaksi ns. laakaistutus, istutus, jossa taimen juuret levitetään matalaan tasapohjaiseen istutuskuoppaan pintamyötäisesti. Siinä tainten kuolleisuus on pienin ja niiden kasvu useimmissa tapauksissa nopein. Täytemaan käyttö on alentanut kuolleisuutta. Liian syvään istuttaminen aiheuttaa alimpien juurten kuolemista ja lahon muodostumista niihin. Kuohkealla maalla antavat kaikki istutusmenetelmät (istutus avoimen kuopan reunaan, kanki-istutus, kupuistutus, palleistutus ja laakaistutus) jotakuinkin yhtä hyvän tuloksen. Juuriston typistäminen ei vaikuta tainten kuolleisuuteen eikä kasvuun. Laakaistutusta suositellaan senkin vuoksi, että se on osoittautunut verraten huokeaksi istutusmenetelmäksi; siinä työkustannukset ovat olleet keskimäärin 1.50 äyriä

2/2-vuotista kuusen tainta kohden, kupuistutuksessa taas 2.14 äyriä.

Niissä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta suoritetuissa kokeissa, jotka koskevat puun tainten kasvattamista taimitarhoissa (Heikinheimo 1940) on selvitelty myös koulittavien tainten juurten typistämistä ja ns. puikko- ja lautakoulituksen vaikutusta tainten kuolleisuuteen ja kehitykseen, siis kysymyksiä, jotka ovat hyvin läheisiä eräille metsänistutusmenetelmille. Puikkokoulitus vastaa lähinnä puikko- ja kanki-istutusta, lautakoulitus istutusta avoimen kuopan pystysuoraa reunaa vastaan. Näissä kokeissa on käynyt selville, että kuusen tainten kuolleisuus on typistetyin (juuria lyhennetty n. $^1/_3$:lla) ja ehyin juurin koulittaessa ollut jotakuinkin sama, mutta että edelliset ovat kasvaneet jonkin verran hitaammin kuin jälkimmäiset, joiden keskihyvyyskin on ollut parempi. Edellisten juuristo on ollut lyhempi mutta samalla tuuheampi. Tässä suhteessa tulos on samanlainen kuin Tanskassa Helmsin ja Weggen (1916) suorittamissa vastaavanlaisissa kokeissa. Edellämainitussa Heikinheimon teoksessa tehdään selkoa eräistä muistakin juuriston typistämistä koskevista selvittelyistä (siv. 9—). Puikkokoulitus taas on Tutkimuslaitoksen kokeissa osoittautunut joka suhteessa lautakoulitusta epäedullisemmaksi; kuolleisuus on sen jälkeen ollut suurempi sekä tainten koko pienempi ja laatu huonompi. Nämäkin tulokset ovat samansuuntaisia Tanskassa aiemmin tehtyjen toteamusten kanssa (Wegge 1911, 1914).

Istutuksien suorittamiseen sopiva vuodenaika.

On epäilemättä paikallaan, että kysymys sopivasta metsänistutusajasta liitetään kysymykseen tainten juurten kasvun vaiheista eri vuodenaikoina. Yleensä olisi istutus toimitettava niin, että taimet juurtuvat ainakin jossakin määrin välittömästi istutuksen jälkeen. Tainten ja puiden juuria koskevia tutkimuksia ovat suorittaneet mm. Resa (1877), Wieler (1894), Büsgen (1901), Engler (1903), Hesselnik (1926, 1930), Stevens (1931) ja Roze (1937). Saaduista tuloksista, jotka osittain ovat ristiriitaiset, tehdään lyhyesti selkoa edellämainitussa puun tainten kasvattamista taimitarhassa koskevassa teoksessa (Heikinheimo 1940). Englerin tutkimusten loppupäätelmään sisältyy ohje, että Keski-Euroopassa on käytettävä havupuille yleensä kevätistutusta, lehtipuille syysistutusta. Vain siinä tapauksessa, että syksy on lämmin ja sateinen, voi syysistutus antaa havupuille tyydyttäviä tuloksia.

Kylvöä ja istutusta koskevassa käsikirjassaan Burckhardt (mm. 1893) sitävastoin sanoo, että paras istutusaika koivulle on aikainen kevät, ennen kuin silmut ovat huomattavammin turvonneet. Aikaisen lehdenpuhkeamisen vuoksi sekä soilla on sille kuitenkin usein käytettävä syysistutusta. Kevätistutuksen sopivaisuutta koivulle tukevat myös Wielerin havainnot tämän puulajin tainten juurten pääasiallisen pituuskasvun sattumisesta kevät- ja kesävaiheeseen. Cieslar (1892) tuli kokeissaan siihen tulokseen, että ainoa männylle ja kuuselle sopiva istutusaika on kevät. Suurin on kuolleisuus kuusella elokuussa istutetuilla taimilla, männyllä heinäkuussa istutetuilla. Näistä kuukausista kevääseen ja syksyyn siirryttäessä se verraten säännöllisesti alenee. Istutuskesänä kasvavat pituutta vain ennen syyskuun puoliväliä istutetut havupuun taimet. Lehtipuille syysistutus soveltuu paremmin kuin havupuille, kevätistutus on kuitenkin niillekin paras. Samantapaiseen päätelmään päätyi kokeittensa perusteella myös Bühler (1895). Keväällä ennen silmujen puhkeamista toimitettu istutus antoi eniten eloon jääviä, terveitä ja voimakkaita taimia sekä havu- että lehtipuille. Huonoin tulos saatiin istutuksista, jotka toimitettiin kesäkuun lopusta elokuun alkuun. Elokuussa, syyskuussa ja lokakuussa suoritetut istutukset antoivat vaihtelevia tuloksia. Mäntylajeille tämä vuodenaika oli kuitenkin aina epäedullisempi kuin kevät, sillä taimia kuoli paljon. Jos vertailu tehdään samoilla taimilla syksyllä ja seuraavana keväänä toimitettujen istutusten kesken, ei tainten kuolleisuudessa ole ollut sanottavaa eroa, kysymyksen ollessa kuusen, lehtikuusen, jalokuusen, saarnen, jalavan ja pyökin taimista. Tainten kasvu on kuitenkin jälkimmäisillä melkein poikkeuksetta suurempi. Männyllä on ero niin huomattava, että 3:n kasvukauden kuluttua syksyllä istutettujen tainten keskipituus oli tuskin puolta keväällä istutettujen tainten vastaavasta pituudesta. Männylle huomasi myös Hesselnik (1930) aikaisen kevätistutuksen edullisemmaksi. Erittäin mielenkiintoisia tätä kysymystä valaisevia kokeita on Bornebusch (1937) järjestänyt Tanskan metsäkoelaitoksella. Niissä käytettiin neljää istutusaikaa: elokuun 9.—10. päivää ja lokakuun 26. päivää 1934 sekä maaliskuun 25. päivää ja toukokuun 4. ja 9. päivää 1935. Viimeinen tarkastus toimitettiin joulukuussa 1936. Istutuspaikka oli taimitarhamaa, puulajit: douglaskuusi, kuusi, sitkankuusi, jalokuusi, *Abies grandis*, mänty, *Thuja plicata* ja *Chamaecyparis Lawsoniana*. Käytetyt taimet olivat koulittuja, useimmat 4-vuotisia. Mielenkiintoista on, että elokuussa istutetut taimet melkein poikkeuksetta kasvoivat molempana seuraavana kasvukautena nopeammin kuin muina vuodenaikoina istutetut. Lähinnä olivat maaliskuussa istutetut tai-

met. Vain douglaskuusen ja *Abies grandes*in taimia kuoli elokuun istutuksen jälkeen runsaammin kuin muita istutusaikoja käytettäessä; muille puulajeille elokuu oli yhtä varma istutusaika kuin mm. kevät. Kysymyksessä oleva nopeampi kasvu vastaa kahden kasvukauden kuluttua vähintään yhden vuoden pituuskasvua, *Chamaecyparis Lawsoniana*lle vieläkin enemmän. Tämä on selitettävissä siten, että heinä- ja elokuussa istutetuilla taimilla on vielä riittävästi aikaa muodostaa ennen talven tuloa erinomaisen voimakas juuristo, joka takaa niille runsaan kasvun seuraavana kasvukautena. Kuusen istutusajasta sanotaan erityisesti: jos heinäkuu on sateinen ja pilvinen, on se kuuselle sopiva istutusaika, päinvastaisessa tapauksessa on istutus lykättävä elokuuhun, jolloin yöt ovat pitemmät ja kosteat. Heinäkuussa istutetut taimet ehtivät juurtua täydellisesti. Selvimmin kesäistutuksen edut huomataan metsäistutuksissa, joissa nopeasti kehittyvät taimet selviytyvät parhaiten rikkaruohojen tuhoilta. Norjan metsäkoelaitoksen kokeissa (M o r k 1939) kuusen istuttaminen syksyllä on onnistunut yhtä hyvin kuin keväällä. Männylle sitävastoin ei edellinen istutusaika ole osoittautunut sopivaksi.

Tähän kysymykseen liittyvistä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen suorittamista kokeista on mainittava tainten ja puiden juurten kasvua sekä eri koulitusaikoja koskevat selvittelyt (H e i k i n h e i m o 1940). Kokeissa kävi selville, että kevät- ja kesäkoulituksen jälkeen kuusen, männyn ja lehtikuusen taimen juuristo laajenee suhteellisesti eniten 6—8 ensimmäisen viikon aikana, sillä silloin on uusien adventiivijuurien muodostuminen sekä ehyt- että typistettyjuurisilla taimilla nopeimmillaan. Suurin pituuskasvunsa juurilla on elokuussa, siis ajankohtana, jolloin tainten versojen pituuskasvu on päättynyt. Jos taimitarhamaa on hikevää, kesä sateinen tai taimimaan kastelu on mahdollinen, voi tähän aikaan, mieluimmin ennen elokuun alkua toimitettu kouliminen antaa hyviä tuloksia, etenkin kuuselle. Epävarmempi sen käyttö on männylle, jonka adventiivijuurten muodostuminen ja juurten pituuskasvu on heikompi.

Tutkimusmenetelmät.

Tutkimus perustuu yksinomaan kokeelliseen tutkimukseen, vartavasten toimeenpantuihin istutuskoesarjoihin, joiden eri jäsenet eroavat toisistaan kulloinkin selvitettävänä olevassa suhteessa. Mikäli tilaisuutta on ollut, kertautuu koesarja vähintään kahdesti. Mahdollisuudet tällaiseen kertautumiseen ovat sitä suuremmat, kuta pienempi luku jäseniä on koesarjassa ja kuta helpommin kokeissa

voidaan käyttää rivittäistä järjestelyä sarjan jäsenten kesken. Viimeksimainittuun on mahdollisuus kysymyksen ollessa mm. istutustyön tarkoituksenmukaisimmasta teknillisestä suorituksesta, ts. istutusmenetelmästä ahtaammassa mielessä, sopivimmasta istutusajasta ja tainten juuriston typistämisestä ennen istutusta. Rivimenetelmässä tarjoutuu myös tilaisuus saada koesarjan standartti kertautumaan poikkeuksetta sarjan jokaisen jäsenen välittömässä läheisyydessä. Jos lopulliset tulokset kokeesta saadaan vasta vuosikymmenien kuluttua, kuten tainten lajittelun merkitystä ja istutustiheyden vaikutusta koskevissa selvittelyissä, on rivittäin järjestettyjen koesarjojen käyttö tarkoituksetonta ja sijaan on otettava ala- l. ruutumenetelmä. Tällaista menetelmää on käytettävä myös kysymyksen ollessa aukealle ja viereisen suojusmetsän alle perustettujen istutusten vertailusta tai laiduntamisen vaikutuksesta istutusaloilla.

Tutkimustyön yhteydessä on tultu huomaamaan, että edellämainittua rivittäistä koejäsenten järjestelyä on käytetty liian rajoitetussa määrin, ruuduittaista päinvastoin liian yleisesti. Saman sarjan koekohdan eri osien kosteussuhteiden, kasvipeitteen ja suojusmetsän vaihdellessa etenkin laajemmissa koesarjoissa, tulosten luotettavuus on eräissä tapauksissa jonkin verran kärsinyt. Jos tulosten yleissuunta on osoittautunut epävarmaksi, on kysymyksessä oleva koesarja tai jokin sen jäsen jätetty käyttämättä.

Koesarjoja on kaikkiaan 264. Tulokset perustuvat joko koesarjan saman jäsenen kaikkien tainten tarkastukseen tai edustavaan määrälukuun taimia. Viimeksimainittu on tavallisesti 100. Jos koejäsenen taimiluku on 200, on tällaisessa tapauksessa tarkastettu joka toinen taimi, jos se on 500, joka viides jne. Jos tulostaulukoissa ei ole erityisesti mainittu aineiston suuruutta, tarkoittaa se 100:aan edustavaan taimeen perustuvaa tulosta.

Elävien tainten ja puiden hyvyysluokittelussa on käytetty joko 3- tai 5-asteista jaoittelua. Edellisessä luokat ovat seuraavat:

I. Normaalit taimet ja puut. Säännöllisesti kehittyneet, ilman ranganvaihdosta ja sanottavaa pituuskasvun pysähdystä, halla- ym. vikoja.

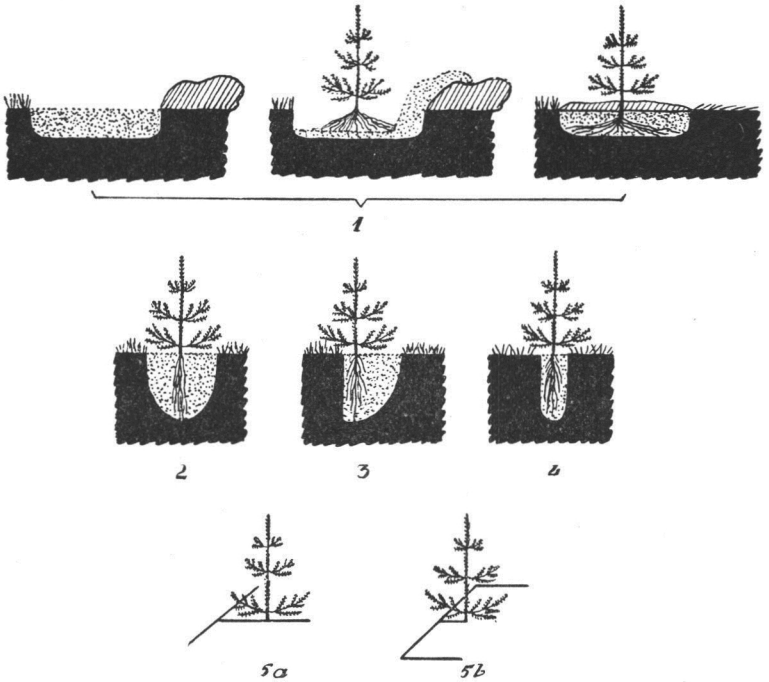
II. Hiukan epänormaalit taimet ja puut. Verraten hyvin korjautuneita, ranganvaihdos-, halla- ym. vikoja havaittavissa.

III. Runsaasti epänormaalit taimet ja puut. Edellämainittuja vikoja runsaasti havaittavissa, usein enemmän tai vähemmän kituvia.

5-asteikon luokkanimitykset ovat I. hyvä, II. hyvänpuoleinen, III. keskinkertainen, IV. kituvahko ja V. kituva.

Kokeissa käytetyt istutusmenetelmät kuuluvat kahteen ryhmään sen mukaan, muutetaanko taimen juuriston asentoa huomattavasti

siitä, mikä sillä on ollut taimitarhassa vai ei. Menetelmät ovat (kuva 1):



Kuva 1. Kokeissa käytetyt yleisimmät istutusmenetelmät. 1 = laakaistutus, 2 = istutus kuopan keskelle, 3 = istutus kuopan laitaan, 4 = kanki-istutus, 5 = palleistutus. Piirt. A. Liuksiala.

Abb. 1. Die bei den Versuchen angewandten allgemeinsten Pflanzmethoden. 1 = Flachpflanzung, 2 = Pflanzung in die Mitte der Grube, 3 = gegen die Wand der Grube, 4 = Stangenpflanzung, 5 = unter Torf.

I. Juuristo jotakuinkin samassa asennossa kuin taimitarhassa.

Kiilaistutus. Istutusrako, joka on tehty joko salaojalapiolla tai kuokalla, umpeutetaan sivulta puristamalla.

Kanki-istutus. Istutuskangen läpimitta n. 7 cm, täytemaa joko samaa kuin istutusalueen tai suomutaa.

Istutus avoimen kuopan pystysuoraa laitaa vastaan.

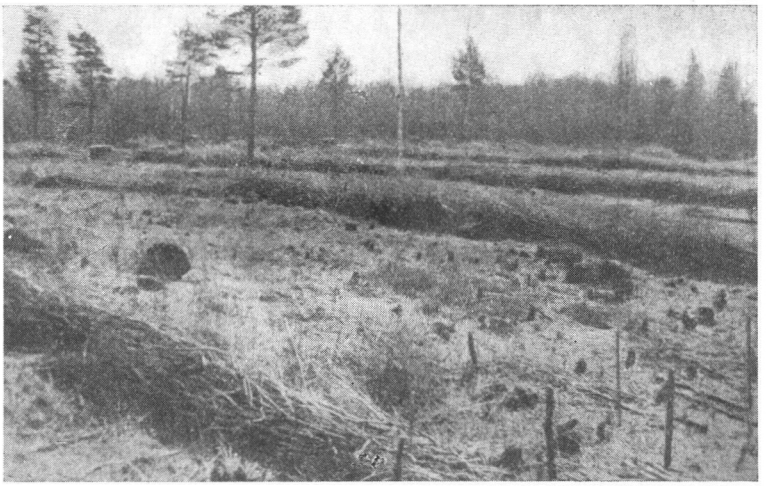
Istutus avoimen tai täytetyn kuopan keskelle.

II. Juuristo saa istutettaessa pintamyötäisen asennon.

Palleistutus. Palle tehty kirveskuokalla, istutus suorakulmaisen palteen keskikohdalle niin, että runko tulee n. 5 cm syvään loveen (kuva 5 b).

Laakaistutus. Kasvipeite ja karikkeet poistetaan, turve ja mahdollinen multa kuoritaan niin laajalta neliön muotoiselta alalta, että taimen juuristo sopii siihen joka puolelle pintamyötäisesti levitettynä, möyhennetään ja kasataan istutuskuopan reunalle. Kivennäismaa kuohkeutetaan n. 6 cm:n syvyydeltä sekä vedetään kuopan reunalle n. 5 cm:n syvyydeltä. Juuristo peitetään verraten höllästi ja päällimmäiseksi levitetään karikkeet. — Tätä menetelmää käytetään etenkin Norjassa (Mork 1939).

Jos koesarjoihin on kuulunut aukeaksi hakattuja ja suojusmetsää kasvavia istutusaloja, on huomattava, että edellisten hakkuu on tapahtunut välittömästi ennen istutusta (kuva. 2) sekä ettei näille



Kuva 2. Aukeaksi hakattua istutusalaa Turvan tilalla. Järeämpi puu on hakattu haloiksi, oksat on kasattu koeruutujen väliin. Valok. Arvo Helkiö.

Abb. 2. Kahlgeschlagene Pflanzungsfläche auf dem Gut Turva. Das gröbere Holz ist zu Brennholz benutzt, die Zweige sind zwischen den Versuchsbeeten aufgehäuft.

aloille kokeiden kestäessä syntynyttä vesakkoa ja taimikkoa ole poistettu eikä harvennettu. Täten on tahdottu saada tulokset vastaamaan niitä olosuhteita, joissa taimet tavallisimmin saavat kasvaa. Tästä on kuitenkin johtunut, että aukealle istutettujen tainten pituuskehitys ja hyvyysaste joitakin vuosia istutuksesta eivät ole niin hyvät kuin jatkuvasti metsittymättä pysyneellä istutusalalla.

Tutkimuskohdat.

Seuraavassa tehdään lyhyesti selkoa tärkemmistä tutkimuskohdista, joihin edempänä selostettavat tutkimustulokset perustuvat. Mikäli olosuhteet tutkimuskohdassa voidaan katsoa normaaleiksi, mm. pintakasvillisuus ja maan kosteussuhteet kysymyksessä olevaa

metsätyyppiä ja metsikön tiheysastetta edustaviksi, ei niistä erityisesti mainita. Useissa tapauksissa olosuhteiden poikkeuksellisuudesta mainitaan vasta edempänä sen erikoiskysymyksen selvittelyn yhteydessä, jota ne valaisevat.

Tutkimuskohta 1. Punkaharjun kokeilualue (ka.), karttakuviot (kk.) 56 e, m, 57 a, 58 a, d, 60 b, 61. Maasto vähän kumpuinen, maa kivinen. 20. V. —9. VI. 1926 istutettu 2/0-vuot. kuusen taimilla 1.25 × 1.50 m:n välein, istutus avoimeen kuoppaan. Siemenen kotipaikka Elimäki. — Tutkimusalueella on seuraavat erikoiskohdat:

1 a. Metsänviljelysala (mva.) 80. OMT, pieni osa FT. Pinta-ala 2.03 ha. Entinen metsä 80-vuot. kuusi-mäntysekametsää, joka 1925 hakattu suojuspuuasentoon, osa oksista poltettu. Lehtipuiden vesaus 1929.

1 b. Mva. 81. OMT. Pinta-ala 0.77 ha. Entinen metsä kuten edellisessä, hakattu paljaaksi 1925, oksat poltettu. Vesaus 1929.

1 c. Mva. 82. OMT, osa OMaT ja FT. Pinta-ala 0.57 ha. Entinen metsä 70-vuot. koivikkoa, joka hakattu suojuspuuasentoon 1925, osa oksista poltettu. Vesaus 1929.

Tutkimuskohta 2. Punkaharjun ka., kestokoeala 11. Maasto tasainen, kivinen, entinen kaskipelto. OMT. 15—25. V. 1928 istutettu 2/2-vuot. kuusen taimilla 1.6 × 1.6 m:n välein, istutus avoimeen kuoppaan. Siementen kotipaikka Elimäki. — Tutkimusalueella on seuraavat erikoiskohdat:

2 a. Mva. 91, taimistolomake (tl.) 234. Pinta-ala 2.05 ha. Istutus toimitettu 28-vuot., luonnontilaisen hiukan koivunsekaisen harmaalepikön alle. Kuutiomäärä (kuorineen) 1924 109 m³, kasvu 7.8 m³; 1929 136 m³, kasvu 8.3 m³, poisto ensiksimainitusta kuutiosta 6 m³; 1936 174 m³, kasvu 5.3 m³, poisto 51 m³ (pääasiallisesti koivua).

2 b. Mva. 92, tl. 235. Pinta-ala 2.00 ha. Istutus toimitettu 28-vuot., lievästi harvennetun harmaalepikön alle. Kuutiomäärä 1924 113 m³, kasvu 8.6 m³, harvennettu 15 m³; 1929 130 m³, kasvu 6.5 m³, harvennettu 9 m³; 1936 161 m³, kasvu 6.0 m³, harvennettu 34 m³.

2 c. Mva. 93, tl. 236. Pinta-ala 1.56 ha. Istutus toimitettu 28-vuot. voimakkaasti harvennetun harmaalepikön alle. Maa liian märkä, myöhemmin ojitettu. Kuutiomäärä 1924 125 m³, kasvu 9.2 m³, harvennettu 36 m³; 1929 120 m³, kasvu 6.6 m³, harvennettu 24 m³; 1936 140 m³, kasvu 5.9 m³, harvennettu 36 m³.

Tutkimuskohta 3. Punkaharjun ka., mva. 181. Pinta-ala 0.80 ha. Istutettu osa 0.65 ha, kylvetty 0.15 ha. OMT. Maasto tasainen, kivinen. Entinen metsä 30-vuot. tiheähköä harmaalepikköä, jossa siellä täällä joitakin laajalatvuksisia koivuja ja mäntyjä. Kylvö toimitettu 1. VI. 1931, istutus 6. VI. 1932. Käytetty erilaisia istutusmenetelmiä ja erilaisia taimia. — Tutkimusalalla on seuraavat erikoissarjat, joista jokainen käsittää 0.20 ha.

3 a. Suojusmetsä luonnontilainen.
3 b. Suojusmetsä harvennettu.
3 c. Suojusmetsä poistettu.
3 d. Suojusmetsä poistettu.

Tutkimuskohta 4. Punkaharjun ka. Kansakoulun luona oleva koivikko. OMT. Maasto tasainen, maa kivinen. Metsä harmaalepän sekaista n. 40-vuot.

koivikkoa, jota harvennettu useaan kertaan, 1940 tiheähköön suojuspuuasentoon. Istutettu erilaisia istutusmenetelmiä käyttäen kesäkuun alussa 1940 2/2-vuot. kuusen taimilla. Rivittäinen koejärjestely.

Tutkimuskohta 5. Veikkolan ka. (Valkjärven pitäjä), mva. 27, tl. 8—13 ja 60—65. MT. Maasto jotakuinkin tasaista, maa kivetöntä hiekkamaata. Entinen metsä 120—150-vuot. männikköä, joka 1926 hakattu harvaan siemenpuuasentoon. Pinta-ala 0.99 ha. Istutettu eri istutusmenetelmiä ja istutusaikoja käyttäen syksyllä 1931 ja keväällä 1932 2/0-vuot. männyn taimilla.

Tutkimuskohta 6. Lapinjärven ka. Mva. 5 ja 6. OMT. Maasto jotakuinkin tasainen, maa kohtalaisen kivinen. Istutettu 14. V. 1937 2/2-vuot. kuusen taimia 1.3 × 1.5 m:n etäisyyksin ja erilaisia istutusmenetelmiä käyttäen. Rivittäinen kokeilun järjestely. — Tutkimuskohdassa on kaksi erikoisosaa:

6 a. Suojusmetsä, luonnontilainen, n. 30-vuot. harmaalepikkö. Pinta-ala 0.14 ha.

6 b. Aukea, runsaasti heinittynyt ja ruohottunut entinen niitty. Pinta-ala 0.78 ha.

Tutkimuskohta 7. Padasjoen pitäjä, Hämeenlinnan kaupungin omistama Turvan tila, Hirtniemen koeistutusalue. Tl. 701—842. OMT, osin OMaT. Maasto hiukan epätasaista, maa kivistä. — Tutkimuskohdassa on seuraavat koealueet ja niiden koesarjat, joiden koeruudut ovat tavallisesti 4 aaria:

7 a. Entinen metsikkö, n. 25-vuot. koivunsekainen harmaalepikkö, hakattu kokonaisuudessaan välittömästi ennen istutusta. Hakkausjätteet kasattu pitkiin juotteihin. Istutettu kuusen taimilla toukokuussa 1933.

7 a. 1. Laiduntaminen. Tl. 701—706. 2 koeruutua istutettu 2/0-vuot. taimilla, samoin 2/2/1-vuot. ja 2/2/2-vuot. Siemen peräisin Tuusulasta. Kerrannaisruuduista toiset laidunnettu toiset ei.

7 a. 2. Taimien jälkihoito. Tl. 723—726. 2 koeruutua istutettu 2/1- ja 2/2/2-vuot. Tuusulan taimilla. Kaikki aitauksessa. Kerrannaisruuduista toisten taimet pidetään heinää leikkaamalla vapaina, toisten ei. — Koe epäonnistunut.

7 a. 3. Eri-ikäiset taimet. Tl. 711—713. Koeruutuihin käytetty 2/0-, 2/1- ja 2/2-vuot. Tuusulan taimia.

7 a. 4. Eri istutusetäisyydet. Tl. 715—718. Koeruuduissa 1 250 Tuusulan tainta hehtaaria kohden (istutusetäisyydet 2.7 × 2.8 m), 2 000 (2.25 × 2.25 m), 2 500 (2 × 2 m), 3 750 (1.65 × 1.65 m) ja 5 000 (1.3 × 1.5 m).

7 a. 5. Eri istutusmenetelmät. Tl. 719—722. 2/2-vuot. Tuusulan taimia istutettu avoimen kuopan keskelle ja laitaan sekä kiila- ja palleistutusta käyttäen.

7 a. 6. Eri istutusajat. Tl. 707—710. 2/1-vuot. Padasjoen taimia istutettu 1933 15. V., 15. VI., 15. VIII. ja 12. IX.

7 b. Keskinkertaisesti harvennettu harmaalepikkö, jossa joitakin koivuja. Koealueet ja sarjat samoja kuin vastaavat tutkimuskohdassa 7 a.

7 b. 1. Laiduntaminen. Tl. 727—732.

7 b. 2. Taimien jälkihoito. Koe epäonnistunut.

7 b. 3. Eri-ikäiset taimet. Tl. 737—739.

7 b. 4. Eri istutusetäisyydet. Tl. 740—744.

7 b. 5. Eri istutusmenetelmät. Tl. 745—748.

7 b. 6. Eri istutusajat. Tl. 733—736.

7 c. Luonnontilainen, hiukan koivun sekainen harmaalepikkö. Koealueet ja sarjat samoja kuin vastaavat tutkimuskohdassa 7 a.

7 c. 1. Laiduntaminen. Tl. 749—752.

7 c. 2. Taimien jälkihoito. Koe epäonnistunut.

7 c. 3. Eri-ikäiset taimet. Tl. 759—761.

7 c. 4. Eri istutusetäisyydet. Tl. 762—766.

7 c. 5. Eri istutusmenetelmät. Tl. 767—769.

7 c. 6. Eri istutusajat. Tl. 755—758.

7 d. Kanadalaisten kuusilajien istutus. Istutettu *Picea Engelmannii-*, *Picea canadensis-*, *Picea albertiana-* ja *Picea mariana*-taimilla toukokuun puolivälissä 1933. Kaikki taimet 2/2/2-vuot.

7 d. 1. Harmaalepikkö poistettu ennen istutusta. Tl. 771, 773, 775 ja 777.

7 d. 2. Istutus toimitettu luonnontilaiseen harmaalepikköön. Tl. 772, 774, 776 ja 778.

7 e. Istutus luonnontilaiseen koivunsekaiseenharmaalepikköön eri-ikäisiä kuusen taimia käyttäen. Taimet Padasjoelta ja Tuusulasta. Tl. 781—789.

7 e. 1. Juuret typistetty n. $^1/_3$ valtajuurten pituudesta.

7 e. 2. Juuret typistämättä.

7 f. Istutuksen jälkeen toimitettu suojusmetsän harvennus.

7 f. 1. Luonnontilainen harmaalepikkö. Istutettu keväällä 1932 2/1-vuot. Padasjoen kuusen taimia käyttäen. Ei laidunnettu. Tl. 801.

7 f. 2. Kuten edellinen, vahva alaharvennus syksyllä 1933. Tl. 802.

7 f. 3. Kuten 7 f. 1, vahva yläharvennus syksyllä 1933. Tl. 803.

7 f. 4. Luonnontilainen harmaalepikkö. Istutettu 2/0-vuot. Padasjoen kuusentaimilla keväällä 1931. Laidunnettu. Tl. 804.

7 f. 5. Kuten edellinen, vahva alaharvennus syksyllä 1933. Tl. 805.

7 f. 6. Kuten 7 f. 4. Vahva yläharvennus. Tl. 806.

7 g. Eri-ikäiset taimet. Istutettu 2/0-, 2/1- ja 2/2-vuot. Padasjoen taimilla 17. V. 1934. Ei laidunnettu.

7 g. 1. Aukea ala, josta harmaalepikkö hakattu välittömästi ennen istutusta. Tl. 807—809.

7 g. 2. Harvennettu harmaalepikkö. Tl. 816—818.

7 g. 3. Luonnontilainen harmaalepikkö. Tl. 825—827.

7 h. Eri istutusmenetelmät. Istutettu 2/2-vuot. Padasjoen taimilla 17. V. 1934 eri istutusmenetelmiä käyttäen. Muuten kuten 7 g.

7 h. 1. Aukea ala, josta harmaalepikkö on hakattu välittömästi ennen istutusta. Tl. 810—812.

7 h. 2. Harvennettu harmaalepikkö. Tl. 819—821.

7 h. 3. Luonnontilainen harmaalepikkö. Tl. 828—830.

7 i. Eri istutusajat. Istutettu 2/2-vuot. Padasjoen taimilla 1934 eri istutusaikoja käyttäen.

7 i. 1. Aukea ala, josta harmaalepikkö on hakattu välittömästi ennen istutusta. Tl. 813—815.

7 i. 2. Harvennettu harmaalepikkö. Tl. 822—824.

7 i. 3. Luonnontilainen harmaalepikkö. Tl. 831—833.

Tutkimuskohta 8. Ruotsinkylän ka. Tl. 311—340. Istutettu lokakuun puolivälissä 1931 ja toukokuun puolivälissä 1932 aukeaksi hakatuille aloille 2/2-vuot. Urjalan kuusen taimia erilaisille kasvupaikoille erilaisia istutusmenetelmiä käyttäen.

8 a. Istutus keväällä, n. 15. V. 1932.

8 a. 1. MT:n hiekkakangas (oikeastaan VT—MT), tasainen, melkein kivetön. Käytetty istutusta täytetyn kuopan keskelle, avoimen kuopan laitaan ja palleistutusta. Koeruudut 1—2 a, istutusvälit 1.3 × 1.5 m.

8 a. 2. Korpiräme. Kuten edellinen.

8 a. 3. Lehtokorpi. Kuten 8 a. 1.

8 a. 4. OMT:n savimaa, pinnalla turvetta 10—20 cm. Kuten 8 a. 1, paitsi että istutus täytetyn kuopan keskelle puuttuu.

8 b. 1—4. Istutus syksyllä, n. 18. X. 1931.

Tutkimuskohta 9. Ruotsinkylän ka. Tl. 341—346. MT. Hakattu paljaaksi. Vähäkivinen. Istutettu syksyllä (17. X.) 1931 ja keväällä (18. V.) 1932 1/2-vuot. *Larix sibirica*-taimia 2 × 2 m:n välein eri istutusmenetelmiä käyttäen. Koeruudut 12 aaria.

Tutkimuskohta 10. Ruotsinkylän ka. Mva. 278. Tl. 367—374. OMT. Tasainen kangas, hiesumaa. Pinta-ala 0.40 ha, koeruudut 5 aaria. Alkuperäinen metsä 16-vuot. koivikkoa. Istutettu 3. V. 1933. Istutusvälit 1.3 × 1.5 m. Käytetty 2/0-, 3/0-, 2/1- ja 2/2-vuot. kuusen taimia.

10 a. Aukea ala. Eri-ikäiset taimet. Hakattu aukeaksi välittömästi ennen istutusta.

10 b. Harvennettu koivikko. Kuten edellinen.

Tutkimuskohta 11. Ruotsinkylän ka. Mva. 279. Tl. 375—377. MT. Tasainen kangas, hietamaa. Pinta-ala 0.15 ha, koeruudut 5 aaria. Istutettu 2. VI. 1933, istutusvälit 1.3 × 1.5 m. Käytetty kolmeen laatuluokkaan, rehevät, keskinkertaiset ja heikot, lajiteltuja 2/2-vuot. kuusen taimia.

Tutkimuskohta 12. Ruotsinkylän ka. Mva. 277. MT, tasainen hietakangas, hiukan soistuva paikoitellen. Metsä 17-vuot. tiheää koivikkoa.

12 a. Eri-ikäiset taimet. Istutettu 31. V. 1933 2/0-, 3/0-, 2/1- ja 2/2-vuot. Tuusulan kuusen taimia 1.3 × 1.5 m:n etäisyyksin. Pinta-ala 0.40 ha, koeruudut 5 aaria.

12 a. 1. Aukea ala. Tl. 347—350.

12 a. 2. Harvennettu koivikko. Tl. 357—360.

12 b. Eri istutusajat. Istutettu 31. V., 15. V., 15. VI., 15. VII., 15. VIII., 15. IX. ja 15. X. 1933 samoilla Tuusulan kuusen taimilla, joista ennen heinäkuuta istutetut ovat 2/2-vuot., muut 2/3-vuot.

12 b. 1. Aukea ala. Tl. 351—356.

12 b. 2. Harvennettu koivikko. Tl. 361—366.

Istutustyön teknillinen suoritus.

Edellä on tehty selkoa niistä tavoista, joita taimia maahan asetettaessa on kokeissa käytetty, erilaisista istutusmenetelmistä ah-

taammassa mielessä. Tarkoitus on ollut saada selvitetyksi tainten kuolemisen, kasvun, juromisen, juuriston kehityksen ja terveyden sekä tainten rungon tyven muodon riippuvaisuus istutusmenetelmistä. Huomiota on kiinnitetty myös eri istutusmenetelmien sopivaisuuteen erilaisille kasvupaikoille. Tulokset näitä koskevista kokeista käsitellään seuraavassa puulajeittain.

Kuusi.

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 4. Kokeessa on käytetty seuraavia istutusmenetelmiä: laakaistutus, istutus avoimen kuopan laitaan ja kiilaistutus. Yhden kasvukauden kuluttua eli lokakuun alussa 1941 tulos, joka perustuu 335 taimen tutkimiseen kustakin koejäsenestä, oli seuraava:

N:o 1.

Istutusmenetelmä *Pflanzmethode*	Taimista on % *Von den Pflanzen sind %* hyviä *gut*	keskink. *mittelm.*	huonoja *schlecht*	kuolleita *abgestorben*
Laakaistutus — *Flachpflanzung* ..	24.5	47.5	15.2	12.8
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	22.5	45.2	18.6	13.7
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	18.6	40.7	21.5	19.2

Laakaistutuksen edullisuus ilmenee myös siten, että näin istutettujen tainten väri on paras.

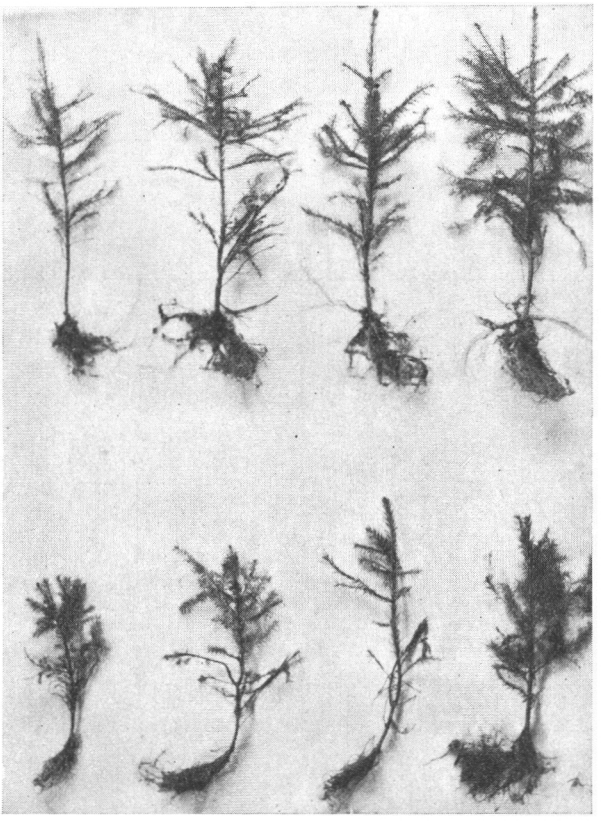
Lapinjärven ka., tutkimuskohta 6. Syksyllä 1937 ja 1939 eli 1 ja 3 kasvukauden kuluttua viimeisen vuosikasvaimen keskipituudet senttimetreinä ovat asetelmassa 2, jossa luvut 1 ja 3 tarkoittavat, kuten edempänäkin olevissa asetelmissa ja taulukoissa, kasvukausien lukua istutuksesta lukien.

N:o 2.

	Aukea *Kahl*		Suojusmetsä *Unter Schirm*	
	1	3	1	3
Laakaistutus, höllään — *Flachpflanzung, locker*	3.0	8.0	2.4	6.1
Laakaistutus, tiukkaan — *Flachpflanzung, dicht*	3.0	8.6	2.0	6.1
Istutus kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	2.6	7.6	2.9	6.9
Palleistutus — *Unter Torf*	3.0	6.9	1.6	4.9

Luvut osoittavat, että hitaimmin ovat toipuneet ne taimet, jotka on istutettu turvepalteen alle. Kolmannen kasvukauden pituuskasvu on laakaistutusta käyttäen istutetuilla taimilla verraten hyvä, etenkin aukealla. Hyvin ovat toipuneet myös kuopan reunaa vasten istutetut taimet.

Tämän kokeen yhteydessä on koetettu perusteellisesti selvitellä edellämainittuja menetelmiä käyttäen istutettujen tainten juuristojen rakennetta. Kuvasta 3 näkyy palleistutustainten juuriston toispuoli-



Kuva 3. Avoimen kuopan laitaan (ylempi rivi) ja palleistutusta käyttäen (alempi rivi) 2/2-vuot. istutettuja kuusen taimia, jotka ovat kasvaneet istutuskohdassa 3 kasvukautta. Valok. Arvo Helkiö.

Abb. 3. 2/2-jährig gegen die Wand der Grube (obere Reihe) und unter Torf (untere Reihe) gepflanzte Fichten, die 3 Vegetationsperioden an der Pflanzstelle gewachsen sind.

suus, joka tällaisille taimille on ominainen. Jos tainten juuret pätkitään osiin, joista ensimmäisen ryhmän muodostavat korkeintaan 1 mm:n läpimittaiset juurenosat, toisen 1—2 mm:n ja kolmannen 2 + mm:n, on tultu siihen tulokseen, että taimilla, jotka on istutettu höllää laakaistutusta käyttäen, on ohuita juuria keskimäärin 49 %, keskinkertaisen vahvoja 17 % ja sitä vahvempia 34 % juurten koko kuivapainosta. Muilla taimilla vastaavat luvut ovat 40—42, 19—21 ja 38—40 %. Näyttää siis siltä, että edellämainittu istutusmenetelmä edistäisi adventiivijuurten muodostumista.

Turvan tilan tutkimuskohdan 7 h tulosten yhdistelmä on taulukossa 3. Se koskee tarkastustuloksia syksyllä 1934 ja 1938 eli 1 ja 5 kasvukautta istutuksesta lukien.

Taulukko 3. Tuloksia erilaisista istutusmenetelmistä. 1 ja 5 vuotta istutuksesta lukien.

Tabelle 3. Ergebnisse verschiedener Pflanzmethoden 1 und 5 Jahre nach der Pflanzung.

Istutusmenetelmä *Pflanzmethode*	Kuolleet, *Abgestorben*, %		Keskihyvyys *Mittl. Güte*		Keskipituus, *Mittl. Höhe*, cm		Viimeinen kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, cm	
	1	5	1	5	1	5	1	5
	Aukea — *Kahl*							
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	2	2	3.80	2.47	29.2	83.5	3.2	17.0
Palleistutus — *Unter Torf*	2	11	4.00	3.10	21.3	60.9	6.2	11.0
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	2	5	3.90	2.94	26.2	72.1	4.5	12.9
	Harvennettu lepikkö — *Durchforst. Grauerlenbestand*							
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	0	0	2.56	2.55	31.6	87.2	7.1	14.0
Palleistutus — *Unter Torf*	0	12	2.60	3.15	28.7	69.9	6.5	10.5
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	0	2	2.96	3.05	27.7	62.1	6.2	7.6
	Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand*							
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	0	0	2.66	2.36	33.5	73.0	8.5	11.6
Palleistutus — *Unter Torf*	4	27	3.35	3.67	25.9	44.8	5.4	5.0
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	6	36	3.34	3.73	20.2	36.3	4.7	3.8

Tämäkin koesarja osoittaa palle- ja kiilaistutuksen huonommuutta kuoppaistutukseen verrattuna.

Suuremman aineiston saamiseksi on seuraavaan yhdistelmään otettu vuotta 1938 koskevat keskiarvot koesarjoista 7 a. 5, 7 b. 5, 7 c. 5 ja 7 h, siis aukealla sekä harvennetussa ja harventamattomassa metsässä kasvaneista 10 ja 9 vuoden vanhoista kuusen taimista. Avoimen

N:o 4.

Istutusmenetelmä *Pflanzmethode*	Kuolleet, *Abgestorben*, %	Keskihyvyys *Mittl. Güte*	Keskipituus, *Mittl. Höhe*, cm	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, cm
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	3.0	2.42	81.3	13.0
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	10.3	2.44	±72.0	11.4
Palleistutus — *Unter Torf*	12.6	2.82	69.6	10.0
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	14.3	2.89	63.2	8.8

kuopan laitaan tehdystä istutuksesta saatu tulos ei ole täysin verrattavissa muihin, sillä se edustaa vain kolmea tulossarjaa, toiset taas kuutta. Tämän sarjan tainten keskipituutta tarkoittava luku onkin käsitettävä likiarvoksi.

Tämän mukaan epäedullisin tulos on saatu kiilaistutuksesta, jonkin verran sitä parempi on palleistutus, sitä parempi istutus avoimen kuopan reunaan ja paras istutus kuopan keskelle.

Joskin edellä oleva edustanee eri istutusmenetelmien keskinäistä yleistä suhdetta, osoittaa eri kokeista saatujen tulosten hajaantuminen ja osittainen ristiriitaisuuskin, että eräät toiset tulokseen vaikuttavat seikat, kuten kasvipeitteen ja suojusmetsän vaihtelu, voivat useissa tapauksissa olla ratkaisevampia ja »peittää» istutusmenetelmän vaikutuksen.

Taulukko 5. Eri istutusmenetelmät erilaisilla maalajeilla. — 1 = syksyllä 1932, 2 = keväällä 1933, 3 = syksyllä 1934 eli 1 ja 3 vuotta istutuksesta.

Tabelle 5. Verschiedene Pflanzmethoden auf verschiedenen Bodenarten. — 1 = im Herbst 1932, 2 = im Frühling 1933, 3 = im Herbst 1934 oder 1 und 3 Jahre nach der Pflanzung.

Istutusmenetelmä *Pflanzmethode*	Kuolleet, — *Abgestorben*, %					
	Kevätistutus *Pflanzung im Frühling*			Syysistutus *Pflanzung im Herbst*		
	1	2	3	1	2	3
Morenimaa — *Moränenboden:*						
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	1	2	4	4	4	4
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	1	2	6	5	5	14
Palleistutus — *Unter Torf*	12	17	41	41	41	56
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	4	6	12	17	17	34
Korpiräme — *Bruchartiges Reisermoor:*						
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	3	3	4	8	8	11
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	3	4	6	1	1	7
Palleistutus — *Unter Torf*	3	5	8	3	5	9
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	3	5	10	9	15	18
Lehtokorpi — *Hainartiges Bruchmoor:*						
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	5	9	17	3	9	16
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	1	1	3	7	12	14
Palleistutus — *Unter Torf*	0	5	16	4	9	11
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	2	4	16	2	5	14
Savimaa — *Lehmboden*						
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube* ..	3	3	36	30	36	38
Palleistutus — *Unter Torf*	1	1	7	29	30	37
Kiilaistutus — *Keilpflanzung*	1	1	30	21	24	33

Ruotsinkylän ka., tutkimuskohta 8. Vertailtavina ovat olleet istutus täytetyn kuopan keskelle, avoimen kuopan laitaan, palleistutus ja kiilaistutus. Kun halla on istutuksen jälkeisinä vuosina vioittanut taimia, ei tainten pituuskehitystä ja laatua ole istutuksen jälkeisinä vuosina lähemmin selvitetty. Taulukosta 5 näkyy tainten kuolleisuus.

Kangasmaalla on siis kuolleisuutta osoittava tulos samansuuntainen kuin edellä tälle maalajille saadut tulokset: palle- ja kiilaistutus ovat muita istutusmenetelmiä epäedullisemmat. Muilla maalajeilla ei säännönmukaista eroa ole huomattavissa. Erityisesti kiintyy huomio syysistutuksen heikkoon tulokseen savimaalla samoinkuin palle- ja kiilaistutuksen kangasmaalla. Jos tarkastaa taimikon keskipituutta, ei siinä syksyllä 1940 ole ollut huomattavissa oleellista eroa eri istutusmenetelmien kesken. Muut seikat, pääasiallisesti vesottuminen ja hallanvahingot, ovat estäneet sen esiintulon, mikäli sellaista täysin tasasuhtaisissa oloissa olisi ollut odotettavissa.

Myöskään juromisvaiheen päättymiseen ei eri istutusmenetelmien ole tässä kokeessa huomattu oleellisesti vaikuttavan; siihen ei vaikuta myöskään maalaji. Syksyllä 1939 tehdyt eri kasvukausien vuosikasvainten mittaukset, jotka perustuvat 30:een taimeen kussakin koeruudussa, osoittavat nimittäin, että jurominen on kaikissa koeruuduissa päättynyt keskimäärin 5.1 kasvukautta sitten eli syksyllä 1934, ts. varsinainen jurominen on kestänyt keskimäärin 2 kasvukautta.

Kustakin koeruudusta on irroitettu syksyllä 1940 50 tainta ja puuta juurineen maasta ja selvitelty niiden juuriston rakennetta ja terveyttä. Viimeksimainittu on suoritettu suurennuslasia apuna käyttäen. Huomiota on kiinnitetty myös taimen ja puun tyven suoruuteen. Juuriston syvyydeksi on otettu etäisyys maan pinnasta siihen, missä syvimmällä olevat juuret ovat. Tulokset ovat taulukossa 6.

Taulukosta näkyy, että käytettäessä istutusta kuopan keskelle, taimen ja pienen puun tyvi on suhteellisesti suorempi kuin muita istutusmenetelmiä käytettäessä. Epäedullisimpia tässä suhteessa ovat palle- ja kiilaistutus, joiden jäljeltä myös juuriston kiilamaisuus vielä 9 vuotta istutuksen jälkeen näyttää olevan jonkin verran yleisempi kuin taimilla, jotka on istutettu kuoppaan. Muussa suhteessa ei eri menetelmillä näytä olevan oleellista vaikutusta näin varttuneiden tainten juuriston muotoon. Sen sijaan viimeksimainitut istutusmenetelmät näyttävät edistävän juurten yhteenkasvamista ja lahoutumista.

Taulukko 6. Eri istutusmenetelmiä käyttäen eri maalajeille istutettujen 13 vuotta vanhojen kuusen tainten tyven muoto sekä juuriston rakenne ja terveys. — A = istutus kuopan keskelle, B = istutus kuopan laitaan, C = palleistutus, D = kiilaistutus.

Tabelle 6. Form des Wurzelhalses sowie Bau und Gesundheit der Wurzeln bei 13-jährigen, mit verschiedenen Pflanzmethoden behandelten Fichten. — A = Pflanzung in die Mitte der Grube, B = Pflanzung gegen die Wand der Grube, C = Pflanzung unter Torf, D = Keilpflanzung.

Istutusmenetelmä *Pflanzmethode*	Tyvi kaareva %:ssa, *Wurzelhals ist krumm, bei %*	Juuriston syvyys, cm *Tiefe des Wurzelsystems, cm*	Juuriston muoto, *Wurzelsystem*, %				Juuriston terveys, *Von den Wurzeln sind*, %			
			Kaksikerroksinen *zweischichtig*	Laakajuuristo *flach*	Toispuoleinen *einseitig*	Kiilajuuristo *keilförmig*	Terve *gesund*	Terve, yhteenkasvanut *gesund, zusammengewachsen*	Hiukan laho *etwas faul*	Runsaasti laho *sehr faul*
Moreenimaa — *Moränenboden:*										
A	20	14.2	24	22	36	42	95.6	2.2	2.2	—
B	33	15.2	44	28	42	30	91.3	—	8.7	—
C	70	10.2	20	28	44	28	74.0	2.0	14.0	10.0
D	54	16.0	20	10	24	66	84.8	15.2	—	—
Korpiräme — *Bruchartiges Reisermoor:*										
A	14	20.7	10	68	16	16	89.8	10.2	—	—
B	28	19.6	26	58	26	16	85.1	14.9	—	—
C	36	18.3	54	32	20	48	71.1	24.4	4.5	—
D	72	15.4	40	30	26	44	80.4	8.7	10.9	—
Lehtokorpi — *Hainartiges Bruchmoor:*										
A	18	22.9	46	58	4	38	100.0	—	—	—
B	37	24.8	38	42	48	10	91.3	8.7	—	—
C	58	22.3	48	28	22	50	90.0	5.0	5.0	—
D	47	19.8	70	14	14	72	76.8	2.3	20.9	—
Savimaa — *Lehmboden:*										
B	44	14.0	10	58	32	10	84.0	2.0	14.0	—
C	57	12.3	4	56	28	16	79.6	8.2	12.2	—
D	63	11.4	22	32	40	18	78.3	—	17.4	4.3

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 3 d. Tässä kokeessa on vertailtu seuraavia avoimeen kuoppaan istutettaessa kysymykseen tulevia menetelmiä: mahdollisimman nopea istutus ilman täytemaata, huolellinen istutus ilman täytemaata ja huolellinen istutus täytemaata käyttäen. Istutuskustannukset hehtaaria kohden, kun istutetut kuusen taimet olivat 2/1-vuotisia, olivat vastaavasti n. 185, 300 ja 320 mk. Lokakuussa 1933 eli 2 kasvukauden kuluttua tulos oli:

N:o 7.

Istutus *Pflanzung*	Taimista % *Von den Pflanzen sind %* hyviä *gut*	keskinkert. *mittelm.*	huonoja *schlecht*	kuolleita *abgestorben*	Tainten pituus, cm *Höhe der Pflanzen, cm* hyvät *gute*	keskinkert. *mittelm.*	huonot *schlechte*
Nopea — *Unsorgfältig*	22.5	66.7	5.4	5.4	31.9	25.3	25.2
Huolellinen — *Sorgfältig* ..	32.6	57.3	3.4	6.7	—	—	—
Erittäin huolellinen — *Sehr sorgfältig*	43.1	46.8	3.7	6.4	37.0	28.7	27.7

Tästä näkyy, että huolellisen istutusmenetelmän edut ilmentyvät tainten laadussa ja koossa. Viimeksimainittu on havaittavissa myös syksyllä 1934, jolloin nopeasti istutettujen tainten keskipainoksi tuoreina saatiin 25.2 ja erittäin huolellisesti istutettujen 43.0 g.

Tainten pituusero on huomattavissa vielä syksyllä 1939, kuten seuraavat luvut osoittavat: nopeasti istutettujen tainten keskipituus 139.2±4.7 cm, viimeisen kasvaimen keskipituus 27.9±1.9 cm ja erittäin huolellisesti istutettujen pituus 172.1±4.9 cm, viimeisen kasvaimen 35.9±1.7 cm.

Mänty.

Tätä puulajia on käytetty koeistutuksiin selviteltäessä eri istutusmenetelmien etuja vain Veikkolan kokeilualueessa, tutkimuskohta 5.

Taulukko 8. Tuloksia männyn ja siperial. lehtikuusen istutuksista e r istutusmenetelmiä käyttäen, 3 vuotta istutuksesta. — K = kevätistutus, S = syysistutus.

Tabelle 8. Ergebnisse der Pflanzung von Kiefer und sibir. Lärche mit verschiedenen Pflanzmethoden, 3 Jahre nach der Pflanzung. — F = Pflanzung im Frühling, H = Pflanzung im Herbst.

Istutusmenetelmä *Pflanzmethode*	Kuolleet, *Abgestorben*, % K *F*	S *H*	Keskihyvyys *Mittl. Güte* K *F*	S *H*	Keskipituus, *Mittl. Höhe, cm* K *F*	S *H*	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb, cm* K *F*	S *H*
Mänty — *Kiefer*								
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	(2) 3	(22) 26	2.53	3.33	26.6	24.4	7.4	6.4
Rakoon (kiilaistutus) — *Keilpflanzung*	(27) 28	(22) 45	3.00	3.80	20.8	21.3	4.6	4.0
Kanki-istutus — *Stangenpflanzung*	(18) 21	(18) 30	2.81	3.66	23.1	19.8	5.3	4.1
Siperial. lehtikuusi — *Sibir. Lärche*								
Kuopan keskelle — *In die Mitte der Grube*	(8) 28	(41) 66	2.36	2.85	72.8	47.0	27.9	15.0
Kuopan laitaan — *Gegen die Wand der Grube*	(17) 21	(50) 50	2.62	2.72	64.2	49.6	21.2	17.6
Palleistutus — *Unter Torf*	(20) 45	(82) 93	2.53	—	50.4	—	21.3	—

Istutusmenetelmät ovat: istutus täytetyn kuopan keskelle, istutus kuokalla tehtyyn rakoon ja kanki-istutus. Syksyllä 1934 eli 3 vuotta istutuksen jälkeen saadut tulokset ovat taulukossa 8. Suluissa olevat luvut tarkoittavat kuolleisuutta syksyllä 1932.

Kaikki tulokset viittaavat siihen, että keväällä toimitetuissa istutuksissa istutus täytetyn kuopan keskelle antaa paljon paremmat tulokset kuin toiset kokeessa käytetyt istutusmenetelmät. Syysistutus näyttää olevan männylle jo sinänsä siksi epäedullinen, että ero eri menetelmien kesken jää pienemmäksi.

Siperialainen lehtikuusi.

Tätä puulajia on kokeissa käytetty Ruotsinkylän kokeilualueen tutkimuskohdassa 9. Istutusmenetelmät ovat: istutus täytetyn kuopan keskelle, avoimen kuopan laitaan ja palleistutus. Yhdistelmä syksyn 1934 tuloksista on taulukossa 8. Suluissa olevat luvut tarkoittavat kuolleisuutta syksyllä 1933.

Palleistutus on lehtikuusellekin osoittautunut kangasmaalla epäedullisemmaksi kuin kuoppaistutus. Syysistutus on tälle puulajille antanut huonoja tuloksia.

Edellä olevan perusteella päädytään seuraaviin yleistuloksiin:

Tainten hengissä säilymisen, kasvun ja laadun kannalta selviteltävinä olleet istutusmenetelmät järjestyvät edullisuutensa suhteen seuraavasti: laakaistutus, istutus täytetyn kuopan keskelle, istutus avoimen kuopan laitaan, palleistutus ja kiilaistutus.

Kuta huolellisemmin istutustyö samaa istutusmenetelmää käytettäessä suoritetaan, sitä parempi on tulos.

Istutus kuopan keskelle on edullinen myös siinä suhteessa, että puun tyvi on suorempi ja juuristo vähemmän yhteenkasvettunut ja lahoutumiselle altis kuin useimmissa muissa istutusmenetelmissä. Tarkoituksenmukaisimpana tässäkin suhteessa voidaan pitää laakaistutusta.

Edelläsanottu koskee lähinnä kivennäismaita. Mutamailla eri istutusmenetelmien tulokset eroavat paljon vähemmän toisistaan.

Istutukseen käytettävien tainten laatu.

Istutukseen käytettävien tainten laatu vaihtelee puulajin, tainten iän, koulituksen, juurten typistämisen ja tainten lajittelun mukaan. Seuraavassa tarkastetaan näitä seikkoja erikseen.

Ikä ja koulitus.

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 3. Syksyllä 1933 eli 2 kasvukauden kuluttua 2/0-vuot. taimista oli kuollut: aukealla 13.7 %, harvennetussa lepikössä 11.4 ja luonnontilaisessa 11.7 %, 2/1-vuot. vastaavat luvut ovat 1.7, 0 ja 0 %, 2/2-vuot. 0.8, 1.7 ja 0.9 %. Syksyllä 1939 eli 8 kasvukauden kuluttua istutuksesta ja 9 kasvukauden kuluttua kylvöstä, t. s. tainten ollessa 9, 10, 11 ja 12 vuotta vanhoja, tainten ja viimeisten vuosiversojen keskipituudet olivat seuraavat:

N:o 9.

Suojusmetsä *Beschirmung*	Tainten alkuperäinen ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Keskipituus, *Mittl. Höhe, cm*	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb, cm*
Aukea, 3 c — *Kahl*	0 (kylvö — *Saat*)	36.0±1.8	6.9±0.7
	2/0	76.2±3.7	12.4±1.1
	2/1	114.6±4.0	18.4±1.4
	2/2	158.0±6.1	25.9±1.8
Harvennettu, 3 b — *Durchforst. Bestand*	0 (kylvö — *Saat*)	31.2±1.5	6.7±0.5
	2/0	58.3±1.6	4.8±0.3
	2/1	67.1±2.5	7.4±0.7
	2/2	—	—
Luonnontil., 3 a — *Undurchforst. Bestand*	0 (kylvö = *Saat*)	24.0±1.3	3.3±0.3
	2/0	52.0±1.5	4.9±0.3
	2/1	53.6±1.6	5.1±0.3
	2/2	87.0±2.5	7.7±0.7

Eri-ikäisten tainten koko on siis vielä tässä kehitysvaiheessa suuri, etenkin aukealla alalla, jossa kehitys on nopeinta ja, viimeisten vuosikasvainten keskipituuksista päätellen, absoluuttinen pituusero jatkuvasti lisääntyy.

Turvan tila, tutkimuskohdat 7 g, 7 a.3, 7 b.3 ja 7 c.3. Taimen iän ja samalla koulituksen vaikutus esiintyy tässä koesarjassa, jossa on käytetty 2/0-, 2/1- ja 2/2-vuot. kuusen taimia aukealla sekä harvennetussa ja luonnontilaisessa lepikössä taulukon 10 osoittamalla tavalla. Tulokset koskevat syksyä 1933, 1934 ja 1938. Tuloksia vertailtaessa on pidettävä mielessä, että tutkimuskohta 7 g on vuotta nuorempi kuin toiset.

Tainten laadun seuraukset esiintyvät asetelmassa ensi kädessä niiden erisuurena kuolleisuutena: 2/0-vuot. taimista on aukealla ja harvennetussa metsässä tuhoutunut niin huomattava osa, että tällaisten tainten käyttäminen tällaisissa oloissa ei ole tarkoituksenmukaista.

Taulukko 10. Eri-ikäisten kuusen tainten kehityksen vertailua.

Tabelle 10. Entwicklung der in verschiedenem Alter ausgepflanzten Fichten.

Tutkimuskohta *Versuchsfläche*	Tainten ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Kuolleet, *Abgestorben*, %			Keskihyvyys *Mittl. Güte*			Keskipituus, *Mittl. Höhe*, cm			Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, cm		
		1933	1934	1938	1933	1934	1938	1933	1934	1938	1933	1934	1938
7 g. 1 1934						Aukea — *Kahl*							
	2/0	—	8	28	—	3.63	3.29	—	5.9	36.0	—	1.2	6.7
	2/1	—	2	18	—	3.76	2.74	—	19.0	66.8	—	1.4	12.9
	2/2	—	0	2	—	3.56	2.80	—	26.8	83.2	—	3.5	17.0
7g. 2 1934						Harvennettu metsikkö — *Durchforst. Bestand*							
	2/0	—	4	22	—	2.50	3.77	—	9.9	26.3	—	4.2	2.4
	2/1	—	4	10	—	2.38	3.36	—	24.5	57.0	—	6.2	6.9
	2/2	—	2	2	—	2.78	2.97	—	32.1	73.6	—	8.0	9.9
7 g. 3 1934						Harventamaton metsikkö — *Undurchforst. Bestand*							
	2/0	—	2	15	—	2.56	3.51	—	10.4	22.7	—	4.9	3.2
	2/1	—	0	6	—	2.50	2.94	—	21.8	49.2	—	5.8	8.1
	2/2	—	0	4	—	2.64	2.46	—	33.4	66.8	—	8.2	9.8
7 a. 3 1933						Aukea — *Kahl*							
	2/0	17	61	72	1.65	3.49	3.86	9.0	10.1	41.1	4.7	2.5	6.5
	2/1	9	47	49	1.91	3.17	3.57	14.5	19.1	54.3	5.1	3.6	7.8
	2/2	0	4	6	1.99	3.64	2.70	28.4	31.9	92.8	5.8	4.0	15.2
7 b. 3 1933						Harvennettu metsikkö — *Durchforst. Bestand*							
	2/0	10	39	39	1.73	2.34	3.81	11.7	16.4	40.3	5.3	5.8	4.5
	2/1	2	4	6	2.34	2.29	3.55	13.7	21.3	48.9	4.4	6.5	5.2
	2/2	1	1	2	2.30	2.54	2.77	25.5	31.5	78.2	5.5	5.3	8.5
7 c. 3 1933						Harventamaton metsikkö — *Undurchforst. Bestand*							
	2/0	5	8	16	2.07	2.41	3.02	9.8	14.0	27.0	3.8	4.0	3.0
	2/1	1	4	6	2.41	2.27	2.62	13.7	21.6	50.2	4.1	5.3	7.1
	2/2	2	4	5	2.18	2.65	2.33	28.3	33.7	71.1	6.4	4.9	7.7

Niiden toipuminen suojusmetsän alla on myös heikkoa; viimeinen vuosikasvain on kuudentena kesänä istutuksesta pienempi kuin ensimmäisenä (tutkimuskohdat 7 b. 3 ja 7 c. 3). Myös 2/1-vuot. taimi on liian heikko aukealle istutusalalle käytettäväksi. 2/2-vuot. taimi on yleistaimi, joka selviytyy tyydyttävästi kaikissa olosuhteissa. Tätä päätelmää tukevat myös tainten hyvyysastetta ja pituuskasvua osoittavat luvut.

Jos edellä olevista tulossarjoista 7 a. 3, 7 b. 3 ja 7 c. 3 lasketaan vuotta 1938 koskevat keskiarvot, saadaan tulokseksi 6 v. istutuksen jälkeen:

N:o 11.

Tainten ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Kuolleet, *Abgestorben,* %	Keski-hyvyys *Mittl. Güte*	Keski-pituus, *Mittl. Höhe, cm*	Viim. kasvaimen pituus *Letzter Jahrestrieb, cm*
2/0	42	3.57	36.1	4.7
2/1	20	3.25	51.1	6.7
2/2	4	2.60	80.7	10.5

Tämä osoittaa eri-ikäisten kuusen tainten suhteellista käyttöarvoa metsänistutuksiin yleensä.

Ruotsinkylän ka., tutkimuskohdat 10 ja 12 a. Tulokset ovat taulukossa 12, joka koskee syksyllä 1939 eli 7 kasvukauden kuluttua istutuksesta tehtyjä mittauksia. Tilan säästämiseksi ei syksyn 1933 ja 1934 tuloksia julkaista. Valtapituus ja sitä vastaava vuosikasvainten keskipituus on laskettu 30:stä puusta ja taimesta. Tutkimuskohdat eroavat toisistaan pääasiallisesti siinä, että edellinen edustaa OMT:tä, jälkimmäinen MT:tä. Se jälkimmäisen koeruutu, johon on istutettu 2/1-vuot. taimet, on jonkin verran soistunutta. Tämän vuoksi siitä saadut tulokset on jätetty pois.

Taulukko 12. Eri-ikäisten kuusen tainten kehityksen vertailua eri metsätyypeissä 7 vuotta istutuksesta.

Tabelle 12. Entwicklung der in verschiedenem Alter ausgepflanzten Fichten in verschiedenen Waldtypen 7 Jahre nach der Pflanzung.

Suojusmetsä *Beschirmung*	Tainten ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Kuolleet, *Abgestorben,* %	Pituus, *Höhe, cm*		Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb, cm*	
			Valtapuiden *der herrschenden Bäume*	Keskimäärin *im Durchschnitt*	Valtapuiden *der herrschenden Bäume*	Keskimäärin *im Durchschnitt*
OMT — 10						
Aukea — *Kahl*	2/0	19.8	82.3±2.0	65.1±1.9	15.0±1.0	10.6±0.5
	3/0	20.2	122.3±3.5	88.6±2.5	27.0±1.6	14.5±0.8
	2/1	9.0	134.7±3.6	101.9±2.8	31.7±1.5	19.3±1.0
	2/2	1.9	230.0±3.2	140.3±3.6	52.8±1.9	30.8±1.4
Harvennettu koivikko — *Durchforst. Birkenbestand*	2/0	9.8	98.3±1.6	79.9±2.2	14.7±0.7	10.6±0.4
	3/0	9.2	123.3±3.2	95.4±2.4	18.9±1.0	12.1±0.6
	2/1	6.5	131.3±4.0	102.5±2.8	25.8±1.8	16.5±0.8
	2/2	3.6	175.7±3.6	132.5±3.0	22.5±1.2	14.7±0.7
MT — 12 a						
Aukea — *Kahl*	2/0	6.7	73.3±2.1	53.6±1.6	16.0±1.2	9.1±0.6
	3/0	9.1	104.3±2.6	67.1±2.2	26.8±1.4	13.1±0.9
	2/2	3.4	139.3±5.5	90.2±3.5	28.0±1.9	13.6±0.7
Harvennettu koivikko — *Durchforst. Birkenbestand*	2/0	3.8	53.0±1.0	42.3±1.1	7.0±0.6	5.5±0.3
	3/0	2.4	59.7±1.3	49.0±1.1	9.8±0.6	7.0±0.3
	2/1	1.9	66.0±1.2	52.9±1.3	10.2±0.6	6.6±0.4
	2/2	0.5	102.0±2.8	78.1±2.0	13.0±0.6	10.0±0.4

Myöskin tässä tulee esille sama seikka kuin edellä: eri ikäluokkiin kuuluneiden tainten erilainen kuolleisuus sekä kasvun jatkuva erilaisuus vielä pitkähkön ajan istutuksen jälkeen. Luvuista näkyy lisäksi, että tainten kuolleisuus MT:ssä on verraten pieni, joten tässä metsätyypissä on paljon paremmat edellytykset käyttää pienempiä taimia kuin paremmilla kasvupaikoilla. Voimakkaampien tainten edullisuus istutusalan metsittymisen jouduttamisen kannalta on tässäkin tapauksessa ilmeinen.

M u i l l a p u u l a j e i l l a ei ole suoritettu varsinaisia vertailevia koeviljelyksiä. Tutkimuslaitoksen lukuisat metsänistutukset ovat kuitenkin osoittaneet, että mäntyä istutettaessa 1/1-vuot. taimi on 2/0-vuot. paljon varmempi, samoin joka vuosi koulittu koivun ja lehtikuusen taimi parempi kuin pari vuotta koulimatta kasvanut.

Edellä olevan perusteella voidaan eri-ikäisten tainten käyttömahdollisuuksista kuusen istuttamisessa tehdä seuraava y l e i s p ä ä t e l m ä:

Eri-ikäisten tainten käyttömahdollisuutta arvosteltaessa on huomio kiinnitettävä tainten hengissä pysymiseen istutuksen jälkeen ja siihen nopeuteen, jolla istutettu ala metsittyy. Molemmissa näissä suhteissa 2/2-vuot. taimi on edullisin. Se on kaikissa olosuhteissa varmin yleistaimi. Koulimattomilla 2/0- ja 3/0-vuot. taimilla metsittäminen voidaan saada onnistumaan vain erityisissä oloissa, varmimmin heikommissa metsätyypeissä (lähinnä MT:ssä) ja suojusmetsän suojassa. Suojuspuuston alla 2/0-vuot. taimi kasvaa kuitenkin hitaasti ja toipumiseen kuluu pitkä aika. Myös sen laatu on huonompi kuin kookkaampina istutettujen tainten. Kuta voimakkaampia taimet ovat, sitä parempi on tulos. 2/1- ja 1/2-vuot. taimi voi kohtalaisissa oloissa antaa tyydyttävän tuloksen.

Metsittymisnopeus on heikkoja taimia käytettäessä siksi hidas, että useissa tapauksissa voidaan pitää taloudellisesti kannattavampana käyttää voimakkaita koulittuja taimia sellaisissakin tapauksissa, joissa heikommatkin taimet todennäköisesti säilyisivät hengissä. Vielä kymmenkuntakin vuotta istutuksen jälkeen voi eri-ikäisinä istutettujen tainten ja puiden pituusero lisääntyä. Jos taimet on istutettu suojusmetsään, on tämä pituusero pienempi kuin aukealla. Jos suojusmetsä sopivana ajankohtana harvennetaan tai poistetaan, tasaantuvat pituuserot paremmin kuin aukealla istutusalalla.

Myös koulitut männyn, koivun ja lehtikuusen taimet soveltuvat istutettaviksi paremmin kuin samanikäiset koulimattomat; parhaita ne ovat, jos ne koulitaan joka vuosi.

Kookkaiden tainten käyttö aiheuttaa tietenkin suuremmat istutuskustannukset kuin pienempien. Sitäpaitsi on ilmeistä, että, jos istutus-

työ suoritetaan huolimattomasti, edellisten juuret ovat enemmän alttiit lahovioille kuin jälkimmäisten.

Juurten typistäminen.

Istutuksen yhteydessä tapahtuvan juuriston typistämisen vaikutusta valaisevat seuraavat kuusen istutusta koskevat kokeet.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 e. Syksyllä 1933, 1934 ja 1938 eli 1, 2 ja 6 kasvukauden kuluttua istutuksesta saadut tulokset ovat taulukossa 13.

Taulukko 13. Istutuksen yhteydessä tapahtuneen juurten typistämisen vaikutus kuusen tainten kehitykseen 1, 2 ja 6 vuotta istutuksesta.

Tabelle 13. Einwirkung der bei der Auspflanzung ausgeführten Verkürzung der Wurzeln auf die Entwicklung der Fichte 1, 2 und 6 Jahre nach der Pflanzung.

Tainten ikä, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Kuolleet, *Abgestorben,* %			Keskihyvyys *Mittl. Güte*			Keskipituus, *Mittl. Höhe, cm*			Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb, cm*		
	1	2	6	1	2	6	1	2	6	1	2	6
Typistämättömät juuret — *Ungekürzte Wurzeln*												
2/0	3	9	14	1.90	2.21	2.74	12.3	19.4	42.9	4.9	5.6	5.9
2/1	2	8	29	2.24	2.71	2.89	14.5	20.5	43.9	4.9	5.2	4.3
2/2	0	4	4	2.24	3.24	2.63	25.0	28.6	64.3	6.1	3.3	6.1
Typistetyt juuret — *Gekürzte Wurzeln*												
2/0	4	16	19	2.14	2.45	2.72	11.2	17.0	41.7	4.2	4.2	4.8
2/1	4	7	22	2.76	2.49	2.85	12.0	18.0	38.3	3.0	5.1	4.6
2/2	9	20	29	3.07	3.56	2.52	22.2	24.1	66.2	3.8	2.9	9.4

Joskaan koe mm. suojusmetsän vaihtelevaisuuden vuoksi ei ole aivan moitteeton, osoittavat luvut kuitenkin sellaista yleissuuntaa, että juuriston typistäminen on lisännyt tainten kuolleisuutta sekä hidastanut aluksi tainten kasvua. Tulos on näin ollen pääpiirtein yhtäpitävä niiden tulosten kanssa, jotka on saatu suoritettaessa vertailevia koulituskokeita taimitarhataimilla (Heikinheimo 1940).

Tainten lajittelu.

Edellämainittujen taimitarhakokeiden yhteydessä selviteltiin myös kysymystä samojen tainten lajittelusta kolmeen suuruusluokkaan, isoihin, keskinkertaisiin ja pieniin, ja näiden laatuluokkien tainten kasvua. Näihin liittyvät seuraavat istutuskokeet.

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 3 d. Tälle aukealle istutettiin 3. VI 1933 2/2-vuot. kuusen taimia, jotka istutuksen yhteydessä lajiteltiin isoihin, keskinkertaisiin ja pieniin. Isojen keskipituus oli n. 25 cm, viimeinen kasvain n. 13 cm, keskikokoisten vastaavat mitat olivat 19 ja 9, pienten 9 ja 6 cm. Syksyllä 1934, siis kahden kasvukauden kuluttua saatiin tulokseksi:

N:o 14.

Tainten koko *Grösse der Pflanzen*	Kuolleet, *Abgestorben*, %	Keskihyvyys *Mittl. Güte*	Keskipituus, *Mittl. Höhe*, cm	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, cm
Pienet — *Kleine*	19	3.95	14.2	2.6
Keskikokoiset — *Mittelmässige*	0	3.16	25.2	5.2
Isot — *Grosse*	1	2.48	37.9	6.2

Mainittava on, että tulokseen ovat jonkin verran vaikuttaneet keväthallat, jotka ovat vioittaneet kaikkia taimia.

Marraskuussa 1939, siis tainten ollessa 11 vuotta vanhoja, mittaustulokset olivat:

N:o 15.

	Keskipituus, *Mittl. Höhe, cm*	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb, cm*
Pienet taimet — *Kleine Pflanzen*	74.5 ± 3.3	13.0 ± 1.1
Keskikokoiset taimet — *Mittelm. Pflanzen*	100.0 ± 5.0	17.7 ± 1.6
Isot taimet — *Grosse Pflanzen*	129.8 ± 6.5	20.9 ± 2.2

Ruotsinkylän ka., tutkimuskohta 11. Syksyllä 1933 ja 1934 eli yhden ja kahden kasvukauden kuluttua olivat tulokset:

N:o 16.

Tainten koko *Grösse der Pflanzen*	Vuosi *Jahr*	Kuolleet *Abgestorben*	Keskihyvyys *Mittl. Güte*	Keskipituus, *Mittl. Höhe*, cm	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, cm
Pienet — *Kleine*	1933	13	2.93	17.1	2.8
	1934	13	3.62	19.3	2.7
Keskikokoiset — *Mittelmässige*	1933	0	2.07	27.4	5.8
	1934	2	3.20	30.7	2.8
Isot — *Grosse*	1933	4	1.91	34.0	5.7
	1934	4	3.20	37.4	3.6

Syksyn 1939 mittaustuloksien perusteella, siis 7 kasvukauden kuluttua, 11 vuotta vanhoille taimille on saatu seuraavat keskiluvut:

N:o 17.

Tainten koko *Grösse der Pflanzen*	Valtapituus, cm *Oberhöhe, cm*	Keskipituus, cm *Mittl. Höhe, cm*	Viim. kasvaimen keskipituus, cm *Mittl. Länge der Jahrestriebe, cm*
Pienet — *Kleine*	93.3±0.3	58.9±0.2	7.6±0.6
Keskikokoiset — *Mittelmässige*	142.7±0.3	92.1±0.3	11.9±0.7
Isot — *Grosse*	161.3±0.4	112.7±0.3	15.6±0.8

Jos näitä tuloksia verrataan eri-ikäisillä kuusen taimilla saatuihin tuloksiin, etenkin tutkimusalaan 12 a, huomataan, että 2/2-vuot. pienet taimet ovat antaneet jotakuinkin samanlaisen tuloksen kuin lajittelemattomat 2/0-vuotiset: kuolleisuus on huomattavan suuri ja pituuskasvu jatkuvasti heikompi kuin keskikokoisilla ja isoilla taimilla. Viimeksimainitussa suhteessa kasvun ero näyttää olevan suurempikin kuin 2- ja 4-vuot. taimilla. Tämä tukee sitä mahdollisuutta, että kysymyksessä olevat laaturyhmät edustavat eri biotyyppiryhmiä, joiden kasvunopeus on erilainen.

Edellä oleva oikeuttaa tekemään seuraavan yleispäätelmän:

Jos istutukseen käytettävinä olevat, samaan ikäluokkaan kuuluvat kuusen taimet lajitellaan kokonsa mukaan luokkiin, ovat pienet, keskikokoiset ja isot taimet metsänviljelyksen onnistumisen kannalta samassa järjestyksessä eriarvoiset: pienistä taimista kuolee istutuksen jälkeen suhteellisesti eniten ja niiden pituuskasvu on ainakin kymmenkunnan ensimmäisen vuoden ajan pienempi kuin toisten. Myös keskikokoisten ja isojen tainten kasvun ero on jatkuvasti todettavissa. Taimia metsänviljelyksiä varten koulittaessa ja metsänistutuksia toimitettaessa on näin ollen syytä jättää käyttämättä kaikki heikommat taimet.

Istutusaika.

Seuraavassa käsitellään aluksi kuusta, josta on käytettävänä useita koesarjoja.

Turvan tila, tutkimuskohdat 7 a.6, 7 b.6 ja 7 c.6. Kokeessa käytetyt 2/1-vuotiset kuusen taimet on saatu istutuspaikan lähellä olevasta Turvan tilan taimitarhasta, joten tainten kuljetus keskikesälläkin on ollut mahdollista. Kasvukauden päätyttyä istutetut taimet ovat todellisuudessa olleet 2/2-vuotisia. Syksyn 1933, 1934 ja 1938 tulokset ovat taulukossa 18.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 i. Kokeeseen on käytetty 2/2-vuotisia, kasvukauden päätyttyä 2/3-vuotisia kuusen taimia, jotka myös

Taulukko 18. Istutusajan vaikutus kuusen tainten kehitykseen. Vuosiluvut tarkoittavat syksyä.

Tabelle 18. Einwirkung der Pflanzzeit auf die Entwicklung der Fichte im Herbst der untenstehenden Jahre.

Istutusaika *Pflanzzeit*	Kuolleet, *Abgestorben*, %			Keskihyvyys *Mittl. Güte*			Keskipituus, *Mittl. Höhe*, *cm*			Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, *cm*		
	1933	1934	1938	1933	1934	1938	1933	1934	1938	1933	1934	1938
						7 a—c. 6						
						Aukea — *Kahl*						
15. V 1933.	2	5	22	1.72	3.54	3.53	19.5	20.6	69.0	5.9	3.2	11.0
15. VI » .	1	3	23	2.30	3.34	3.05	19.3	22.3	79.2	5.9	3.6	13.3
15. VIII » .	0	0	23	2.12	3.67	3.45	18.5	20.8	66.8	5.2	2.6	10.4
12. IX » .	0	0	12	1.40	3.01	3.64	17.9	21.1	64.9	5.8	5.3	8.8
						Harvennettu lepikkö — *Durchforst. Grauerlenbestand*						
15. V 1933.	0	4	14	1.78	2.02	2.73	15.8	26.6	51.4	5.8	8.4	5.4
15. VI » .	0	8	10	2.08	1.93	2.76	14.9	28.0	58.4	6.1	8.9	6.4
15. VIII » .	0	4	12	2.32	2.29	2.67	15.7	24.7	62.1	4.8	6.0	7.8
12. IX » .	0	4	5	2.17	2.44	2.33	16.0	25.3	59.9	5.9	7.3	9.0
						Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand*						
15. V 1933.	2	6	13	1.91	2.36	2.89	14.3	20.1	42.6	4.2	5.1	4.2
15. VI » .	1	4	11	1.58	2.52	2.79	14.2	23.1	56.6	4.5	7.9	5.9
15. VIII » .	0	2	9	2.16	2.29	2.78	14.9	23.6	49.1	4.8	7.2	4.3
12. IX » .	0	0	5	1.92	2.20	2.45	16.4	25.2	64.4	4.2	7.7	7.7
						7 i. 1—3						
						Aukea — *Kahl*						
15. VI 1934.	—	1	6	—	2.66	3.47	—	26.8	68.9	—	9.3	10.7
15. VIII » .	—	0	11	—	2.28	2.87	—	26.6	72.6	—	10.1	13.2
15. IX » .	—	0	6	—	2.36	2.88	—	25.8	68.0	—	9.6	13.4
						Harvennettu lepikkö — *Durchforst. Grauerlenbestand*						
15. VI 1934.	—	0	13	—	2.34	3.32	—	26.4	62.4	—	9.1	8.8
15. VIII » .	—	0	4	—	2.32	2.90	—	28.9	69.0	—	11.0	10.3
15. IX » .	—	0	0	—	2.36	2.69	—	26.4	66.0	—	9.4	12.0
						Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand*						
15. VI 1934.	—	0	12	—	2.34	3.02	—	29.8	59.3	—	10.3	8.3
15. VIII » .	—	0	5	—	2.40	2.81	—	28.5	55.3	—	10.0	6.2
15. IX » .	—	0	10	—	2.44	2.88	—	26.5	55.9	—	8.8	8.7
						12 b. 1—2						
						Aukea — *Kahl*						
15. V 1933.	—	4	4	—	2.52	3.71	—	24.8	26.9	—	4.3	2.5
15. VI » .	—	0	0	—	1.98	3.62	—	32.9	33.9	—	10.4	2.7
15. VII » .	—	0	0	—	1.14	3.46	—	40.5	41.8	—	19.1	2.8
15. VIII » .	—	0	2	—	1.19	3.32	—	42.1	46.6	—	18.3	6.5
15. IX » .	—	0	0	—	1.12	3.28	—	41.4	47.5	—	19.0	7.3
15. X » .	—	0	1	—	1.26	3.17	—	37.9	41.9	—	16.8	5.1
						Harvennettu koivikko — *Durchforst. Birkenbestand*						
15. V 1933.	—	0	0	—	1.75	3.15	—	27.3	29.4	—	6.7	2.7
15. VI » .	—	0	0	—	1.39	2.71	—	37.0	37.0	—	11.7	1.3
15. VII » .	—	0	0	—	1.31	3.08	—	37.4	39.2	—	17.3	2.4
15. VIII » .	—	0	0	—	1.10	3.05	—	37.7	41.9	—	16.9	5.1
15. IX » .	—	0	3	—	1.40	3.04	—	40.9	42.7	—	17.2	3.5
15. X » .	—	0	0	—	1.50	3.11	—	39.6	41.9	—	14.3	5.2

on otettu läheisestä taimitarhasta. Tulokset vuosilta 1934 ja 1938 ovat myös taulukossa 18. Tuloksia tarkastettaessa on siis pidettävä mielessä, että elo- ja syyskuussa istutettujen tainten vuoden 1934 kasvain on muodostunut jo taimitarhassa.

Ruotsinkylän ka., tutkimuskohta 12 b. Tältä MT:iin kuuluvalta koealalta syksyllä 1933 ja 1934, siis 1 ja 2 kasvukautta istutuksesta saadut tulokset ovat niinikään taulukossa 18. Kasvukauden kuluttua istutetut taimet ovat tässäkin tapauksessa olleet 5-vuotisia.

Ruotsinkylän kokeilualueen koesarjoissa on toimitettu tavanmukaiset mittaukset ja selvittelyt myös syksyllä 1939. Kuolleisuus, tainten ja pienten puiden laatu ja kasvu ovat olleet eri aikoina istutetuilla koealoilla siksi samanlaisia, että tuloksia ei ole katsottu tarpeellisiksi julkaista.

Tulokseksi saadaan siis tämän ja taulukon 18 tulosten perusteella, että istutusaika ei vaikuta oleellisesti istutettujen kuusen tainten kuolleisuuteen, laatuun ja kasvuun.

Käsiteltäessä siv. 26 m ä n n y l l e ja l e h t i k u u s e l l e soveltuvia istutusmenetelmiä on käynyt selville, että syysistutus molemmille näille puulajeille on ollut kevätistutusta paljon epäedullisempi. K o i v u a (visakoivua) Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa on istutettu sekä keväällä että syksyllä, kuitenkin järjestämättä nimenomaisia istutuskokeita. Vuosina 1937 ja 1938, joiden kuivat kesät ovat olleet koivun istutukselle epäedullisia, 1/1-vuot. koivuntaimilla suoritetut istutukset ovat johtaneet erittäin epäedullisiin tuloksiin käytettiinpä kevät- tai syysistutusta. Kuolleisuus on 4:ssä vertailtavaksi soveltuvassa kokeessa, joissa kussakin on tullut tarkastetuksi 400—1,600 tainta, syksyyn 1940 mennessä ollut 52—61 %. Istutuskohdat ovat erittäin epäedulliset: entistä matalapohjaista morenihiekkapeltoa, jossa taimen taimitarhassa syntyneet voimakkaat silmut keväällä puhkeavat ja kehittävät rehevän lehvistön. Myöhemmin kesällä taimet kuolevat kuivuuteen. Uusia, kasvukauden eri aikoihin kohdistuvia koivun istutuskokeita Tutkimuslaitos aikoo järjestää keväästä 1941 lähtien.

Edellisestä johdutaan seuraavaan p ä ä t e l m ä ä n :

Kuuselle kevät- ja syysistutus antavat pääasiallisesti samanlaisen tuloksen; oleellista eroa tainten kuolleisuudessa sekä kasvussa ei ole huomattu. Istutus tainten varsinaisena kasvukautena, jolloin versojen vioittumisen ja tainten kuivumisen vaara on suuri, on vaikeasti toteutettavissa suuremmassa mitassa. Myös koivulle voidaan käyttää sekä kevät- että syysistutusta. Männylle ja lehtikuuselle on kevätistutus syysistutusta parempi.

Suojuspuusto.

Suojusmetsän vaikutus on jo edellä useassa yhteydessä tullut esille, etenkin siv. 28, 29 ja 35. Seuraavassa tehdään selkoa eräistä koeistutuksista, jotka valaisevat kysymyksen uusiakin puolia.

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 1. Tämän tutkimuskohdan erikoiskohdista on saatu seuraavat tulokset syksyllä 1931, 1932 ja 1933, siis 6, 7 ja 8 kasvukauden kuluttua (taulukko 19).

Tämän kokeen tulossarjoja vertailtaessa kiintyy huomio erityisesti tuuhean pintakasvillisuuden ratkaisevaan vaikutukseen tainten kuolleisuuteen sekä suojuspuiden heikentävään vaikutukseen niiden alle istutettujen puiden kasvuun. Viimeksimainittu seikka tulee selvänä esiin myös syksyllä 1939 toimitetuissa tarkastuksissa, jotka eivät kohdistu täysin samoihin kohtiin kuin edellä olevat. Tulokset ovat:

N:o 20.

	Keskipituus, *Mittl. Höhe,* m	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb,* cm
Mäntyjen alla (1 a) — *Unter den Kiefern*	3.22±0.11	39.6±1.6
Mäntyjen välissä — *Zwischen den Kiefern*	3.91±0.16	45.5±2.3
Aukealla, paras osa (1 b) — *Kahl, bester Teil*	5.11±0.16	56.8±2.4
Aukea, *Pteris aqvilinaa* joukossa — *Kahl, etwas Pteris aqvilina*	3.93±0.15	49.0±3.0
Koivujen alla (1 c) — *Unter den Birken*	2.59±0.09	25.9±1.3
Koivujen välissä — *Zwischen den Birken*	3.19±0.11	33.5±2.0

Näistäkin tuloksista näkyy, että koivu hidastaa kuusen tainten kehitystä suhteellisesti enemmän kuin mänty ja että *Pteris aqvilina* on haitannut niidenkin kuusten kehitystä, jotka eivät ole kuolleet tämän tuhoisan pintakasvillisuuden alle.

Punkaharjun kokeilualueessa oleva metsänviljelysala 93 (tl. 246—248) sopii myös suojusmetsäkysymyksen valaisemiseen. Alalla kasvanut n. 70-vuot. mänty-koivusekametsä hakattiin talvella 1927—28 väljentäen osin siten, että jäljelle jäi harvahko koivusuojuspuusto. Alalle istutettiin toukokuun alussa 1928 2/2-vuot. Elimäeltä kotoisin olevia kuusen taimia. Syksyllä 1934 eli 7 kasvukauden kuluttua tulos oli:

N:o 21.

Suojuspuusto *Beschirmung*	Kuolleet, *Abgestorben,* %	Keskihyvyys *Mittl. Güte*	Keskipituus, *Mittl. Höhe,* cm	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb,* cm
Väljennetty koivikko — *Gelichteter Birkenbestand*	3	2.38	90.8	14.2
Sama, latvuksien ulkop. — *Derselbe, Ausserhalb der Krone*	5	2.01	112.7	19.9
Sama, latvuksien alla — *Derselbe, Innerhalb der Krone*	6	3.23	71.2	8.6

Taulukko 19. Suojuspuuston ja kasvipeitteen

Tabelle 19. Einfluss der Beschirmung und

Tutkimuskohta ja istutusvuosi *Versuchsfläche und Pflanzjahr*	Suojuspuusto ja kasvipeite *Beschirmung und Pflanzendecke*	Kuolleet, *Abgestorben*, %		
		1931	1933	1934
1 a 1926	Harva 80-vuot. mä-ko-metsä, keskimäärin — *Undichter 80-jähr. Ki-Bi-Bestand, im Durchschn.*	10	10	—
	Sama. Latvuskatoksen ulkopuolella — *Derselbe. Ausserhalb der Krone*	—	10	12
	Sama. Latvuskatoksen alla — *Derselbe. Unter Kronen*	—	8	10
1 b 1926	Aukea. Harvahko kasvipeite — *Kahl. Pflanzendecke etwas undicht.*	7	7	9
	Sama. Tuuhea kasvipeite — *Dieselbe. Pflanzendecke dicht*	—	41	—
	Sama. — *Dieselbe. Pteris aqvilina*	—	—	46
1 c 1926	Harva 70-vuot. koivikko, keskimäärin — *Undichter 70-jähr. Bi-Bestand, im Durchschn.*	14	14	—
	Sama. Latvuskatoksen ulkopuolella. — *Derselbe. Ausserhalb der Krone*	—	12	12
	Sama. Latvuskatoksen alla — *Derselbe. Unter Kronen*	—	13	14
2 b 1928	Lievästi harvennettu lepikkö — *Schwach durchforst. Grauerlenbestand*	*1932* 2	2	2
2 a 1928	Sama. Luonnontilainen lepikkö — *Derselbe. Undurchforst. Grauerlenbestand*	2	2	2
7 f. 1 1932	Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand*	*1933* 13	*1934* 14	*1938* 19
2	Sama. Vahva alaharvennus 1933—34 — *Derselbe. Stark niederdurchforst. 1933—34*	15	15	29
3	Sama. Vahva yläharvennus 1933—34 — *Derselbe. Stark hochdurchforst. 1933—34*	14	14	32
7 f. 4 1931	Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand*	17	20	37
5	Sama. Vahva alaharvennus 1933—34 — *Derselbe. Stark niederdurchforst. 1933—34*	29	33	51
6	Sama. Vahva yläharvennus 1933—34 — *Derselbe. Stark hochdurchforst. 1933—34*	16	27	44
7 d. 1 1933	Aukea — *Kahl Picea Engelmannii*	0	4	6
	» » *Picea canadensis*	1	6	7
	» » *Picea albertiana*	1	2	8
	» » *Picea mariana*	0	4	12
2	Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand.*			
	Picea Engelmannii	3	18	20
	Picea canadensis	0	2	6
	Picea albertiana	0	4	5
	Picea mariana	0	4	6

vaikutus istutettujen tainten kehitykseen.

Pflanzendecke auf die Entwicklung der Pflanzen.

Keskihyvyys *Mittl. Güte*			Keskipituus, *Mittl. Höhe, cm*			Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb, cm*		
1931	1933	1934	1931	1933	1934	1931	1933	1934
1.53	—	—	65.3	84.0	—	13.1	18.7	—
—	2.16	1.58	—	84.9	110.1	—	16.4	22.2
—	3.29	3.12	—	53.5	68.8	—	7.3	10.3
1.31	—	1.23	78.4	108.5	148.1	21.7	30.1	36.8
—	3.54	—	—	65.4	—	—	10.6	—
—	—	3.65	—	—	71.6	—	—	4.7
1.41	—	—	65.4	85.6	—	12.1	20.2	—
—	1.80	1.68	—	106.9	131.5	—	21.0	23.7
—	3.02	2.58	—	61.6	74.6	—	7.2	12.3
1.33	—	1.71	77.8	89.6	102.6	12.7	11.8	17.4
1.68	—	1.89	64.9	76.2	94.4	9.5	11.3	16.6
1933	*1934*	*1938*	*1933*	*1934*	*1938*	*1933*	*1934*	*1938*
2.95	2.64	2.56	26.1	33.2	80.7	1.7	7.5	11.4
2.92	2.69	2.42	25.6	33.5	88.4	2.5	8.6	12.8
3.09	2.77	2.37	27.7	37.4	94.4	1.8	8.8	12.5
3.37	3.15	3.00	17.2	22.4	53.8	3.1	6.4	8.0
3.41	2.97	2.61	17.5	23.6	70.2	2.7	5.9	9.8
3.48	3.04	2.66	17.8	24.0	70.5	2.8	6.3	10.1
2.61	2.71	2.72	54.3	59.9	128.4	5.0	5.3	13.5
2.38	3.23	2.41	61.0	65.5	137.4	5.0	3.7	17.2
2.65	2.88	2.67	46.3	51.1	127.8	4.7	4.6	15.5
1.84	1.59	3.58	36.8	55.3	128.5	5.5	17.8	11.5
3.37	3.80	3.48	48.5	50.4	78.9	3.0	1.5	4.1
2.88	3.31	3.19	55.5	57.6	86.9	4.5	2.3	4.8
2.85	3.24	3.34	42.3	45.2	86.6	3.9	3.3	5.7
2.02	1.91	3.76	32.5	45.5	89.6	5.3	13.0	5.1

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 2. Syksyllä 1932, 1933 ja 1934, siis 5, 6 ja 7 kasvukauden kuluttua tulokset olivat sellaiset kuin taulukosta 19 näkyy.

Syksyllä 1939 eli 12 kasvukautta istutuksen jälkeen olivat 2 a:n ja 2 b:n kuusten keskipituudet ja viim. kasvaimen keskipituudet:

N:o 22.

	Keskipituus, *Mittl. Höhe,* m	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb,* cm
Luonnontilainen lepikkö (2 a) — *Undurchforst. Grauerlenbestand*	1.96±0.05	17.4±0.9
Lievästi harvennettu lepikkö — *Schwach durchforst. Grauerlenbestand*	2.13±0.06	27.3±1.2
6 vuotta sitten lepiköstä vapautettu — *Vor 6 J. vom Grauerlenbestand befreit*	3.78±0.08	53.8±2.1

Suojusmetsän poistamisen merkitys ja lievänkin harvennuksen vaikutus kuusen kasvuun tulee siis selvästi näkyviin.

Punkaharjun ka., tutkimuskohta 3. Tulokset edellä siv. 28.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 a. Tulokset edellä siv. 35.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 f. Tässä tapauksessa kahden vertailukoealan suojusmetsää on harvennettu 2 kasvukautta istutuksen jälkeen, siis syksyllä 1933. Tulokset näkyvät taulukosta 19.

Saatuja lukusarjoja toisiinsa verrattaessa on muistettava, että tutkimuskohdissa 7 f. 1—3 on käytetty 2/1-vuot. kuusen taimia, kohdissa 7 f. 4—6 2/0-vuotisia. Saaduista lukusarjoista päätellen harvennukset ovat jonkin verran edistäneet eloon jääneiden tainten kasvua. Toisaalta niistä on ollut huomattava haitta siinä suhteessa, että ne ovat lisänneet taimien kuolleisuutta.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 g. Tulokset ovat edellä siv. 29.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 h. Tulokset siv. 22.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 i. Tulokset siv. 35.

Ruotsinkylän ka., tutkimuskohta 10. Tulokset siv. 30.

Ruotsinkylän ka., tutkimuskohta 12. Tulokset siv. 30.

Turvan tila, tutkimuskohta 7 d. Syksyllä 1933, 1934 ja 1938 eli 1, 2 ja 6 kasvukautta istutuksesta saadut tulokset ovat taulukossa 19.

Kanadalaisilla kuusilla on siis saatu samantapainen tulos kuin kotimaisilla. Eräille näistä suojusmetsä näyttää olevan vieläkin haitallisempi.

Useilla muillakin koeistutusalueilla on ollut tilaisuutta tehdä vertailuja erilaisten suojusmetsien vaikutuksesta istutusten onnistumiseen. Turvan tilalla on m. m. eräs koeistutus (tl. 742) sijoitettu siten, että puolet siitä on n. 30-vuot. harvahkossa koivikossa, toinen puoli



Kuva 4. Koivun vaikutus pintakasvillisuuteen. OMT, jossa taustalla kasvaa harmaaleppää ja sen alla runsas pintakasvillisuus, pääasiallisesti vadelmaa *(Rubus idaeus)*, etualalla koivikkoa, jonka alla pintakasvillisuus on paljon niukempi. Istutustulos on näissä osissa erilainen (vert. asetelma 23). Valok. Arvo Helkiö.

Abb. 4. Der Einfluss der Birke auf die Bodenvegetation. OMT, wo im Hintergrunde Grauerle und darunter reichliche Bodenvegetation, hauptsächlich Himbeere (Rubus idaeus) wächst, im Vordergrunde Birkenbestand, unter dem die Bodenvegetation viel spärlicher ist. Das Pflanzungsergebnis ist in diesen Teilen verschieden (vgl. Zusammenstellung 23).

hiukan nuoremmassa tiheähkössä harmaalepikössä. Molemmat osat ovat samassa metsätyypissä, joka on OMT. Puulajin vaikutus pintakasvillisuuteen on ilmeinen, kuten kuvasta 4:kin näkyy. Lepikössä on rehevä vadelma- ja heinäkasvusto, koivikossa harvahko ja paljon heikompi, pääasiallisesti varpujen ja heinien muodostama pintakasvillisuus. Istutus on toimitettu 16. V. 1933 2/2-vuot. Tuusulan kuusen taimilla. Syksyllä 1934 ja 1938, siis 2 ja 6 kasvukauden kuluttua oli:

N:o 23.

Suojuspuusto *Beschirmung*	Vuosi *Jahr*	Kuolleet, *Abgestorben*, %	Keskihyvyys *Mittl. Güte*	Keskipituus, *Mittl. Höhe*, *cm*	Viim. kasvain, *Letzter Jahrestrieb*, *cm*
Koivikko — *Birkenbestand* ..	1934	14	2.94	28.6	3.3
	1938	14	3.12	63.5	6.1
Lepikkö — *Grauerlenbestand* ..	1934	0	2.24	35.4	7.1
	1938	0	2.66	77.6	8.2

Huolimatta heikommasta pintakasvillisuudesta on koivikko sekä tainten säilymisen että kasvun kannalta ollut lepikköä epäedullisempi.

Koivikon, jopa yksityisten koivujen, etenkin niiden ollessa lyhyitä ja oksaisia, kuten entisillä kaskiahoilla usein on asianlaita, haitallinen vaikutus ilmenee myös siinä, että niiden alla kasvavat taimet ovat laadultaan huonompia kuin lepikössä tai latvuksen ulkopuolella olevat. Tavallisesti ne ovat enemmän tai vähemmän pensasmaisia, monilatvaisia. Tämä, samaten kuin heikohko pintakasvillisuuskin aiheutunee koivun juuristopiirissään aikaansaamasta tehokkaasta maanpinnan kuivatuksesta. Tähän viittaavat useat havainnot, joiden mukaan koivun tiheä juuristo suuntautuu pääasiallisesti vain pintaturpeeseen. Toisissa tapauksissa taas, etenkin silloin, kun koivikko on pitkävartista ja maan kosteussuhteet ovat edulliset, kuusi kehittyy koivikon suojassa erittäin hyvin. Näin ollen koivun haitallisuus suojuspuuna on olosuhteista riippuvaa.

Edellä on tehty selkoa kuusen ja pienemmässä mitassa eräiden kanadalaisten kuusilajien suhteesta suojusmetsään. Lisäksi voidaan merkitä muistiin seuraava tulos eräältä Turvan tilan OMT:n istutusalalta (tal. 841), jolle 20. V 1933 istutettiin harvahkon koivu-leppäsekametsän alle vuororivein 2/1-vuot. kuusta ja 2/0-vuot. mäntyä. Syksyllä 1938 eli 6 kasvukauden kuluttua istutuksesta oli tulos:

Puulaji	Kuollut, %	Keski-hyvyys	Keski-pituus, cm	Viim. kasvain cm
Kuusi	18	2.59	49.3	5.5
Mänty	60	3.35	55.5	5.8

Tästäkin käy päätteleminen, ettei mäntyä voida suositella käytettäväksi suojuspuiden alle istuttamiseen.

Suojusmetsien ja -puiden käytöstä istutusaloilla voidaan tehdä seuraava yleispäätelmä, jossa osittain tulee toistettavaksi edellä oleviin päätelmiin sisältyviä ajatuksia:

Suojuspuustosta, jota meillä voidaan käyttää vain kuuselle, on istutusaloilla seuraavat edut:

1. Istutettujen tainten kuolleisuus, etenkin, jos käytetään heikompia kuin 2/2-vuot. taimia ja kysymys on hyvistä metsätyypeistä, on suojuspuustolla varustetulla istutusalalla pienempi kuin vastaavalla aukealla. Suurin ero tässä suhteessa on hyvän metsätyypin vanhemman, runsaasti rikkaruohottuvan ja saman metsätyypin suojusmetsää kasvavan alan kesken, pienin heikomman metsätyypin nuoren, rikkaruohottumattoman hakkausalan ja vastaavan suojusmetsää kasvavan alan kesken. Saman metsikön kohtalaisesti harvennettu osa on usein jonkin verran edullisempi kuin ylitiheä luonnontilainen.

2. Suojuspuusto lisää puusadollaan istutusalan tuottoa. Siten korvautuvat useissa tapauksissa istutuskustannukset jo muutamissa vuosissa. M. m. harmaalepikön kasvu voi olla 5—7 m^3 vuotta ja hehtaaria kohden, 5 vuodessa siis n. 30 m^3, mitä vastaava puumäärä nykyisin voi antaa 1,000 mk:n puhtaan tulon.

3. Suojuspuusto suojelee taimia hallanvahingolta, millä seikalla etenkin hallalle alttiilla paikalla on merkitystä.

Suojuspuustosta on seuraavat h a i t a t:

1. Suojuspuusto ehkäisee istutettujen tainten kasvua ja sitä enemmän, kuta tiheämpää suojusmetsä on. Eräät puulajit, etenkin koivu erinäisissä tapauksissa, vaikuttavat haitallisesti tainten laatuunkin. Haitallisin on yleensä koivu, vähemmän haitallisia mänty ja harmaaleppä.

2. Suojuspuuston poistaminen siten, että alla kasvava istutettu taimisto ei vahingoitu, on useimmiten hankalaa ja työlästä, paljon työläämpää kuin puiden kaato ja vedätys istuttamattomilta aloilta.

Edellisestä seuraa, että jos kuusen istutus hyvällä kasvupaikalla tahdotaan saada onnistumaan mahdollisimman hyvin, se tehdään sopivan tiheän ja helposti pois raivattavan suojusmetsän alle, joka poistetaan heti, kun taimet ovat niin varttuneet, ettei istutusalalle syntyvä rikkaruoho ja vesakko enää tuota niille sanottavaa haittaa. Näin on useimmiten asian laita tainten juromiskauden päätyttyä, 2/2-vuot. kuusen taimia käytettäessä, keskimäärin 5 vuotta istutuksesta lukien. Suojuspuuston poistaminen on useissa tapauksissa toimitettava yhdellä kerralla.

Jos istutusalalla olevat suojuspuut ovat oksikkaita, on ne hyvästäkin metsätyypistä poistettava ennen istutusta. Mikäli istutukseen käytetään voimakkaita koulittuja taimia, voi istutusalan hakkaaminen aukeaksi välittömästi ennen istuttamista olla yleensäkin suositeltava. Jos suojusmetsä on runsaasti vesottuvaa lehtipuuta, kuten harmaaleppää ja haapaa, haittaa hakkuun jälkeen syntyvä tiheä vesakko kuitenkin kuusten tainten kehitystä, ja sen poistaminen vaatii yhden tai pari raivausta, mistä aiheutuu kustannuksia. Jos istutus toimitetaan keskinkertaiselle kuusimaalle (MT), on suojuspuusto vähiten tarpeen.

Jurominen.

Tainten jurominen istutuksen jälkeen on oleellista etenkin k u u s e n taimille. Tämä on käynyt selville useista edellä olevista tutkimustuloksista. Ruotsinkylän kokeilualueen tutkimuskohdassa 8 suoritetut selvittelyt osoittivat, että 2/2-vuotisen taimen juromisaika kestää pari kasvukautta. Toisaalta viittaa Punkaharjun kokeilu-

alueen tutkimuskohdan 4 tulos sekä osin Lapinjärven kokeilualueen tutkimuskohdan 6 tulos siihen, että laakaistutus tässäkin suhteessa, ainakin erinäisissä tapauksissa, on muita istutusmenetelmiä edullisempi. Useat edellä olevat tulossarjat osoittavat myös, että istutetun kuusen taimen pituuskasvu on tavallisesti heikoimmillaan ja hyvyysaste huonoimmillaan toisena kasvukautena istutuksesta. Ensimmäisenä kasvukautena taimen kasvu ja laatu on huomattavasti parempi, nähtävästi taimitarhassa voimakkaaksi kehittyneiden versosilmujen vuoksi. Selvästi tämä tulee esille m. m. seuraavasta asetelmasta, jossa on keskiarvot Turvan tilan tutkimuskohdista 7 a. 5, 7 b. 5 ja 7 c. 5 eli kaikkiaan 12:sta tulossarjasta. Luvut osoittavat vuosikasvainten keskipituutta senttimetreinä 1, 2 ja 6 vuotta istutuksesta.

N:o 24.

	1	2	6	
	vuotta istutuksesta *Jahre nach der Pflanzung*			
Aukea — *Kahl*	5.95	2.65	13.70	cm
Harvennettu lepikkö — *Durchforst. Grauerlenbestand*	5.18	4.55	10.03	»
Luonnontilainen lepikkö — *Undurchforst. Grauerlenbestand*	5.30	5.15	9.05	»

Tuloksista näkyy myöskin aukealle ja eri tavoin käsitellyn suojusmetsän alle istutettujen tainten pituuskasvun kehityksen erilaisuus. Jyrkimmät ovat erot eri kehitysvaiheissa aukealla, pienimmät luonnontilaisessa metsikössä. Jos aukeana olleelle istutusalalle ei olisi noussut vesakkoa, olisivat erot vieläkin suuremmat.

Edellä olevasta yleishavainnosta on kuitenkin usein poikkeuksia; kuten edellä olevista tulostaulukoista näkyy, on istutuksen jälkeisen toisen kasvukauden pituuskasvu toisinaan suurempikin kuin ensimmäisen.

M ä n n y n taimilla ei varsinaista juromisvaihetta ole, kuten seuraavat havainnontulokset osoittavat. Taimet n:o 1, Ruotsinkylän ka., mvl. 317, Sudenkuopanmäen laki, VT, istutettu avoimeen kuoppaan toukokuussa 1934 2/1-vuot., Veikkolan kokeilualueen siemenistä syntyneitä männyn taimia käyttäen. Taimet n:o 2, Ruotsinkylän ka., mvl. 318, Korson maantien varsi, VT, istutettu avoimeen kuoppaan toukokuussa 1934 2/2-vuot. Tuusulan rämemännyn siemenistä syntyneitä taimia käyttäen. Taimet n:o 3, Ruotsinkylän ka., mvl. 358, Korson maantien varsi, VT, istutettu avoimeen kuoppaan toukokuussa 1937 2/1-vuot. Tuusulan siemenestä syntyneitä männyn taimia käyttäen. Seuraavat luvut ovat keskiarvoja 35:stä taimesta. Kursiivilla on ladottu istutusvuoden tulos.

N:o 25.

Tainten n:o *N:o der Pflanzen*	Tainten pituus, *Höhe der Pflanzen,* cm	Vuosikasvaimen pituus, *Länge des Jahrestriebes,* cm							
		1940	1939	1938	1937	1936	1935	1934	1933
1 . . .	114.3	15.4	13.4	15.2	16.0	14.2	13.2	*10.4*	8.1
2 . . .	—	20.2	15.0	14.2	13.2	8.0	9.2	*15.5*	11.4
3 . . .	62.7	13.7	12.2	12.3	*11.2*	8.1	4.9	—	—

Tuloksista näkyy, että taimilla 1 ja 3 ei ole ollut mitään pituuskasvun heikkenemistä istutuksen jälkeen ja että taimilla 2 istutuskesän pituuskasvu on ollut poikkeuksellisen suuri, sitä seuraavan kahden kasvukauden tuntuvasti alhaisempi. Tämä kasvun hidastuminen on kuitenkin suhteellisesti paljon pienempi kuin vastaavissa tapauksissa kuusella.

Myöskin k o i v u n tainten jurominen, jollei kysymys ole poikkeuksellisen epäedullisista istutuskohdista ja sääsuhteista, on paljon vähäisempää kuin kuusen. Tämä selviää seuraavista vuosilustojen leveyden mittauksista. Taimet n:o 1, Punkaharjun ka., dendrologinen puisto, mvl. 42, OMT, istutettu avoimeen kuoppaan Punkaharjun siemenistä peräisin olevilla 2/1-vuot. rauduskoivun *(Betula verrucosa)* taimilla toukokuussa 1932. Taimet n:o 2, Punkaharjun ka., edellisen vieressä, OMT. Istutettu avoimeen kuoppaan Punkaharjun siemenistä peräisin olevilla 1/2/2/2-vuot. hieskoivun *(B. pubescens)* taimilla toukokuussa 1932. Taimet n:o 3, Punkaharjun ka., mvl. 308, OMT. Istutettu avoimeen kuoppaan Padasjoen siemenestä peräisin olevia 1/1-vuot. rauduskoivun taimia käyttäen 30. IV. 1937. Seuraavat luvut ovat keskiarvoja 7:stä taimesta ja ilmaisevat vuosilustojen leveyttä millimetreinä alla mainittavina vuosina. Istutusvuoden tulos on nytkin painettu kursiivilla.

N:o 26.

Tainten n:o *N:o der Pflanzen*	1940	1939	1938	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1931	1930	1929	—28—	—27—	—26
1	2.9	5.9	5.1	6.2	7.4	3.6	3.3	1.2	*1.3*	2.9	2.5	—	—	—	
2	1.7	3.0	3.5	3.0	4.1	3.3	2.7	0.8	*0.7*	1.4	1.8	1.8	1.2	0.9	
3	3.6	4.6	2.7	*0.8*	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	2.0	3.0	2.0	0.6	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Kahdessa ensimmäisessä tapauksessa istutus on siis aiheuttanut kasvun heikkenemisen kahdeksi kasvukaudeksi, muissa sanottavammin vain istutuskesäksi.

Miten tällainen ero eri puulajien kesken on selitettävissä? Kysymyksen valaisemiseksi tarkastetaan seuraavassa kysymyksessä olevien puulajien tainten juuriston kehitystä ja rakennetta.

N:o 27.

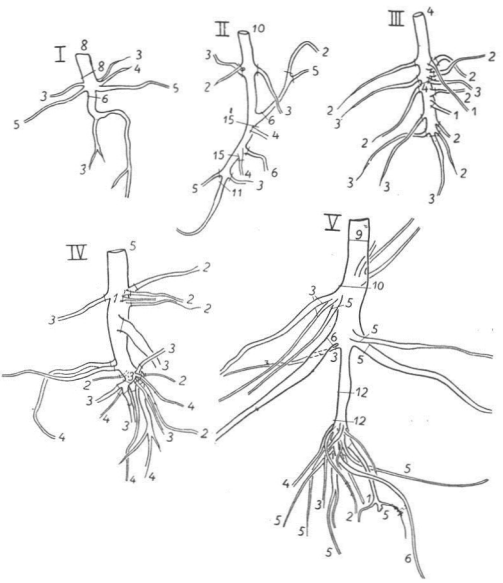
Puulaji *Holzart*	Taimen laatu *Art der Pflanzen*	Taimia tutkittu, kpl. *Analysierte Pflanzen, St.*	Taimen ikä tutkittaessa, v. *Alter der Pflanzen, J.*	Juuria kpl. seuraavissa ikäluokissa *Wurzeln St. in den Altersklassen* 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kuusi — *Fichte*	Taimitarha — *Baumschule*	5	2/2	1	2	4	3									
»	»	6	2/3	4	2	5	3	1	—							
»	»	6	2/2/2	1	5	7	9	1	—							
»	Istutettu — *Gepflanzt*	8	2/2/2	1	3	2	2	3	—							
»	» »	2	2+ *8*	2	1	2	2	4	4	4	2	1				
»	» »	4	2/1+ *8*	4	1	1	3	6	9	7	3	3	2			
»	» »	8	2/2+ *8*	4	—	1	1	2	3	3	3	2	1	—	—	
»	Luonnon — *Naturpflanze*	4	6— 9	—	1	1	2	1	2	1	—					
»	» »	4	13	4	4	4	4	—	1	2	1	—	—	—	—	
»	» »	2	15	—	—	—	—	1	1	—	3	3	—	1	1	
»	» »	2	20	1	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	1	2
Mänty — *Kiefer*	Taimitarha — *Baumschule*	2	1/1	1	6											
»	Istutettu — *Gepflanzt*	4	2/1+ *4*	1	3	4	2	—	—	—						
»	» »	3	1/2+ *6*	1	2	2	—	1	1	—	—	—				
»	» »	3	2+*12*	1	1	1	2	1	1	—	1	—	—	—	—	—
»	Luonnon — *Naturpflanze*	1	12	1	1	1	3	—	2	—	1	—	—	—	—	
Koivu — *Birke*	Taimitarha — *Baumschule*	3	1/1/1	1	6	3										
»	Istutettu — *Gepflanzt*	6	1/1/1+ *3*	1	4	4	4	1	1							
Lehtikuusi *Lärche*	Taimitarha — *Baumschule*	5	1/1/1	1	5	3										
»	Istutettu — *Gepflanzt*	1	1/1+ *3*	1	5	5	7	1								
»	» »	1	1/1+ *5*	1	1	3	3	1	10	2						

Toisessa yhteydessä (H e i k i n h e i m o 1940) on käsitelty kuusen taimen juuriston kehitystä, etenkin koulimisen ja typistämisen vaikutusta siihen. T e r t t i (H e r t z 1935) on selvitellyt m. m. 1—3-vuot. tainten juuristoa ja huomannut, että ensi asteen juurenhaaroja on suhteellisesti eniten pääjuuren ensimmäisellä kolmanneksella maan pinnasta lukien sekä että luonnontaimien varsinainen, s. o. juurenniskan alapuolelta kehittynyt juuristo sijaitsee usein kokonaan humuksessa. Tämän tutkimuksen yhteydessä on kysymystä valaistu siten, että erilaisten taimitarha- ja luonnontaimien juuristoista on tehty piirroksia ja ikämääräyksiä, jotta kävisi selville, missä ikävaiheissa syntyneistä juurista juuristo on muodostunut ja missä maakerroksissa eri ikäluokkiin kuuluvat juuret kulkevat. Siitä huolimatta, että ikä on määrätty mikroskooppia käyttäen ja työ on suoritettu suurella huolella, eivät tulokset, kuten yleensä vastaavanlaisissa tapauksissa, ole täysin luotettavia. Kun nämä ikämääräykset kuitenkin osoittavat juuriston yleisiä ikäsuhteita eri puulajeilla, katsotaan niiden olevan julkaisemisen arvoisia. Asetelman 27 tulokset koskevat ensi asteen, ts. pääjuuresta tai varren tyvestä lähteviä, juurenhaaroja. Juuriston ikäluokitus osoittaa, k u i n k a m o n t a v u o t t a j u u r e t o v a t n u o r e m p i a k u i n t a i m i. Kursiivilla painettu luku osoittaa sitä vuosimäärää, jonka taimi on kasvanut istutuksen jälkeen.

Tulosten perusteella on mahdollista päätellä, että kuusella on suhteellisesti vähemmän ensi asteen vanhempia juuria, mutta suhteellisesti enemmän tämän asteen nuorempia myöhäisjuuria kuin männyllä. Suhteellisen paljon nuoria juuria on myös lehtikuusella, sitäkin enemmän koivulla. Näin ollen on varsinaisten, alkuperäisen juurenniskan yläpuolelle kehittyvien myöhäisjuurten syntyminen näiden puulajien taimilla yleinen. Vanhimpien juurten puuttuminen tai vähyys on oleellista etenkin luonnonvaraisina kehittyneille kuusen taimille. Kuvat 5, 6 ja 7 valaisevat kuusen, männyn ja koivun tainten juuriston rakennetta tässä mielessä.

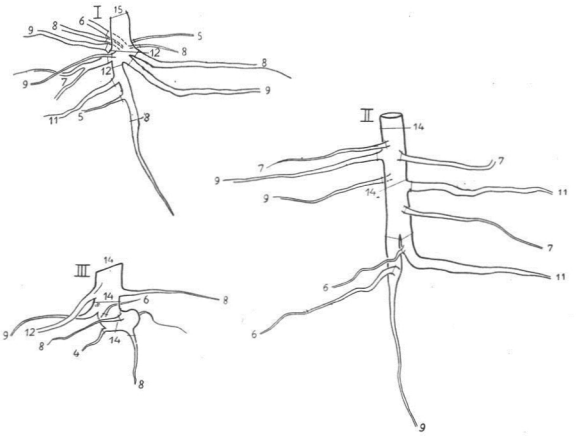
Jos huomio kiinnitetään myös myöhemmän asteen juuriin, on ero kuusen ja muiden puulajien kesken vieläkin selvempi. Tässä yhteydessä voidaan mainita, että kahdella taimitarhassa kasvaneella 2/2/2/3-vuot. kuusen taimella ja samassa taimitarhassa kasvaneella 2/3/2/3-vuot. kuusen taimella (kuv. 8) oli kaikkiaan seuraava määrä edellämainittuihin luokkiin kuuluvia juuria tainta kohden:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9 v.
edellisellä ..	1	1	3	6	11	14	17	13	23	—
jälkimmäisellä	1	2	—	1	4	6	14	25	62	56



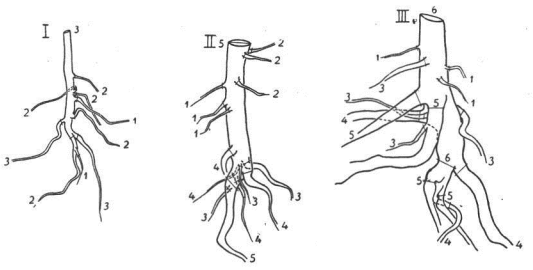
Kuva 5. Kuusen taimen juuriston rakenne ja ikäsuhteet. I—8-vuot. luonnontaimi, II—15 vuot. luonnontaimi, III—2/2-vuot. taimitarhataimi, IV—2/3-vuot. taimitarhataimi, V—2/2-vuotisena avoimen kuopan reunaan istutettu 12-vuot. kuusi. Numerot vastaavat juurten ja rungon ikää. — Koko 1/4 luonnollisesta.

Abb. 5. Bau und Altersverhältnisse der Wurzeln von Fichtenpflanzen. I—8-jähriger Wildling, II—15-jähriger Wildling, III—2/2-jährige und IV—2/3-jährige verschulte Pflanze, V—2/2-jährig gegen die Wand der Grube gepflanzte 12-jährige Fichte. Die Zahlen entsprechen das Alter der Wurzeln und des Stammes, — Grösse 1/4 der natürlichen.



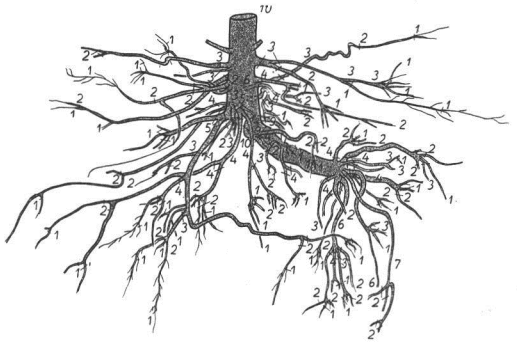
Kuva 6. Männyn taimen juuriston rakenne ja ikäsuhteet. I—15-vuot. luonnontaimi, II—14-vuot. täytettyyn kuoppaan istutettu taimi, III—14-vuot. kiilaistutusta käyttäen istutettu taimi. — Koko 1/4 luonnollisesta.

Abb. 6. Bau und Altersverhältnisse der Wurzeln von Kiefernpflanzen. I—15-jähr. Wildling. II — in die Mitte der Grube gesetzte 14-jähr. Pflanze, III — unter Anwendung von Keilpflanzung eingesetzte Pflanze. — Grösse 1/4 der natürlichen.



Kuva 7. Koivun taimen juuriston rakenne ja ikäsuhteet. I—1/2-vuot. taimitarhataimi rauduskoivu *(Betula verrucosa)*, II—2/1-vuot. istutettu 5-vuot. istutettu rauduskoivun *(B. verrucosa)* taimi, III—2/1-vuot. istutettu hieskoivun *(B. pubescens)* taimi. — Koko 1/4 luonnollisesta.

Abb. 7. Bau und Altersverhältnisse der Wurzeln von Birkenpflanzen. I—1/2-jähr. verschulte Pflanze, (Betula verrucosa), II—2/1-jähr. gesetzte Pflanze (B. verrucosa), III—2/1-jähr. eingesetzte Pflanze (B. pubescens). Grösse 1/4 der natürlichen.

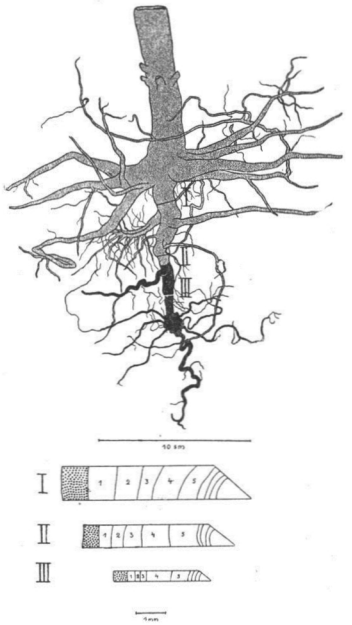


Kuva 8. 2/3/2/3-vuotisen taimitarhassa kasvaneen kuusen taimen juuriston rakenne ja ikäsuhteet. — Koko 1/4 luonnollisesta.

Abb. 8. Bau und Altersverhältnisse einer 2/3/2/3-jähr. in der Baumschule gewachsenen Fichtenpflanze. — Grösse 1/4 der natürlichen.

Edellä käsiteltyjen puulajien juurista kuusen juuret ovat eniten pintahakuisia. Tämä ilmenee kahdessa muodossa: uuden myöhäisjuuriston syntymisenä alkuperäisen juurenniskan yläpuolelle sekä syystä tai toisesta liian syvälle joutuneen juuriston suuntautumisena maan pintakerroksiin, mikäli se säilyy hengissä. Molemmat tapaukset havaitaan samanaikaisesti etenkin istutetuissa kuusen taimissa. Kysymystä valaistaan edellä esitetyn lisäksi parilla piirroksella. Kuva 9 on laadittu 12-vuotisesta, 2/1-vuotisena OMT:n kuohkeaan morenimaahan istutetusta rehevästä nuoresta kuusesta. Se osoittaa, että istutustaimen alkuperäinen juuristo nykyisessä muodossaan muodostaa nykyisestä juuristosta vain pienen murto-osan. Sitäpaitsi sen merkitystä puun ravitsemisessa vähentää se, että juurten kasvu on melkein kokonaan pysähdyksissä. Tämä selviää, jos tarkastetaan

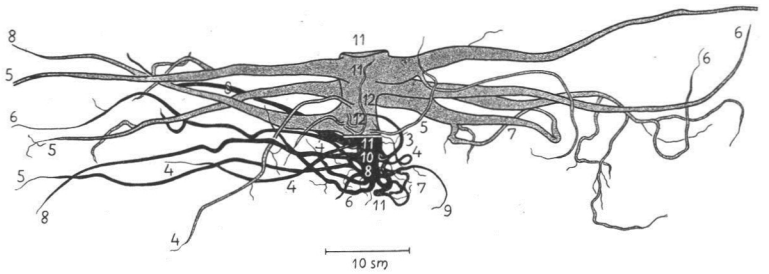
nykyisen pääjuuren (alkuperäisen varren) paksuuskasvua kohdissa III, II ja I niistä tehtyjen poikkileikkauspiirrosten avulla. Kohdassa III ulommaiset vuosilustot ovat olleet viime vuosina vain n. 1/10



Kuva 9. 12-vuot., 2/1-vuotisena avoimen kuopan laitaan ja liian syvälle istutetun kuusen juuristo. Mustalla merkitty on alkuperäinen juuristo, muu osa on istutuksen jälkeen syntynyt. Edellinen on kuolemaisillaan, kuten kohdan III paksuuskasvua osoittavasta leikkauksesta (alla) voi päätellä.

Abb. 9. Wurzeln einer 12-jähr., gegen die Wand einer offenen Grube und zu tief eingepflanzten Fichte. Schwarz bezeichnet ist das ursprüngliche Wurzelsystem, der übrige Teil ist nach der Pflanzung entstanden. Ersteres ist im Absterben begriffen, wie aus dem den Dickenzuwachs der Stelle III zeigenden Schnitt (unten) geschlossen werden kann.

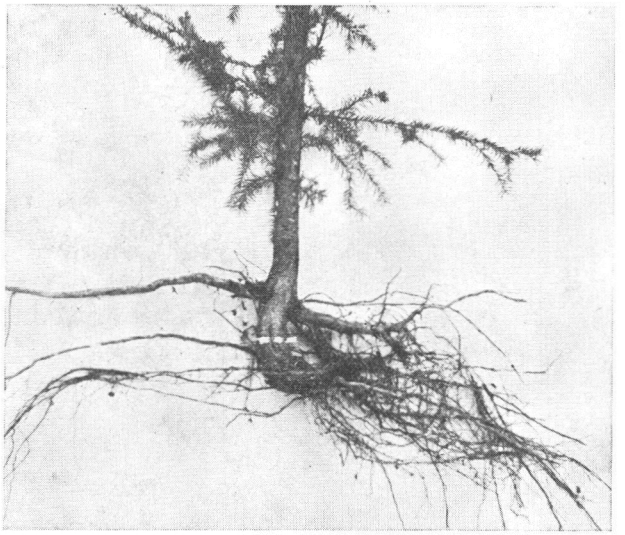
mm:n levyiset vastaavan leveyden ollessa parina viime vuotena kohdassa I noin kymmenkertainen. Samoin osoittavat uudesta sivujuuresta tehdyt leikkaukset suhteellisen hyvää paksuuskasvua myös juuren kärkiosassa. Nykyisen juurenniskan siirtyminen odottamattoman korkealle voidaan selittää johtuvaksi taimen istuttamisesta aivan liian syvään sekä runsaan lehtikarikkeen vuoksi tapahtuvasta maan pinnan »kasvusta». Samaa seikkaa valaisee kuvassa 10 oleva piirros, joka on laadittu 11-vuotisesta, 2/2-vuotisena myös OMT:n moreenimaalle istutetusta erittäin rehevästä kuusesta. Siihen on merkitty myös tehdyt ikämääräykset. Tässä tapauksessa uusi juuristo on 1-kerroksinen ja säännöllisesti joka puolelle kehittynyt laakajuuristo. Siihen verraten nykyinen alkuperäinen juuristo on aivan mitätön.



Kuva 10. 12-vuot., 2/2-vuotisena avoimen kuopan laitaan istutetun kuusen juuristo. Alkuperäisen juurenniskan alla oleva juuristo mustaksi merkitty. Tämän osan kasvavat juuret pyrkivät pinnalle. Ratkaisevasti suurin osa nykyistä juuristoa on istutuksen jälkeen syntynyt.

Abb. 10. Wurzeln einer 12-jähr., 2/2-jährig gegen die Wand einer offenen Grube gepflanzten Fichte. Die Wurzeln unter dem ursprünglichen Wurzelhals schwarz bezeichnet. Die wachsenden Wurzeln dieses Teils streben an die Oberfläche. Der grösste Teil des gegenwärtigen Wurzelsystems ist entschieden nach der Pflanzung entstanden.

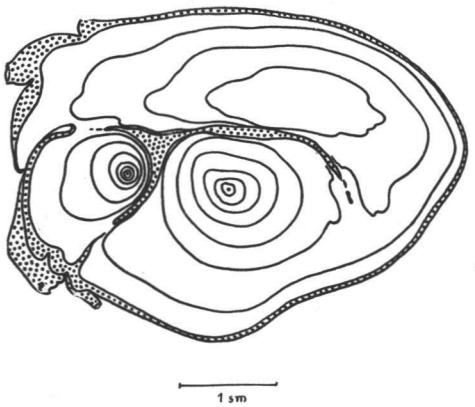
Edellä (siv. 25) on käynyt selville, että etenkin eräitä istutusmenetelmiä käytettäessä tainten juuristo kehittyy sikälikin epäedullisesti, että siihen muodostuu yhteenkasvettumia ja lahovikoja. Edelliset ovat yleisiä käytettäessä sellaisia istutusmenetelmiä, joissa juuristo tulee ahdetuksi yhteen kasaan, jopa istutuksessa avoimen kuopan laitaankin. Näin on käynyt myös kuvan 11 esittämässä tapauk-



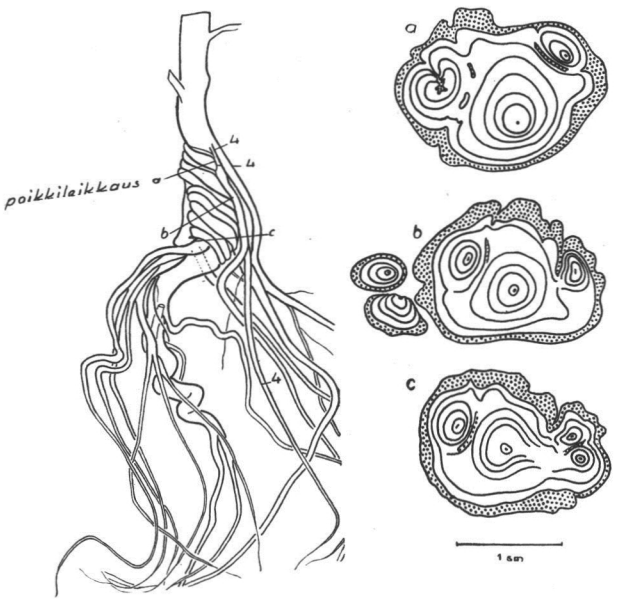
Kuva 11. Istutetun kuusen tyviosa, jonka »pääjuuri» on muodostunut 3 juuren kasvaessa yhteen. Valkean katkoviivan kohdalta on tehty kuvassa 12 oleva piirros.

Abb. 11. Eingepflanzte Fichte, deren »Hauptwurzel» durch Zusammenwachsen von 3 Wurzeln entstanden ist. Über die Stelle der hell gestrichelten Linie ist die Zeichnung auf Abb. 12 ausgeführt worden.

sessa. Samaa seikkaa valaisee myös piirros 12. Valokuvassa näkyy sillä kohdalla, josta poikkileikkauspiirros on tehty, kuoressa syvennys, joka vastaa kahden juuren välikköä. Muualla kuori on tasaista ja ehyttä. Tällainen juurten yhteenkasvaminen on yleinen myös



Kuva 12. Poikkileikkaus kuvassa 11 olevan kuusen »pääjuuresta».
Abb. 12. Querschnitt durch die »Hauptwurzel» der auf Abb. 11 wiedergegebenen Fichte.



Kuva 13. 6-vuot. istutetun männyn juuristo ja poikkileikkauksia »pääjuuresta».
Abb. 13. Das Wurzelsystem einer 6-jährigen gepflanzten Kiefer und Querschnitte durch die »Hauptwurzel».

männyllä. Sellaista tapausta edustaa kuva 13. Missään edellä käsitellyssä tapauksessa juurien yhteen kasvaminen ei ole aiheuttanut lahon muodostumista. Voidaan kuitenkin pitää todennäköisenä, että taimi ja nuori puu, jolla on runsaasti tällaista juuristoa, on alttiimpi maannousemasienten tartunnalle (mm. K a n g a s 1940) kuin taimi ja puu, jonka juuristo on vapaa tällaisista epämuodostumista. Sellaisten istutusmenetelmien käyttöä, joissa juuristo tulee puristetuksi yhteen, olisi näin ollen vältettävä etenkin maannousemasienten runsaasti saastuttamalla maalla. Vieläkin paremmat edellytykset lahotartunnalle on sellaisissa tapauksissa, joissa osakin juuristosta tulee istutettaessa suhteettoman syvälle, kuten kuvan 9 esittämässä tapauksessa. Kuvasta voidaan päätellä, ettei tule kulumaan montakaan vuotta ennen kuin taimen alkuperäinen juuristo on kuollut ja kuroutunut irti uudesta juuristosta. Näin syntynyt haava, joka umpeutuu hitaasti elävän puun suhteellisen heikon paksuuskasvun takia, muodostaa suotuisan kohdan lahon tunkeutumiselle uuteen juuristoon ja siitä edelleen puun runkoon.

Muiden puulajien juuriston yhteenkasvettumia ja mahdollista lahoutumista ei ole tutkittu.

Edellä olevan perusteella tullaan seuraaviin y l e i s p ä ä t e l m i i n:

Selvin juromiskausi on tutkituista puulajeista kuusella. Sitä lähinnä on lehtikuusi. Koivulla ja etenkin männyllä ei varsinaista juromisvaihetta ole. Jurominen aiheutuu lähinnä siitä, että taimen alkuperäinen juuristo istutuksen jälkeen jää suureksi osaksi hyödyttömäksi ja syntyy uusi pinnallinen juuristo.

Kuusella jurominen kestää keskimäärin 2—3 kasvukautta istutuksesta lukien. Useimmiten pituuskasvu on pienimmillään ja tainten laatu huonoimmillaan toisena kesänä istutuksesta, toisinaan ei ensimmäisen ja toisen kesän kasvussa ole sanottavaa eroa. Heikoilla istutustaimilla jurominen kestää kauemmin kuin voimakkailla, etenkin suojusmetsän alle istutettaessa. Suojusmetsässä juromisvaihe ei ole yleensäkään niin selvästi havaittavissa kuin aukealla istutusalalla.

Alkuperäisen juuriston joutuessa kokoon puristetuksi, etenkin eräissä istutusmenetelmissä, sen yhteenkasvaminen on yleistä. Tästä sekä alkuperäisen juuriston kuolemisesta on seurauksena epäedullisesti istutettujen tainten juuriston lahoaminen.

Juromiskauden lyhyyden sekä juuriston terveenä säilymisen kannalta laakaistutus on muita istutusmenetelmiä edullisempi, etenkin kuuselle.

Laiduntamisen vaikutus.

Tutkimuskohdista 7 a. 1, 7 b. 1 ja 7 c. 1 saadut tulokset osoittavat kahden ensi kasvukauden kuluttua istutuksesta seuraavia tainten kuolleisuusmääriä:

N:o 28.

			Laidunnetulla *auf dem geweideten Teil*	Laiduntamattomalla *Auf dem ungeweideten Teil*
Aukea — *Kahl*	7 a. 1	2/0-vuot. taimet, kuollut: *von den 2/0-jähr. Pflanzen sind gestorben:*	88 %	49 %
»	»	2/1- »	52 »	45 »
»	»	2/2- »	Kärsäkästuhoja — *Von Hylobius abietis beschädigt.*	
Harvenn. lepikkö *Durchforst. Grauerlenbestand*	7 b. 1	2/0-vuot. taimet, kuollut: *von den 2/0-jähr. Pflanzen sind gestorben:*	14 %	21 %
»	»	2/1- »	12 »	10 »
»	»	2/2- »	8 »	2 »
Luonnontilainen lepikkö *Undurchforst. Grauerlenbestand*	7 c. 1	2/0- »	34 »	18 »
»	»	2/1- »	18 »	6 »
»	»	2/2- »	10 »	2 »

Laidunnetut alat ovat siis jokseenkin poikkeuksetta olleet tässä suhteessa epäedullisempia kuin laiduntamattomat.

Edelläolevissa tapauksissa laiduntaminen ei ole ollut varsin tehokasta, vain keskimäärin 1 nautayksikkö (lehmiä ja hevosia) 5 ha:a kohden. Seuraavassa Turvan tilalla suoritetussa kokeessa se on ollut 2—3 ha nautayksikölle ja sitäpaitsi on laiduntaminen kestänyt pitemmän ajan kuin edellisillä aloilla. Molemmissa kasvaa leppäsuojusmetsä, metsätyyppi on OMT ja molemmissa on käytetty 2/2-vuot. kuusen taimia. Tarkastus on tehty syksyllä 1938, siis 5 ja 3 kasvukautta istutuksesta. Tulokset ovat seuraavat:

N:o 29.

Ala *Versuchsfläche*	Laiduntaminen *Weide*	Taimista % *Von den Pflanzen sind* % terveitä *gesund*	runkovikaisia *Stam ist beschädigt*	latvavikaisia *Gipfel ist beschädigt*	kuolleita *gestorben*
A	Laiduntamaton — *Ungeweidet*	78	10	5	7
	Laidunnettu — *Geweidet*	42	40	4	14
B	Laiduntamaton — *Ungeweidet*	78	5	9	8
	Laidunnettu — *Geweidet*	59	28	5	8

Seuraavassa tarkastetaan, minkälaisissa paikoissa edellämainittujen laatuluokkien taimet pääasiallisesti ovat.

N:o 30.

	A		B	
	laiduntamaton *ungeweidet*	laidunnettu *geweidet*	laiduntamaton *ungeweidet*	laidunnettu *geweidet*
Aukealla — *Kahl*				
Terveitä — *Gesund*, %	52	17	51	25
Runkovikaisia — *Stam ist beschädigt*, %	8	32	3	23
Latvavikaisia — *Gipfel ist beschädigt*, %	3	1	6	2
Kuolleita — *Gestorben*, %	3	12	7	6
Puun vieressä — *Am Baum*				
Terveitä — *Gesund*, %	17	16	17	12
Runkovikaisia — *Stam ist beschädigt*, %	1	5	1	2
Latvavikaisia — *Gipfel ist beschädigt*, %	1	2	—	1
Kuolleita — *Gestorben*, %	2	1	1	1
Kiven tai kannon vieressä — *Bei einem Stein oder Stock*				
Terveitä — *Gesund*, %	9	9	10	22
Runkovikaisia — *Stam ist beschädigt*, %	1	3	1	3
Latvavikaisia — *Gipfel ist beschädigt*, %	1	1	3	2
Kuolleita — *Gestorben*, %	2	1	0	1
Yhteensä — *Zusammen*, %	100	100	100	100

Tuloksista näkyy, että taimet, jotka on istutettu leppien tyven viereen sekä kivien ja kantojen laiteille, ovat säilyneet laidunnetuilla aloilla yhtä hyvin kuin laiduntamattomilla. Suurimmat tuhot karja aiheuttaa aukeilla paikoilla suojatta kasvaville taimille. Useimmat taimille aiheutetut vioittumat ovat rungossa. Täten tärveltyjä taimia on laidunnetulla alalla $^1/_4$—$^1/_2$ tainten luvusta. Jo pari kesää kestänyt laiduntaminen lisää istutettujen tainten kuolleisuutta usein huomattavasti, etenkin pienistä istutustaimista kyseen ollen.

Männyn ja koivun suhteesta laiduntamiseen on tutkimuksia tehty Raivolan kokeilualueeseen perustetuilla koeviljelysaloilla, jotka olivat laadulleen karumpia kuin Turvan tilan alat. Laidunaloilla oli keskimäärin 1 nautayksikkö hehtaarilla (Heikinheimo 1938). Kokeessa käytettiin myöskin kuusta. Tulokset osoittavat, että aukeilla laidunaloilla pienemmistä (2- ja 3-vuotisista) istutetuista männyn ja kuusen taimista on karjan pureskelemia keskimäärin n.

10 %, koivun taimista kaikki. Tallaamalla karja on vahingoittanut keskimäärin joka toista tainta. Näin syntyneihin haavoihin muodostuu lahopuuta verraten nopeasti etenkin koivulla ja kuusella. Männyn taimiin lahon synty on hitaampaa. Laiduntaminen tuhoaa koivunistutukset jo lyhyessä ajassa täydelleen; kuusen ja männyn kärsimät välittömät vahingot ovat suhteellisesti pienemmät ja myöhemmin esiintyvät lahotuhot edellisellä suuremmat kuin jälkimmäisellä.

Kirjallisuusluettelo.

Bornebusch, C. H. Sommerplantning af naaletraeer. Saertryck af Det forstl. Forsøgsvaesen i Danmark, XIV. M C M XXXVII. S. 97—.

Burckhardt, Heinrich. 1893. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. Trier.

Bühler. 1895. Versuche über den Einfluss der Pflanzzeit auf das Wachstum verschiedener Holzarten. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. S. 1—.

Büsgen, M. 1901. Einiges über Gestaltung und Wachstumsweise der Baumwurzeln. Allg. Forst- u. Jagdzeit. S. 273—.

Cheyney, E. G. 1927. The effect of position of roots upon the growth of planted trees. Jour. For. 25. S. 1013—.

Cieslar, A. 1892. Die Pflanzzeit in ihrem Einfluss auf die Entwickelung der Fichte und Weissföhre. Mittheil. a. d. forstl. Versuchsw. Österr. S. 1—.

Dücker, von, V. 1883. Ist die Pflanzung junger Kiefern mit entblösster Wurzel eine empfehlenswerte Kulturmethode? Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. S. 65—.

Engler, Arnold. 1903. Untersuchungen über das Wurzelwachstum der Holzarten. Mitteil. d. Schweizer. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. S. 243—.

Fischbach, Carl. 1870. Ueber die Nachtheile des allzutiefen Einsetzens der Fichtenpflänzlinge. Allgem. Forst- u. Jagdzeit. S. 417—.

Hertz, Martti. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. C. I. F. F. 20. 2.

—»— 1935. Kuusen juuriston ensi kehityksestä. A. F. F. 41. 3.

Heikinheimo, Olli. 1935. Kuusen keinollisesta uudistamisesta. Metsälehti n:o 1.

—»— 1938. Laiduntamisen puuntaimille aiheuttamista tuhoista. Metsät. Aikakausl. 1938. S. 16—.

—»— 1940. Metsäpuiden kasvattaminen taimitarhassa. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 29. 1.

Helms, Johs. og Wegge, Paul. 1916—21. Prikleforsøg. Det forstl. Forsøgsvesen i Danmark. S. 225—.

Hesselnik, E. 1930. Planttijdproeven met grove den *(Pinus silvestris)* en oostenrijksche den *(Pinus nigra austriaca)* in de jaren 1924 t/m 1927. Meddaelingen van het Rijksboschbouwproefstation.

Kangas, Esko. 1940. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. Metsät. Aikakausl. 1940. S. 129—.

Kienitz, M. 1919. Was ist denn jetzt Mode — Saat oder Pflanzung? Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. S. 417—.
Laitakari, Erkki. 1927. Männyn juuristo. A. F. F. 33. 1.
—»— 1935. Koivun juuristo. A. F. F. 41. 2.
Liese, J. 1926. Beiträge zur Kenntnis des Wurzelsystems der Kiefer. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. S. 129—.
Lindberg, Ferd. 1920. Sådd eller plantering? Skogen. S. 97—.
Magyar, Paul. 1929. Gyökérvizgálatok csemetekerti és szikes talajban. Refer: Wurzelstudien in Pflanzgarten und auf Szikböden. Erdézeti Kisérletek. S. 1—.
Mork, Elias. 1939. Litt om skogskultur. Saertrykk av Norsk Forstmannsforenings årbok 1939.
Möller, A. 1900. Ueber den Wühlspaten und das Pflanzholz mit Wühlspitze. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. S. 443.
Nobbe, Friedrich. 1875. Beobachtungen und Versuche über die Wurzelbildung der Nadelhölzer. Thar. forstl. Jahrb. S. 201—.
Resa, F. 1877. Ueber die Periode der Wurzelbildung. Bonn. Ei saatavana. Laajoja sitaatteja teoksessa Wieler 1894.
Reuss, H. und Moeller, J. 1881. Mittheilungen aus einem Versuchspflanzkamp auf der fürstlich Colloredo-Mannsfeldschen Domaine Dobřisch. Mittheil. a. d. forstl. Versuchswes. Öster. S. 182—.
Reuss, Hermann. 1907. Die forstliche Bestandsbegründung. Berlin.
Roze, E. 1938. Stādu saknu sakārtojuma un vasas augstuma pieauguma korrelācija. Refer: Korrelation zwischen der Wurzellagerung und dem Höhenzuwachs der Pflanzen. Latvijas mezū Petisanas stacijas raksti.
Spitzenberg, G. K. 1908. Ueber Missgestaltung des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmethoden. Deut. Forstzeit.
Stevens, Clark Leavitt. 1931. Root Growth of white Pine *(Pinus strobus* L.). Yale University School of Forestry. Bulletin N:o 32.
Vanselow. 1937. Die Kulturversuche der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt auf dem Köcherhof. Allgem. Forst- u. Jagdzeit. S. 33—.
Wegge, Paul. 1911, 1914. Dansk Skovforenings Arbejds- og Redskapsprøve 1911. Tidskrift for Skovvaesen 1911 (s. 195—), 1914 (s. 1—)
Wieler, A. 1894. Ueber die Periodizität in der Wurzelbildung der Pflanzen. Forstw. Centralbl. S. 333—.
Wibeck, Edward. 1923. Om missbildning av tallens rotsystem vid spettplantering. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. S. 261—.
Zederbauer, E. 1920. Ein Beitrag zur Kenntnis des Wurzelwachstums der Fichte. Centralbl. f. d. gesamte Forstwes.

Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden.

Olli Heikinheimo.

Die hier zu beschreibenden Versuche sind auf den Versuchsflächen der Forstlichen Forschungsanstalt in Punkaharju, Lapinjärvi, Turva und Ruotsinkylä ausgeführt worden, auf Flächen, die im südlichen Teil Finnlands, südlich von 62° n. Br. gelegen sind. Deren Anzahl beläuft sich auf insgesamt 264. Die Zahl der Pflanzlinge auf den verschiedenen Versuchsflächen beträgt wenigstens 100, gewöhnlich 200 bis 300. Wegen der Reichlichkeit des Materials sind die Ergebnisse meistens Mittelwerte mehrerer Versuchsreihen. Bei den Versuchen ist auch die Anordnung der Versuchsglieder in Reihen benutzt worden. Die am meisten untersuchte Holzart ist die Fichte.

Früher ausgeführte Untersuchungen.

(S. 6—12)

In diesem Kapitel wird kurz über die zuvor angestellten Untersuchungen berichtet, einerseits über die Ergebnisse der verschiedenen technischen Ausführung der Pflanzarbeit, anderseits über die als geeignet erachteten Pflanzzeiten.

Die technische Ausführung der Pflanzarbeit.

(S. 19—27, Zusammenstellungen und Tabellen 1—8)

Von den angewandten Pflanzmethoden lässt sich durch Abbildung 1 eine anschauliche Auffassung gewinnen. Dort fehlt jedoch die Keilpflanzung. Aus Zusammenstellung 1 ist der Unterschied zwischen den Ergebnissen einiger typischen Pflanzmethoden im ersten Herbst nach dem Einsetzen zu ersehen. Die mittlere Güte ist durch Einteilung der Pflanzen in 5 Klassen, von denen die mit 1 bezeichnete die beste bedeutet, erhalten worden. Bei diesen Versuchen hat man 2/2jährige Fichtenpflanzen benutzt. Nur Tabelle 8 bezieht sich auf Kiefer und sibirische Lärche.

Die hauptsächlichen Ergebnisse sind folgende:

Die Pflanzmethoden, die hinsichtlich der Lebenderhaltung, des Wachstums und der Beschaffenheit der Pflanzen zu untersuchen waren, ordnen sich nach der Vorteilhaftigkeit folgendermassen: Flachpflanzung, Pflanzung in die Mitte der Grube, Pflanzung gegen die Wand der Grube, Pflanzung unter Torf und Keilpflanzung. Am deutlichsten ersichtlich ist das aus der auf S. 22

wiedergegebenen Zusammenstellung 4, die eine Zusammenfassung mehrerer Versuchsreihen darstellt und 9 ½jährige, vor 5 ½ Vegetationsperioden gepflanzte Fichte betrifft.

Je sorgfältiger die Pflanzarbeit bei gleicher Pflanzmethode ausgeführt wird, um so besser ist das Ergebnis. Das wird beleuchtet durch Zusammenstellung 7, die sich 2 Vegetationsperioden nach der Pflanzung, als die Pflanzen 5jährig waren, ergeben hat. Der Unterschied war sogar 8 Jahre nach der Pflanzung noch zu erkennen. Die mittlere Länge der am wenigsten sorgfältig gepflanzten Fichten betrug dann 139 cm, die der sehr sorgfältig eingesetzten 172 cm.

Das Pflanzen in die Mitte der Grube ist auch insofern günstig, als der Stammansatz des auf der Pflanzungsfläche sich entwickelnden Baumes geradliniger und das Wurzelsystem weniger zusammengewachsen und dem Verfaulen ausgesetzt ist wie bei den meisten anderen Pflanzmethoden (Tabelle 6). Als am zweckdienlichsten kann auch in dieser Hinsicht die Flachpflanzung gelten.

Das Obige betrifft in erster Linie den Mineralboden. Auf Moorböden weichen die Ergebnisse der verschiedenen Pflanzverfahren viel weniger von einander ab (Tabelle 5).

Die Beschaffenheit der für die Pflanzung zu benutzenden Pflanzen.

Die Beschaffenheit der einzusetzenden Pflanzen wechselt nach deren Holzart, Alter, Verschulung, nach dem Kürzen (Beschneiden) der Wurzeln sowie nach der Sortierung der Sämlinge. Im folgenden sind diese Gesichtspunkte getrennt zu behandeln.

Alter und Verschulung.

(S. 28—32, Zusammenstellungen und Tabellen 9—12)

Die erhaltenen Ergebnisse führen zu folgenden Schlüssen über die Fichte:

Bei der Beurteilung der Verwendungsmöglichkeit verschieden alter Pflanzen ist ihrer Lebenderhaltung nach dem Einsetzen sowie der Geschwindigkeit, mit der die bepflanzte Fläche sich bewaldet, Aufmerksamkeit zuzuwenden. In beiderlei Hinsicht ist die 2/2jährige Pflanze am günstigsten. Sie ist unter allen Bedingungen die sicherste Gemeinpflanze. Das zeigt besonders Zusammenstellung 11, die dem Mittelwert mehrerer verschiedenen Versuchsreihen entspricht. Das Resultat hat sich 6 Vegetationsperioden nach der Pflanzung ergeben. Mit unverschulten 2/0- und 3/0jährigen Pflanzen kann die Aufforstung nur unter besonderen Verhältnissen, auf schwächerem Standort (Tabelle 12, MT) und unter Schirmbäumen gelingen. Unter Schirm wächst die Pflanze jedoch langsam, und ihre Beschaffenheit ist schlecht (u. a. Tabelle 10). Die 2/1- und 1/2jährige Pflanze kann unter mittelmässigen Verhältnissen ein befriedigendes Resultat geben. Die Aufforstungsgeschwindigkeit ist bei der Verwendung von schwachen Pflanzen so langsam, dass es in vielen Fällen als wirtschaftlich rentabler gelten kann, starke verschulte Pflanzen auch in solchen Fällen zu benutzen, in denen auch die schwächeren wahrscheinlich ziemlich gut am Leben bleiben könnten. Auch noch etwa zehn Jahre nach der Pflanzung kann der Höhenunterschied zwischen den verschieden alt versetzten Pflanzen und Bäumen zunehmen, wie aus den Zahlen hervorgeht, die die Länge des letzten Jahrestriebes angeben (u. a. Tabelle 12). Wenn die Pflanzen unter Schirmbäumen eingesetzt werden, ist dieser Höhenunterschied kleiner als auf offener Fläche.

Auch die verschulten Pflanzen von Kiefer, Birke und Lärche sind für die Pflanzung besser geeignet als ebenso alte unverschulte; sie sind am besten, wenn sie jedes Jahr verschult werden.

Die Verwendung von grossen Pflanzen verursacht natürlich grössere Kosten als die von kleinen. Die kleineren Pflanzen sind jedoch in verhältnismässig höherer Anzahl zu verwenden als die grossen, was diesen Unterschied ausgleicht. Auch ist es klar, dass die Wurzeln der grossen Pflanzen, wenn die Arbeit des Einsetzens wenig sorgfältig ausgeführt wird, den Fäuleschäden stärker ausgesetzt sind als die der kleinen.

Das Kürzen der Wurzeln.

(S. 32, Tabelle 13)

Wenngleich der Versuch u. a. wegen der Abwechslung des Schirmwaldes nicht ganz einwandfrei ist, lassen die Zahlen doch die allgemeine Richtung erkennen, dass die Kürzung der Wurzeln bei den Fichtenpflanzen deren Abgang vermehrt sowie anfangs deren Wachstum geschwächt hat. Das Ergebnis stimmt demnach in den Hauptzügen überein mit den Resultaten, die sich bei der Ausführung von vergleichenden Verschulungsversuchen mit Baumschulpflanzen herausgestellt haben (Heikinheimo 1940).

Die Sortierung der Pflanzen.

(S. 32—34, Zusammenstellungen 14—17)

Wenn dieselben für die Pflanzung zur Verfügung stehenden Fichtenpflanzen der Grösse nach auf Klassen verteilt werden, sind die kleinen, mittelgrossen und grossen mit Rücksicht auf das waldbauliche Gelingen in gleicher Reihenfolge ungleichwertig; von den kleinen Pflanzen gehen nach dem Pflanzen verhältnismässig am meisten ein, und ihr Höhenzuwachs ist wenigstens in den zehn ersten Jahren geringer als das der anderen. Auch der Unterschied der mittelgrossen und grossen Pflanzen ist ständig festzustellen. Das beleuchten die Zusammenstellungen 15 und 17, bei welchen beiden es sich um 11jährige, um 4jährig sortierte und versetzte Fichtenpflanzen handelt.

Bei der Verschulung von Pflanzen für den Waldbau und bei der Beschaffung solcher für Waldpflanzungen sind somit alle schwächeren Pflanzen unbenutzt zu lassen.

Pflanzzeit.

(S. 34—36, Tabelle 18)

Das Pflanzen von Fichte ist in drei Fällen in den meisten Monaten der Vegetationsperiode unternommen worden. Dabei haben die Pflanzungsflächen in der Nähe der Baumschule gelegen.

Die Ergebnisse führen zu folgenden Schlüssen:

Für Fichte bringen Frühjahrs- und Herbstpflanzung ein hauptsächlich ähnliches Ergebnis; ein wesentlicher Unterschied im Abgang wie im Zuwachs der Pflanzen hat sich nicht erkennen lassen. Wenn die Sprosse hervorgebrochen und noch unverholzt sind, besteht die für die Pflanzung am wenigsten geeignete Zeit. Auch für Birke kann sowohl Frühjahrs- als auch Herbstpflanzung angewandt werden.

Für Kiefer ist die Herbstpflanzung offenbar ungünstiger als die Frühjahrspflanzung, mit der Lärche verhält es sich ebenso.

Schirmbestand.

(S. 37—43, Tabelle 19, Zusammenstellungen 20—23)

Über die Benutzung von Schirmwäldern und -bäumen auf den Pflanzungsflächen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

Der Schirmbestand, den man in Finnland nur für Fichte benutzen kann, bietet auf Pflanzungsflächen folgende Vorteile:

1. Der Abgang der eingesetzten Pflanzen, besonders wenn schwächere als 2/2jährige benutzt werden und wenn es sich um gute Waldtypen handelt, ist geringer als auf offener Fläche. Der grösste Unterschied in dieser Hinsicht besteht zwischen einer älteren, reichlich verunkrauteten Fläche eines guten Waldtypus und einer mit Schirmwald bestandenen desselben Waldtypus, der kleinste Unterschied zwischen einer jungen unkrautfreien Hiebsfläche eines schwächeren Waldtypus und einer entsprechenden mit Schutzwald bestandenen Fläche.

2. Der Schirmbestand steigert mit seiner Holzerernte den Ertrag der Pflanzungsfläche. Dadurch kommen in vielen Fällen die Pflanzungskosten schon in einigen Jahren wieder ein.

3. Der Schirmbestand schützt die Pflanzen vor Frostschäden, was besonders für frostgefährdete Stellen von Bedeutung ist.

Der Schirmbestand hat folgende Nachteile:

1. Der Schirmbestand behindert den Zuwachs der eingesetzten Pflanzen. Verhältnismässig am nachteiligsten ist ein Schirmbestand, der aus Birke besteht, weniger ungünstig sind Kiefer und Grauerle. Je dichter der Schirmbestand ist, um so wirksamer behindert er die Entwicklung der Pflanzen.

2. Den Schirmbestand so zu beseitigen, dass der unter ihm wachsende, gepflanzte Bestand nicht beschädigt wird, ist meistens beschwerlich und mühsam, weit mühsamer als das Fällen und Abtransportieren der Bäume von unbepflanzten Flächen.

Aus dem Obigen folgt, dass, soweit die Pflanzung von Fichte auf gutem Standort möglichst gut gelingen soll, sie unter leicht zu rodendem Schirmbestand von geeigneter Dichte vorzunehmen ist, einem Schirmbestand, der gleich abgetrieben wird, wenn die Pflanzen so weit entwickelt sind, dass das auf der Pflanzungsfläche entstehende Unkraut und der Ausschlag ihnen keinen nennenswerten Schaden mehr verursacht. So verhält es sich meistens nach beendeter Brütezeit der Pflanzen, bei der Benutzung von 2/2jährigen Fichtenpflanzen durchschnittlich 5 Jahre nach dem Einsetzen.

»Brüten».

(S. 43—53, Zusammenstellungen 24—27)

Die deutlichste Brütezeit besteht unter den untersuchten Holzarten bei der Fichte. Nach ihr kommt die Lärche. Die Birke (Zusammenstellung 26) und vorwiegend die Kiefer haben keine eigentliche Brütezeit (Zusammenstellung 25, die den Zuwachs des Pflanzjahres angebende Zahl ist kursiv gedruckt und bedeutet für die Birke die Jahrringbreite in Millimetern, für die Kiefer den Höhenzuwachs in Zentimetern). Das Brüten ist in erster Linie

dadurch bedingt, dass das ursprüngliche Wurzelsystem der Pflanze nach dem Einsetzen grossenteils nutzlos bleibt und ein neues oberflächliches Wurzelsystem entsteht. Diese Frage ist durch Anstellen von Wurzelanalysen geklärt worden, die das Alter der wilden, der Baumschul- und der eingesetzten Pflanzen zeigen. Eine Übersicht darüber findet sich in der Zusammenstellung 27, und in ihr bedeutet die Altersklasse der Wurzeln, um wie viele Jahre die Wurzeln jünger als die Pflanze sind. Die Abb. 5, 6 und 7 beleuchten den Bau der Wurzeln von Fichten-, Kiefern- und Birkenpflanzen in diesem Sinne, desgleichen die Abb. 8 und 10.

Bei der Fichte dauert das Brüten durchschnittlich 3 Vegetationsperioden von der Pflanzzeit an (Zusammenstellung 24). Meistens ist im zweiten Sommer nach der Pflanzung der Höhenzuwachs am geringsten und die Beschaffenheit der Pflanzen am schlechtesten, bisweilen besteht kein nennenswerter Unterschied im Zuwachs des ersten und des zweiten Sommers. Bei schwachen Pflanzen (u. a. 2/0jähr.) dauert das Brüten länger als bei starken, vorwiegend bei Pflanzung unter Schirmbestand. Unter Schirmbestand ist die Brütezeit im allgemeinen nicht so deutlich zu unterscheiden wie auf offener Pflanzungsfläche.

Die Entstehung von neuen oberflächlichen Adventivwurzeln führt zum Kümmern und Absterben des ursprünglichen Wurzelsystems (Abb. 9), besonders bei der Anwendung von einigen Pflanzmethoden. Derartige Wurzeln sind natürlich sehr anfällig für Pilzschäden. Diese Gefahr wird auch durch das Zusammenwachsen der Wurzeln gesteigert (Abb. 11 und 12).

Mit Rücksicht auf die Kürze der Brütezeit wie auch auf die Gesunderhaltung der Wurzel ist die Flachpflanzung vorteilhafter als die übrigen, vorwiegend für die Fichte.

Einfluss der Beweidung.

(S. 54—56, Zusammenstellungen 28—30).

Aus der Zusammenstellung 28 ist zu ersehen, dass von den Fichtenpflanzen, vorwiegend von den kleineren, während der zwei ersten Vegetationszeiten nach der Pflanzung ausnahmslos bedeutend mehr Pflanzen auf beweideter als auf unbeweideter Versuchsfläche abgestorben sind. Ausserdem finden sich unter den am Leben gebliebenen auf ersterer bedeutend mehr beschädigte, vor allem stammschadhafte (ca. 25—50 %), als auf letzterer (Zusammenstellung 29). Den grössten Schaden verursacht das Vieh (in diesem Fall Kühe und Pferde) den an offenen Stellen gewachsenen Fichtenpflanzen (Zusammenstellung 30); neben einem Baumansatz sowie in der Nähe von Steinen und Stubben bleiben die Pflanzen auch auf beweideter Fläche gut erhalten.

Auf ein Weidegebiet wurden versuchshalber Kiefern-, Fichten- und Birkenpflanzen versetzt. Die Ergebnisse zeigten, dass auf offenen Weideflächen ca. 10 % der kleineren 2- und 3jährigen eingesetzten Kiefern- und Fichtenpflanzen und alle Birkenpflanzen durch das Vieh angebissen waren. Durch Viehtritt war durchschnittlich jede zweite Pflanze beschädigt. In den so entstandenen Wunden bildet sich verhältnismässig rasch bei Birke und Fichte Faulholz. An Kiefernpflanzen entsteht die Fäule langsamer. Die Beweidung zerstört die Birkenpflanzungen schon in kurzer Zeit völlig, die von Fichte und Kiefer erlittenen unmittelbaren Schäden sind verhältnismässig geringer und die später auftretenden Schäden bei jener grösser als bei dieser.

METSÄMAAMME

VALTAKUNNAN METSIEN TOISEN ARVIOINNIN TULOSTEN VALOSSA

V. T. AALTONEN

ZUSAMMENFASSUNG:

DIE FINNISCHEN WALDBÖDEN

NACH DEN ERHEBUNGEN DER ZWEITEN REICHSWALDSCHÄTZUNG

HELSINKI 1941

Helsinki 1941. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällys

sivu

Johdanto 5

1. Aluejako 8

2. Maalaji ja metsätyyppi 13
Metsätyyppien jakaantuminen maalajien kesken 13
Maalajien jakaantuminen metsätyyppien kesken 16

3. Maalaji ja puulaji 18

4. A-horisontti 21
A-horisontti ja metsätyyppi 21
A-horisontti ja maalaji 22
A-horisontti ja maalaji metsätyypeittäin 23
A-horisontti ja puulaji 25

5. Humuskerros 28
Humuskerros ja metsätyyppi 28
Humuskerros ja maalaji 29
Humuskerros ja maalaji metsätyypeittäin 30
Humuskerros ja puulaji 32
Humuskerros ja A-horisontti 32

6. Kivisyys 35

7. Maa ja metsikön valtapituus 37
Maalaji ja valtapituus 38
A-horisontti ja valtapituus 45
Kivisyys ja valtapituus 51

8. Yleiskatsaus tuloksiin 58

Zusammenfassung 63

Johdanto

Jo valtakunnan metsien ensimmäisessä arvioinnissa, joka suoritettiin vuosina 1921—24, kiinnitettiin huomiota myöskin metsämaan laatuun sikäli, että kuljetuilla arvioimislinjoilla tehtyihin muistiinpanoihin sisällytettiin myöskin maalajia ja kivisyyttä koskevat merkinnät. Maalajeja eroitettiin: harjusora, hiekkamaa, morenisora, hiesumaa ja savimaa, ja morenisora jaettiin kivisyyden mukaan kolmeen luokkaan: vähäkivinen, kiviperäinen ja kallionkkoinen. Kaikkiaan n. 60 000—70 000 maakuviolla tuli näin maalaji selvitetyksi. Kuten prof. Ilvessalo huomauttaa arvioimistyön tuloksista maan osalta julkaisemassaan yhteenvedossa »Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla» (Metsätieteell. tutkimuslait. julk. 18, 5, 1933), maalajin tarkka määrääminen oli tietenkin usein vaikeaa, eikä kerääntynyt aineisto ollut likimainkaan niin varmaa kuin se olisi ollut, jos maalaji olisi ollut tutkimusten pääkohteena. Maalajin määräämisen voi kuitenkin — Ilvessalon mukaan — päätellä siinä määrin onnistuneen, että aineistoa saatanee pitää riittävän luotettavana metsätyyppien esiintymistä eri maalajeilla koskevaa yleispiirteistä selvittelyä varten.

Ensimmäisen arvioinnin tuloksista maan osalta mainittakoon, että sama metsätyyppi saattoi esiintyä useilla maalajeilla, eikä maalaji siis, kuten Ilvessalo huomauttaa, suinkaan ilman muuta ilmaise kasvupaikan hyvyyttä. Tavallisesti ilmeni kuitenkin ainakin jonkinlaista saman metsätyypin keskittymistä määrätyille maalajeille ja muutamat maalajit taas olivat tyypille vähän merkitseviä. Maalajien jakaantumisesta eri metsätyyppien kesken voitiin yleisenä piirteenä todeta, että kaikki maalajit jakaantuivat useiden metsätyyppien osalle, mutta eräillä maalajeilla tavattiin kuitenkin pääasiallisesti hyviä ja toisilla yleisimmin keskinkertaisia ja karuja metsätyyppejä. Puulajien suhteesta maalajiin todettiin, että kuusi- ja lehtipuuvaltaisista metsistä oli savi- ja hiesumailla suurempi osa kuin mäntyvaltaisista, jotka olivat levinneet hiekka- ja harjusoramaille paljon yleisemmin kuin kuusi- ja lehtipuuvaltaiset metsät.

Tässä yhteydessä kysymyksessä olevassa valtakunnan metsien toisessa arvioinnissa, jonka ulkotyöt suoritettiin vuosina 1936—38, kerättyyn aineistoon sisällytettiin siihenkin merkintä myöskin maalajista ja kivisyydestä, mutta lisäksi tehtiin nyt eräitä muistiinpanoja myöskin maannoksen [1]) laadusta. Kaikki nämä merkinnät tehtiin

[1]) Maannoksella tarkoitetaan rapautumisen muuttamaa luonnontilaisen maan pintakerrosta. Meidän oloissamme on vallitsevana maannostyyppinä ns. podsoli (nimitetty myöskin uutemaaksi).

tällä kerralla vain kasvullisen metsämaan koealoilla, joita otettiin kullakin linjalla joka 1 000 m päästä (mikäli kohta sattui metsämaalle). Koealat olivat ympyrän muotoisia ja niiden koko oli yleensä 1/10 ha. Maalajien luokituksessa, kivisyyden arvioinnissa ja maannoksen kuvauksessa noudatettiin seuraavia, koko arvioimistyön suunnittelijan ja johtajan prof. Ilvessalon ohjeita (»II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja työohjeet», Helsinki 1936):

»Maalajeja erotetaan (kovilla mailla):

1. harjusora (merkki h), joka käsittää kaiken kokoisia, yleensä verraten pyöristyneitä ja sileitä aineksia (järkäleitä, mukulakiviä, soraa [raesuuruus yli 2 mm] ja hiekkaa); harjusora on lajittunutta päällekkäisiksi, vahvuudeltaan vaihteleviksi kerroksiksi, joissa pääaineksena on jokin mainituista raesuuruuksista.

2. moreenisora (m), valtavasti yleisin maalaji, joka samoin kuin edellinen käsittää kaiken kokoisia, tavallisesti särmikkäitä tai vain vähän pyöristyneitä aineksia; ei yleensä minään kerroksina, vaan lajittumattomana sekoituksena. Erotetaan kaksi lajia:

a) hietainen (mh), jossa hienoin aines on pääosalta hietaa, ja

b) hiesuinen ja savinen (ms), hienoin aines pääosalta hiesua ja savea;

3. hiekkamaa (hk), pääaineksena raesuuruusaste 2—0.2 mm;

4. hietamaa (ht); hyvin hienoa hiekkaa, raesuuruusaste 0.2—0.02 mm;

5. hiesu- ja savimaa (s); hiesu on hietaakin hienompaa, saven kaltaista, mutta ei plastillista; savi yhä hienompaa ja plastillista.

Joissakin tapauksissa voidaan vielä huonokasvuisilla metsämailla puhua kivikko- ja somerikkomaista, joissa pääaineksena ovat 20—2 cm:n suuruiset kivet ja mukulat (Pohjois-Suomen vaarojen laella, joskus entisten rantojen paikkeilla jne.), sekä louhikkomaista, joissa ainekset ovat yleensä yli 20 cm:n vahvuisia järkäleitä.

Kivisyys kuvataan kolmella asteella: 1. kivetön ja vähäkivinen, 2. hyvin kivinen-kiviperäinen ja 3. kalliokkoinen.

Humus- (l. turve-) kerroksen ja A-horisontin eli valkomaan (humuskerroksen alla oleva enemmän tai vähemmän vaalea, huuhtoutunut kerros) vahvuuden tutkimista varten kaivetaan koealalle n. 20 × 20 cm²:n laajuinen ja 20 cm:n syvyinen, pystysuora-seinäinen kuoppa neljään kohtaan: keskipisteestä 10 m:n päähän linjan suunnassa eteen ja taaksepäin sekä samoin keskipisteestä 10 m:n päähän linjan kummallekin puolelle kohtisuoraan linjan suuntaa vastaan mitattuna. Humuskerroksen vahvuusluokat erotetaan seuraavasti: 1. alle 2 cm, 2. 2—4 cm ja 3. yli 4 cm, sekä A-horisontin seuraavasti: 1. (merkki: —) epäselvä, tuskin erotettavissa, 2. (merkki: +) selvä, < 3 cm ja 3. (merkki: ++) selvä, 3 cm ja yli. Kustakin tutkimuskohdasta saadut tulokset merkitään erikseen lomakkeeseen.»

Näissä ohjeissa on maalajien luokituksessa ja kivisyyden arvioinnissa käytetty menettelytapa melkein kokonaan prof. Ilvessalon suunnittelema, humuskerroksen ja A-horisontin paksuusluokat taas ovat tämän kirjoittajan ehdottamat. Seuraavassa esiteltävä aineisto

on saatu prof. Ilvessalon käytettäväkseni antamista arvioimistyön koealojen muistiinpanoista siirtämällä niistä tässä yhteydessä tarvittavat tiedot tarkoitusta varten laadituille korteille. Olen kiitollinen prof. Ilvessalolle ja metsänarvioimisen tutkimusosaston assistentille maist. Olavi Linnamiehelle aineiston käsittelyn tässä vaiheessa saamistani neuvoista ja ohjeista.

Koealoja kasvullisilta metsämailta kertyi kaikkiaan vähän yli 9 000 kpl. Kun osasta puuttuivat maata koskevat merkinnät, jäi jäljelle 7 953 koealaa.

Ennen tulosten esittelyä on syytä huomauttaa, ettei nyt enempää kuin ensimmäisessäkään arvioimistyössä voineet tulla kysymykseen varsinaiset maatutkimukset, ja että työn ovat suorittaneet metsänhoitajat, jotka eivät ole saaneet tällaisiin tutkimuksiin vaadittavaa erikoisvalmennustakaan. Mainittava on myös, ettei aikaisemmin ole meillä eikä liioin muualla suoritettu mitään sentapaista ja -laajuista, maannostumissuhteita koskevaa tilastollista tutkimusta kuin mistä tässä on kysymys, eikä työtä suunniteltaessa siten voitu käyttää apuna entisiä kokemuksia.

Maalajien luokitusta varten olisi maata tutkittava ainakin n. ½ m syvyyteen ja eksaktisissa tutkimuksissa vieläpä 1 ½—2 m syvyyteen saakka. Maalajien määrittely ulkona kentällä jää sittenkin ilman erityisiä apuneuvoja aina enemmän tai vähemmän epävarmaksi. Nyt tehdyissä tutkimuksissa maalajin arviointi on ollut perustettava yleisiin maata ja maastoa koskeviin havaintoihin ja niihin pieniin kuoppiin, jotka koealoille kaivettiin maannoksen kuvausta varten, joten on selvää, että maalajien luokitus on jäänyt verraten ylimalkaiseksi ja puutteelliseksi. Lisäksi oli luokitus koetettava saada mahdollisimman yksinkertaiseksi eikä m. m. suurta, geologista morenimaiden maalajiluokkaa, johon kuuluu metsätaloudellisesti ja kosteussuhteidensa puolesta monenlaatuisia maita, voitu jakaa useampiin kuin kahteen alaluokkaan. Tämäkään jako ei nähtävästi ollut onnistunut ja tarkoitustaan vastaava, sillä aineistossa ovat morenimaat melkein kokonaan joutuneet yhteen (l. hietaiseen) luokkaan. Samoin kuin maalajin oli maannoksenkin osalta koetettava työtä suunniteltaessa selviytyä muutamin yksinkertaisin merkinnöin, ja oli verraten epävarmaa, osoittautuisivatko edellä mainitut humuskerroksen ja A-horisontin paksuusluokat tarkoitustaan vastaaviksi. Tuloksista päätellen täytynee luokitusta kuitenkin pitää suurin piirtein tyydyttävänä. Vaikeuksia on vain tuottanut aineiston käsittelyssä keskiarvon määrääminen kunkin koealan neljästä havaintokohdasta, sillä maannoksen laatu vaihtelee huomattavasti jo pienelläkin alalla varsinkin kivisissä morenimaissa, ja suurin osa

maista kuuluu juuri niihin. Työohjeissa jäi myöskin huomauttamatta, että kuopalle määrätty 20 cm syvyys oli tarkoitettu mitattavaksi kivennäismaan pinnasta, mutta koska tutkittujen maiden humuskerros on kuitenkin yleisesti ollut verraten ohut, on A-horisontti nähtävästi yleensä tullut kokonaisuudessaan esille, vaikka kuopan syvyys olisi käsitetty mitattavaksi humuskerroksenkin pinnasta. Kivisyyden arviointi lopuksi on tietenkin jäänyt melkoisen ylimalkaiseksi ja subjektiviseksi.

Edellä mainituista aineiston erilaisista puutteellisuuksista huolimatta tutkimustyön tulokset kuitenkin useassa suhteessa laajentavat tietoa metsämaastamme ja ansaitsevat siksi tulla julkisuudessa esitellyiksi.

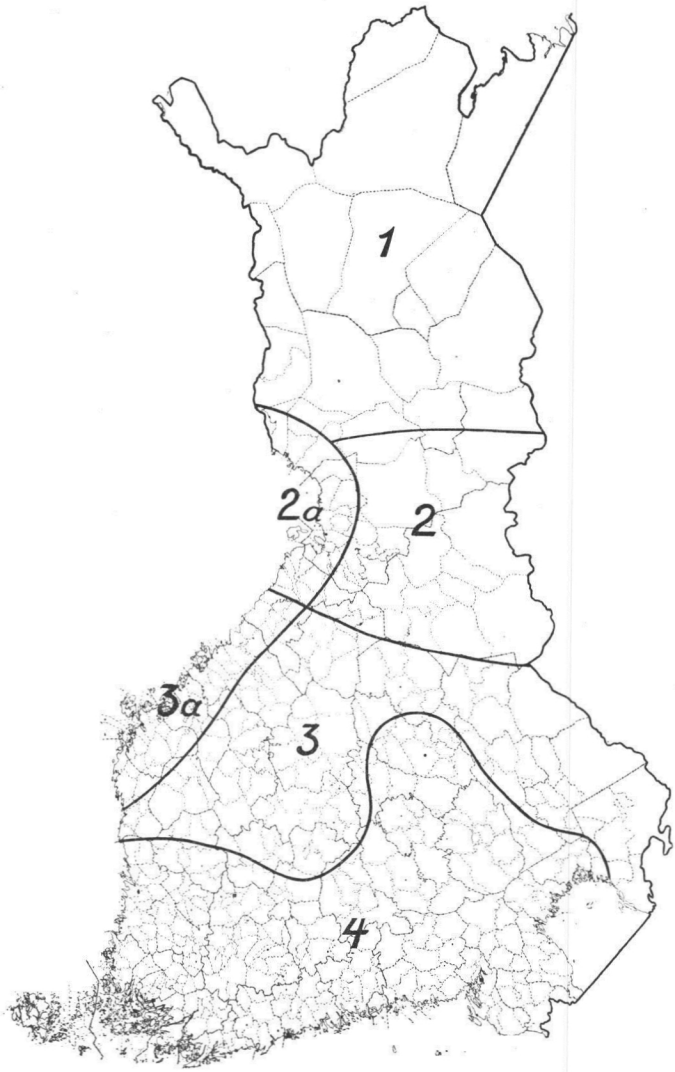
Työ oli painovalmiina, mutta painatustyötä ei oltu ehditty aloittaa, kun Suomen ja Neuvosto-Venäjän välillä syttyi tätä kirjoitettaessa vielä jatkuva sota. Painatuksen lykkääntymisestä näihin muuttuneihin oloihin seurasi, että julkaisu oli suurelta osalta kirjoitettava uudestaan, sillä sen käsittämästä aineistosta oli jätetty pois alueet, jotka menetimme Moskovan pakkorauhassa v. 1940, mutta nyt oli sekä mahdollista että asiallisesti välttämätöntä ottaa käsiteltäväksi aineisto kokonaisuudessaan l. valtakunnan vanhoja rajoja myöten. Taulukkoihin 1—21 ja vastaaviin diagrammeihin, karttoihin ja tekstiin on siten tehty lisäaineiston aiheuttamat muutokset. Luku 7 »Maa ja metsikön valtapituus» on sitä vastoin esitetty aikaisemmassa muodossaan, koska tehdyt koelaskelmat osoittivat aineiston lisäyksestä johtuvat muutokset siksi vähäisiksi ja sen laatuisiksi, että lopputulokset ja päätelmät pysyivät pääpiirtein entisinä.

1. Aluejako.

Ensimmäisenä tehtävänä aineiston käsittelyssä oli saada yleissilmäys maannostumissuhteisiin A-horisontin paksuuden perusteella, jotta nähtäisiin, olisiko niissä joitakin alueittaisia l. regionalisia eroavaisuuksia. Tarkoitusta varten merkittiin kartalle arvioimislinjoille yleisimpien metsätyyppien kaikki sellaiset koealat, joissa A-horisontin paksuuden keskiarvoksi oli saatu 1 tai 3, toisin sanoen heikoimmin ja voimakkaimmin huuhtoutuneet maat. Arvioimistyössä kasvupaikkojen kuvauksissa muistiinmerkityistä tärkeimmistä kasvilajeista on m. m. *Empetrum nigrum* tunnettu erityisesti pohjoisena lajina ja koska maannostumisessa ilmaston laatu näyttelee tärkeää osaa, merkittiin kartalle myöskin kaikki ne koealat, joilla kasviluetteloiden mukaan esiintyi *Empetrumia*. Ottamalla edelleen huomioon korkeussuhteet ja aikaisemmat maannostumista koskevat tiedot

tultiin aluejakoon, jota esittää oheinen kartta (kuva 1). Alueet on siinä merkitty numeroin (ja kirjaimin): 1, 2, 2 a, 3, 3 a ja 4.

A-horisontin paksuutta esittävillä, edellä mainituilla kartoilla eroittautui valtakunnan eteläisin osa, suunnilleen 62. leveysastetta



Kuva 1. Maannostumisalueet.
Abb. 1. Die Bodenbildungsgebiete.

myöten, verraten selvästi heikoimmin huuhtoutuneena alueena. Itäpuoliskolla, Savon kohdalla, heikosti huuhtoutunutta maata kuitenkin näytti esiintyvän jonkin verran pohjoisempanakin. Aikoinaan laajalti harjoitetun kaskiviljelyksen takia on varsinkin tässä kysymyk-

sessä olevassa alueessa olemassa mahdollisuus, ettei maannostumissuhteista saataisi luotettavaa kuvaa, mutta jo aikaisempienkin tutkimusten perusteella voi kuitenkin päätellä, että kaskeamisesta huolimatta alkuperäinen maannostyyppi yleensä painaa leimansa kunkin seudun maannostumissuhteisiin. Huomautettakoon myös, että nytkin saadun tilaston mukaan esim. Pohjois-Karjalassa, vaikka sielläkin on kaskiviljelystä harjoitettu verraten laajassa mitassa, maa osoittautuu suhteellisen voimakkaasti huuhtoutuneeksi. Vielä on mainittava, että tapaukset, joissa koealamuistiinpanoissa on esiintynyt merkintä »kaskettu», on tässä yhteydessä jätetty huomioon ottamatta. Kaiken kaikkiaan voidaan alueiden 4 ja 3 välistä rajaa pitää verraten selväpiirteisenä ja selvempänä kuin yleensä muita rajoja.

Siirryttäessä pohjoisemmaksi maa nyt saatujen tulosten niin kuin aikaisempienkin havaintojen mukaan muuttuu voimakkaammin huuhtoutuneeksi. Mitään jyrkkiä regionalisia eroja ei kylläkään voida todeta, mutta sellaisia ei itse asiassa voida odottaakaan. Onhan tässä pohjaltaan kysymys ilmastollisista oloista, jotka vuorostaan ovat riippuvaisia varsinkin korkeussuhteista, ja meidän oloissamme ovat näiden vaihtelut suhteellisen vähäisiä. Rajoitettaessa aluetta 3 pohjoiseen päin on osittain nojauduttu A-horisontin paksuuden muuttumiseen, osittain korkeussuhteisiin ja *Empetrumin* yleisyyteen. *Empetrumin* esiintymistä havainnollistavalla kartalla eroittautuu alue 2 alueesta 3 huomattavasti *Empetrum*-rikkaampana, mitkä syyt tähän ilmiöön sitten lienevätkin. Mainittakoon, että alueissa 1, 2, 3 ja 4 koealojen luku, joilla esiintyy *Empetrumia*, on alueiden koealojen koko luvusta seuraava:

alue	1	43 %
»	2	44 »
»	3	10 »
»	4	2 »

Sitäpaitsi on *Empetrumin* runsaus yksityisillä koealoilla, joka ei tule esille näissä %:luvuissa, alueessa 2 huomattavasti suurempi kuin alueessa 3 [1]). — Alueet 1 ja 2 on eroitettu toisistaan pääasiallisesti korkeussuhteiden perusteella. A-horisontin paksuusluokkien jakaantumisessa ei niiden välillä keskimäärin aluetta kohti ole sanottavaa eroa, mutta kuten edempänä selviää, eroavat alueet 1 ja 2 metsätyyppiensä puolesta toisistaan varsin huomattavasti, ja tästä

[1]) Kuten tunnetaan, tulee Pohjois-Suomessa ja Lapissa *Empetrumin* ohella vielä m.m. *Ledum palustre* verraten yleiseksi kangasmaillakin. Selostettavan aineiston mukaan oli koealoja, joilla esiintyi *Ledumia*, alueissa 1, 2, 3 ja 4 niiden koealojen koko määristä: 22 %, 15 %, 5 % ja 1%.

erosta johtuu myöskin eräitä eroavaisuuksia maannostumissuhteissa. Koko alueessa 1 ja osittain alueessa 2 on muuten arvioimislinjojen välimatka (26 km) siksi suuri, että maannostumissuhteiden kuva jää näiltä alueilta epävarmemmaksi kuin muualta. Lisäksi havainnot puuttuvat kokonaan havumetsien rajan pohjoispuolelle jäävistä seuduista. Aineistoa edempänä tilastollisesti käsiteltäessä on alueet 1 ja 2 yleensä yhdistetty yhdeksi alueeksi 1 + 2.

Alueiden 2 a ja 3 a maa on alueisiin 2 ja 3 verrattuna geologisesti nuorempaa ja sellaisena heikommin rapautunutta sekä huuhtoutunutta. Mitään jyrkkää rajaa ei »nuoren» ja »vanhan» maan välille tietenkään voida vetää, mutta alueita rajoitettaessa on kuitenkin suurin piirtein voitu käyttää perusteena aineistosta esille tulevia eroja A-horisontin paksuusluokkien jakaantumisessa. Erityisesti alueen 3 a maa näyttää heikosti huuhtoutuneelta. — Nuorin maa olisi oikeastaan eroitettava omaksi alueeksi pitkin koko rannikkoa, mutta etelämpänä tämä alue supistuisi siksi kapeaksi, ettei sillä käytännöllisesti katsoen olisi sanottavaa merkitystä eikä sen eroittaminen olisi käsiteltävänä olevan aineiston pohjalla mahdollistakaan.

Näin saatu uusi aluejako eroaa jonkin verran aikaisemmin hahmoittelemistani, mutta peruspiirteiltään se on kuitenkin entisten kaltainen.

Maannostumissuhteisiin eri alueissa palataan edempänä yksityiskohtaisemmin ja tässä yhteydessä esitetään vain metsätyyppien ja maalajien alueittaista jakaantumista koskeva tilastoaineisto taulukoissa 1, 2 ja 3.

Taul. 1. Metsätyyppien jakaantuminen alueittain.

Tabelle 1. Die Verteilung der Waldtypen nach Gebieten.

metsätyyppi *Waldtyp*	alue — *Gebiet*											
	1		2		2 a		3		3 a		4	
	kocaloja kpl. ja % — *Probeflächen St. und %*											
	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%
ClT	18	1.3	2	0.2	5	3.3	1	0.1	3	1.0	—	—
ErClT	301	21.6	9	1.1	4	2.6	—	—	—	—	1	0.0
CT	30	2.2	63	8.0	9	5.8	135	6.4	20	6.4	120	3.8
VT	2	0.1	162	20.5	32	20.8	742	35.0	86	27.6	724	22.8
EVT	186	13.3	177	22.4	29	18.8	3	0.1	2	0.6	—	—
MT	92	6.6	280	35.4	47	30.5	1 026	48.3	191	61.2	1 485	46.7
EMT	541	38.8	71	9.0	16	10.4	—	—	—	—	—	—
HMT	206	14.8	12	1.5	7	4.5	—	—	—	—	—	—
OMT	1	0.1	6	0.8	1	0.7	209	9.8	9	2.9	780	24.5
PyT	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.3	13	0.4
Lh	17	1.2	9	1.1	4	2.6	7	0.3	—	—	56	1.8
yht. — *Zusamm.*	1 394		791		154		2 123		312		3 179	

Kuten taulukosta 1 voi todeta, vastaa metsätyyppien esiintymisestä ja jakaantumisesta saatava kuva pääpiirtein niitä tietoja ja tilastoja, joita siitä on jo aikaisemminkin eri yhteyksissä esitetty. Alueet 1 ja 2 eroavat toisistaan varsinkin sikäli, että edellisessä *HMT* ja *ErClT* esiintyvät verraten yleisinä, mutta jälkimmäisessä niitä tavataan vain niukasti. Alueessa 1 on sitäpaitsi *EMT*-metsiä huomattavasti runsaammin kuin alueessa 2 ja tässä alueessa on taas *MT*-metsiä runsaammin. Tyyppien luku vähentyy siirryttäessä etelämmäksi; alueissa 3 ja 4 ei muilla enää ole sanottavaa merkitystä *VT*:n, *MT*:n ja *OMT*:n rinnalla. Alue 2 a vastaa suurin piirtein aluetta 2 ja alue 3 a aluetta 3.

Taul. 2. Maalajien jakaantuminen alueittain.
Tabelle 2. Die Verteilung der Bodenarten nach Gebieten.

maalaji — *Bodenart*	alue — *Gebiet*											
	1		2		2 a		3		3 a		4	
	koealoja kpl. ja % — *Probeflächen St. und %*											
	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%	kpl. *St.*	%
h — *Oskiesboden* ...	11	0.8	8	1.0	2	1.3	36	1.7	3	1.0	98	3.1
mh — *sand. Moränenboden*	1 060	76.6	536	69.2	90	58.1	1 384	66.2	207	68.3	2 319	74.3
ms — *toniger Moränenboden*	25	1.8	52	6.7	7	4.5	118	5.7	23	7.6	213	6.8
hk — *Sandboden* ...	203	14.7	94	12.1	40	25.8	332	15.9	19	12.9	280	9.0
ht — *feiner Sandboden*	42	3.0	61	7.9	15	9.7	117	5.6	23	7.6	82	2.6
s — *Schluff- u. Tonboden*	43	3.1	24	3.1	1	0.6	103	4.9	8	2.6	130	4.2

Maalajeista osoittautuu hietainen morenimaa vallitsevaksi ja sitä seuraavana on hiekkamaa (taul. 2). Muita maalajeja on varsin vähän. Yleiskatsauksen helpoittamiseksi on taulukossa 3 maalajit ryhmitetty kolmeen luokkaan: a (karkea), b (keskikarkea) ja c (hieno maa). Luokka a käsittää hiekka- ja soramaat, luokan b maat ovat jokseenkin kokonaan hietaisia morenimaita ja luokan c maat savimaita.

Taul. 3. Maalajien jakaantuminen alueittain.
Tabelle 3. Die Verteilung der Bodenarten nach Gebieten.

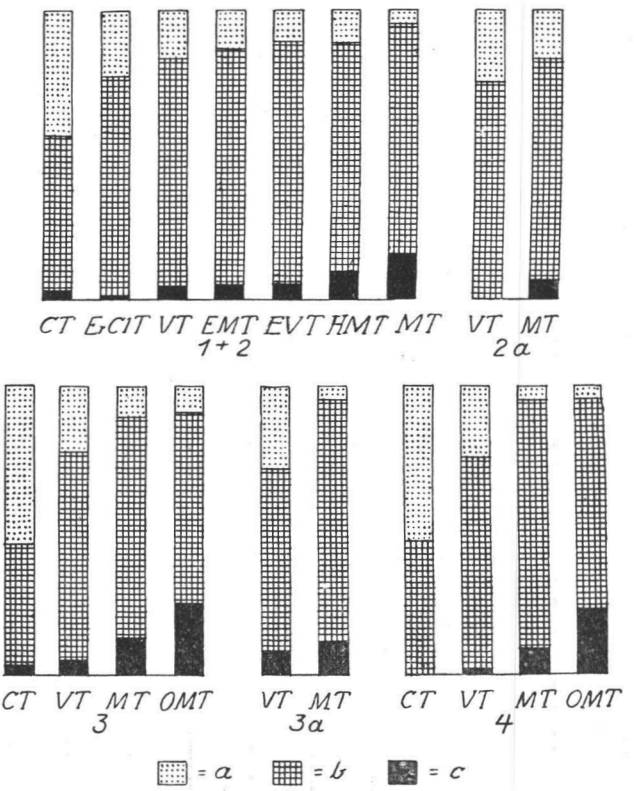
maalaji — *Bodenart*	alue — *Gebiet*					
	1	2	2 a	3	3 a	4
	%					
a = h + hk *(grober B.)*	15.5	13.1	27.1	17.6	13.9	12.1
b = mh + ht *(mittelgrob. B.)* ..	79.6	77.1	67.8	71.8	75.9	76.9
c = ms + s *(feiner B.)*	4.9	9.8	5.1	10.6	10.2	11.0

Kuten huomataan, ei varsinkaan pääalueiden välillä ole maalajien jakaantumiseen nähden mitään erityisen huomattavia eroja. Alueessa 2 a näyttää a-luokan maita esiintyvän tavallista runsaammin ja b-luokan maita vastaavasti vähemmän. (Kuten on muutenkin tunnettua, tämän alueen käsittämillä seuduilla on suhteellisen runsaasti hiekkamaita). Maan eteläpuoliskon alueissa on tilaston mukaan — niin kuin oli odotettavissakin — savimaita runsaammin kuin pohjoispuoliskossa ja varsinkin alueessa 1.

2. Maalaji ja metsätyyppi.

Metsätyyppien jakaantuminen maalajien kesken

Metsätyyppien jakaantumista eri maalajeille valaisee taul. 4. Tärkeimpien metsätyyppien jakaantuminen on lisäksi esitetty diagrammein kuvassa 2 käyttämällä maalajien jakoa kolmeen edellä mainittuun luokkaan a, b ja c.

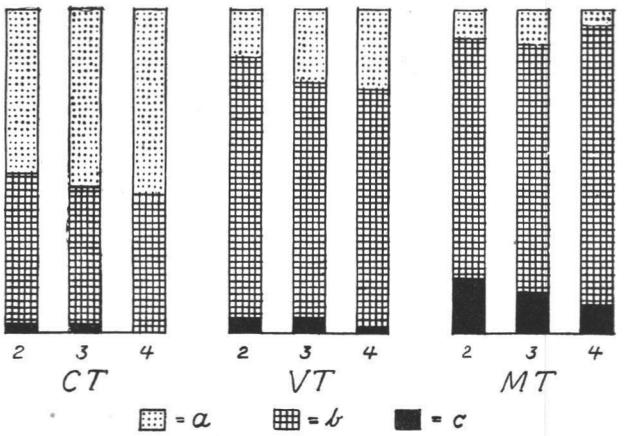


Kuva 2. Metsätyyppien jakaantuminen maalajien (a = h + hk, b = mh + ht, c = ms + s) kesken alueissa 1 + 2, 2 a, 3, 3 a ja 4.
Abb. 2. Die Verteilung der Waldtypen auf die Bodenarten (a = h+hk, b = mh + ht, c = ms + s) in den Gebieten 1 + 2, 2 a, 3, 3 a und 4.

Taul. 4. Metsätyyppien jakaantuminen maalajien kesken.

Tabelle 4. Die Verteilung der Waldtypen auf die Bodenarten.

alue *Gebiet*	maalaji *Boden-art*	metsätyyppi — *Waldtyp*										
		ClT	*ErClT*	*CT*	*VT*	*EVT*	*MT*	*EMT*	*HMT*	*OMT*	*PyT*	*Lh*
		%										
1 + 2	h	—	3.3	6.5	—	0.3	0.3	0.5	—	—	—	—
	mh	20.0	72.7	44.6	77.0	78.2	74.8	75.8	76.6	71.4	—	69.2
	ms	—	0.3	—	1.9	3.1	10.4	1.5	6.0	14.3	—	3.8
	hk	80.0	19.5	35.9	14.9	10.9	4.6	13.2	11.9	—	—	7.7
	ht	—	3.2	9.8	3.7	5.3	5.2	5.6	1.8	—	—	7.7
	s	—	1.0	3.2	2.5	2.2	4.7	3.4	3.7	14.3	—	11.6
	a	80.0	22.8	43.5	14.9	11.2	4.9	13.7	11.9	—	—	7.7
	b	20.0	75.9	53.3	80.7	83.5	80.0	81.4	78.4	71.4	—	76.9
	c	—	1.3	3.2	4.4	5.3	15.1	4.9	9.7	28.6	—	15.4
2 a	h	—	25.0	—	—	3.4	—	—	—	—	—	—
	mh	—	25.0	33.3	71.8	44.8	68.1	58.8	71.4	—	—	75.0
	ms	—	—	—	—	10.4	6.4	5.9	—	—	—	—
	hk	80.0	50.0	44.5	25.0	24.1	17.0	29.4	14.3	100.0	—	—
	ht	20.0	—	22.2	3.2	17.3	8.5	5.9	14.3	—	—	—
	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.0
	a	80.0	66.7	44.5	25.0	27.6	17.0	52.9	14.3	100.0	—	—
	b	20.0	33.3	55.5	75.0	62.1	76.6	41.2	85.7	—	—	75.0
	c	—	—	—	—	10.3	6.4	5.9	—	—	—	25.0
3	h	—	—	7.5	2.5	—	0.8	—	—	—	—	—
	mh	—	—	35.1	67.4	66.7	70.4	—	—	62.5	—	42.8
	ms	—	—	2.2	1.8	—	8.1	—	—	9.1	—	14.3
	hk	100.0	—	47.8	20.3	33.3	9.9	—	—	9.6	—	—
	ht	—	—	6.7	5.1	—	6.2	—	—	3.4	—	14.3
	s	—	—	0.7	2.9	—	4.6	—	—	15.4	—	28.6
	a	100.0	—	55.2	22.8	33.3	10.7	—	—	9.6	—	—
	b	—	—	41.8	72.5	66.7	76.6	—	—	65.9	—	57.1
	c	—	—	3.0	4.7	—	12.7	—	—	24.5	—	42.9
3 a	h	—	—	—	1.2	—	1.1	—	—	—	—	—
	mh	—	—	36.8	57.1	100.0	77.4	—	—	75.0	—	—
	ms	—	—	—	7.1	—	8.6	—	—	12.5	—	—
	hk	100.0	—	26.3	27.4	—	3.8	—	—	12.5	—	—
	ht	—	—	36.9	6.0	—	5.9	—	—	—	—	—
	s	—	—	—	1.2	—	3.2	—	—	—	100.0	—
	a	100.0	—	26.3	28.6	—	4.8	—	—	12.5	—	—
	b	—	—	73.7	63.1	100.0	83.4	—	—	75.0	—	—
	c	—	—	—	8.3	—	11.8	—	—	12.5	100.0	—
4	h	—	—	5.1	6.0	—	0.3	—	—	1.9	—	1.8
	mh	—	—	41.9	72.0	—	83.1	—	—	71.0	15.4	51.8
	ms	—	—	—	1.7	—	7.1	—	—	11.5	23.1	14.3
	hk	—	—	48.7	18.6	—	4.8	—	—	2.6	—	3.6
	ht	—	—	4.3	1.4	—	2.9	—	—	2.1	—	10.7
	s	—	—	—	0.3	—	1.8	—	—	10.9	61.5	17.8
	a	—	—	53.8	24.6	—	5.1	—	—	4.5	—	5.4
	b	—	—	46.2	73.4	—	86.0	—	—	73.1	15.4	62.5
	c	—	—	—	2.0	—	8.9	—	—	22.4	84.6	32.1



Kuva 3. Metsätyyppien *(CT, VT, MT)* jakaantuminen maalajien (a, b, c) kesken alueissa 2, 3 ja 4.
Abb. 3. Die Verteilung der Waldtypen (CT, VT, MT) auf die Bodenarten (a, b, c) in den Gebieten 2, 3 und 4.

Tulosten mukaan on lähdettäessä metsätyypistä, jonka maa on karkeinta, alueessa 1 + 2 eri tyyppien järjestys suunnilleen seuraava:

ClT, CT, ErClT, VT, EMT, EVT, HMT, Lh, MT, OMT

Lukuunottamatta *ClT*:tä ja *CT*:tä on b-luokan 1. morenimaiden osuus kussakin tyypissä n. 80 %; *ClT*:ssä tämä % on vain 20, mutta aineisto on kuitenkin sen osalta verraten pieni (vain 20 tapausta), *CT*:ssä on b-luokan maita noin puolet. Erot eri metsätyyppien välillä tulevat siten näkyviin pääasiallisesti vain karkeimman ja hienoimman maalajiluokan osuuksissa.

Alueissa 3 ja 4 on päätyyppien järjestys karkeimman maan tyypistä lähtien:

CT, VT, MT, OMT, Lh, PyT

Morenimaiden osuus ei näissä alueissa nouse aivan yhtä suureksi kuin alueessa 1 + 2, ja eri metsätyypit eroavat yleensä enemmän toisistaan. — Alueista 2 a ja 3 a on aineistoa runsaammin vain *VT*:stä ja *MT*:stä ja suhde näiden tyyppien välillä on samansuuntainen kuin muissakin alueissa.

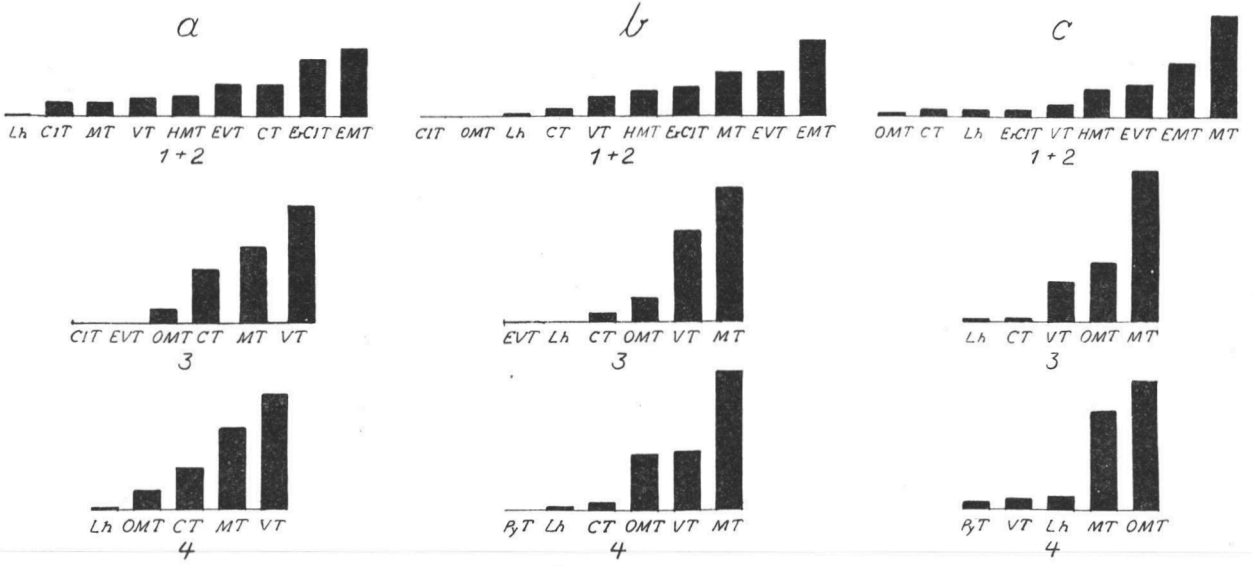
Haluttaessa vielä verrata saman metsätyypin jakaantumista eri maalajien kesken eri alueissa tulevat metsätyypeistä kysymykseen pääasiallisesti vain *CT*, *VT* ja *MT* sekä alueista 1 + 2, 3 ja 4. Kuten näiden maalajisuhteita havainnollistavista diagrammeista, kuva 3, voi todeta, näyttää kussakin tyypissä siirryttäessä pohjoisesta etelään karkeimman maan osuus tulevan suuremmaksi l. päinvastoin hienoimman maan osuus pienemmäksi.

Maalajien jakaantuminen metsätyyppien kesken

Maalajien jakaantumista eri metsätyyppien osalle valaisevat taulukko 5 ja kuva 4.

Taul. 5. Maalajien jakaantuminen metsätyyppien kesken.
Tabelle 5. Die Verteilung der Bodenarten auf die Waldtypen.

alue *Gebiet*	maalaji *Bodenart*	metsätyyppi — *Waldtyp*										
		ClT	*ErClT*	*CT*	*VT*	*EVT*	*MT*	*EMT*	*HMT*	*OMT*	*PyT*	*Lh*
		%										
1 + 2	h	—	47.6	28.6	—	4.7	4.8	14.3	—	—	—	—
	mh	0.2	14.0	2.6	7.8	17.5	17.1	28.9	10.5	0.3	—	1.1
	ms	—	1.3	—	3.9	14.3	49.3	11.7	16.9	1.3	—	1.3
	hk	5.4	20.2	11.1	8.1	13.1	5.7	26.9	8.8	—	—	0.7
	ht	—	9.7	8.7	5.8	18.5	18.5	33.0	3.9	—	—	1.9
	s	—	4.4	4.4	5.9	11.8	25.0	30.9	11.8	1.4	—	4.4
	a	5.0	22.0	12.5	7.5	12.5	5.6	26.1	8.2	—	—	0.6
	b	0.2	14.3	2.9	7.6	17.4	17.1	29.0	10.0	0.3	—	1.2
	c	—	2.9	2.9	5.0	13.6	39.5	20.9	10.8	1.5	—	2.9
2 a	h	—	50.0	—	—	50.0	—	—	—	—	—	—
	mh	—	1.1	3.3	25.6	14.4	35.6	11.1	5.6	—	—	3.3
	ms	—	—	—	—	42.9	42.9	14.2	—	—	—	—
	hk	10.0	5.0	10.0	20.0	17.5	20.0	12.5	2.5	2.5	—	—
	ht	6.7	—	13.3	6.7	33.3	26.6	6.7	6.7	—	—	—
	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0
	a	8.7	6.5	8.7	17.4	17.4	17.3	19.6	2.2	2.2	—	—
	b	1.0	1.0	5.0	24.0	18.0	36.0	7.0	5.0	—	—	3.0
	c	—	—	—	—	37.5	37.5	12.5	—	—	—	12.5
3	h	—	—	27.8	50.0	—	22.2	—	—	—	—	—
	mh	—	—	3.4	35.3	0.2	51.5	—	—	9.4	—	0.2
	ms	—	—	2.5	11.0	—	69.5	—	—	16.1	—	0.9
	hk	0.3	—	19.2	44.2	0.3	30.0	—	—	6.0	—	—
	ht	—	—	7.7	31.6	—	53.8	—	—	6.0	—	0.9
	s	—	—	1.0	20.4	—	45.6	—	—	31.1	—	1.9
	a	0.3	—	20.0	44.7	0.3	29.3	—	—	5.4	—	—
	b	—	—	3.7	35.0	0.2	51.7	—	—	9.1	—	0.3
	c	—	—	1.8	15.4	—	58.3	—	—	23.1	—	1.4
3 a	h	—	—	—	33.3	—	66.7	—	—	—	—	—
	mh	—	—	3.4	23.2	1.0	69.5	—	—	2.9	—	—
	ms	—	—	—	26.1	—	69.6	—	—	4.3	—	—
	hk	7.7	—	12.8	59.0	—	17.9	—	—	2.6	—	—
	ht	—	—	30.5	21.7	—	47.8	—	—	—	—	—
	s	—	—	—	12.5	—	75.0	—	—	—	12.5	—
	a	7.1	—	11.9	57.2	—	21.4	—	—	2.4	—	—
	b	—	—	6.1	23.0	0.9	67.4	—	—	2.6	—	—
	c	—	—	—	22.6	—	71.0	—	—	3.2	3.2	—
4	h	—	—	5.1	35.6	—	45.8	—	—	12.7	—	0.8
	mh	—	—	2.2	22.4	—	52.6	—	—	21.4	0.1	1.3
	ms	—	—	—	5.8	—	48.6	—	—	40.4	1.4	3.8
	hk	—	—	20.9	47.6	—	25.3	—	—	5.5	—	0.7
	ht	—	—	6.4	12.8	—	53.9	—	—	19.2	—	7.7
	s	—	—	—	1.6	—	19.8	—	—	64.3	6.4	7.9
	a	—	—	16.1	44.0	—	31.4	—	—	7.7	—	0.8
	b	—	—	2.3	22.1	—	52.6	—	—	21.4	0.1	1.5
	c	—	—	—	4.2	—	37.7	—	—	49.4	3.3	5.4



Kuva 4. Maalajien (a, b, c) jakaantuminen metsätyyppien kesken alueissa 1 + 2, 3 ja 4.

Abb. 4. Die Verteilung der Bodenarten (a, b, c) auf die Waldtypen in den Gebieten 1 + 2, 3 und 4.

Jos tarkastellaan ensinnä aluetta 1 + 2 käyttämällä vertailun pohjana yleiskatsauksen helpottamiseksi maalajiluokkia a, b ja c, todetaan, että kussakin näistä luokista saattaa esiintyä melkeinpä kaikkia eri metsätyyppejä. Siirryttäessä karkeasta maasta hienompaan havaitaan kuitenkin, että tyypeistä muutamat pyrkivät yhä vallitsevammiksi. Kun luokassa a eri tyyppien osuus kasvaa ilman jyrkkiä hyppäyksiä lehdoista *EMT*-metsiin, eroittautuvat luokassa b jo muutamat tyypit ja varsinkin *EMT* selvemmin muista, kunnes luokan c maista tulee jo yksistään *MT*:n osalle n. 40 %.

Alueessa 3 on todettavissa periaatteellisesti sama ilmiö kuin alueessa 1 + 2. *VT* valtaa karkeimmasta maasta suurimman osan, sitten seuraavat *MT* ja *CT*; *OMT*:tä on jo huomattavasti vähemmän. Keskikarkeasta maasta ei enää jää *CT*:lle muuta kuin aivan pieni osa ja *VT*:llekin suhteellisesti vähemmän kuin karkeasta maasta. Näin vapautunut tila tulee *MT*:n ja jossain määrin *OMT*:n hyväksi. Hienolla maalla *CT* melkein häviää ja *VT* vähentyy tuntuvasti; *MT* valtaa suurimman osan ja sen jälkeen tulee *OMT*.

Eteläisimmässä alueessa on tyyppien suhde karkeimmalla ja keskikarkealla maalla pääpiirtein samanlainen kuin alueessa 3. Hienoimmalla maalla *MT* luovuttaa valta-aseman *OMT*:lle ja muut tyypit jäävät niiden rinnalla aivan vähäiselle osalle.

Sama yleinen suunta kuin edellä siirryttäessä karkealta maalta hienommalle todetaan myöskin siirryttäessä samalla maalajilla pohjoisesta etelään: 1 + 2→3→4. Tyyppien luku vähentyy ja muutamat harvat tyypit tulevat vallitseviksi. Aineistossa edustavat äärimmäisiä l. rajatapauksia Pohjois-Suomen hiekkamaa ja eteläisimmän Suomen savimaa.

3. Maalaji ja puulaji.

Tulokset, joihin aineiston perusteella tullaan puulajien jakaantumisesta maalajien kesken ja maalajien jakaantumisesta eri puulajien osalle, käyvät selville taulukoista 6 ja 7 sekä viimeksi mainittua havainnollistavasta graafisesta esityksestä, kuva 5.

Kuten muutenkin on yleisesti tunnettua, osoittaa nytkin kysymyksessä oleva tilasto, että mänty on karkeampien maiden puulaji, kuusi ja koivu hienompien maalajien. Puulajien suhde toisiinsa on pääalueissa 3 ja 4 samanlainen, mutta alueessa 1 + 2 on kuusivaltaisten metsien maa jonkin verran hienompaa kuin koivuvaltaisten (suhteen muualla ollessa mieluummin päinvastainen). Maalajien

Taul. 6. Puulajien jakaantuminen maalajien kesken.

Tabelle 6. Die Verteilung der Holzarten auf die Bodenarten.

alue *Gebiet*	maalaji — *Bodenart*	puulaji [1]) — *Holzart*		
		mv *Kiefer*	kv *Fichte*	lv *Birke*
		%		
1 + 2	a — *grober Boden*	18.1	9.0	11.3
	b — *mittelgrober Boden*	78.2	78.5	81.1
	c — *feiner Boden*	3.7	12.5	7.6
3	a — *grober Boden*	18.6	13.7	10.8
	b — *mittelgrober Boden*	73.7	73.7	73.9
	c — *feiner Boden*	7.7	12.6	15.3
4	a — *grober Boden*	16.8	6.2	6.4
	b — *mittelgrober Boden*	77.0	78.9	78.1
	c — *feiner Boden*	6.2	14.9	15.5

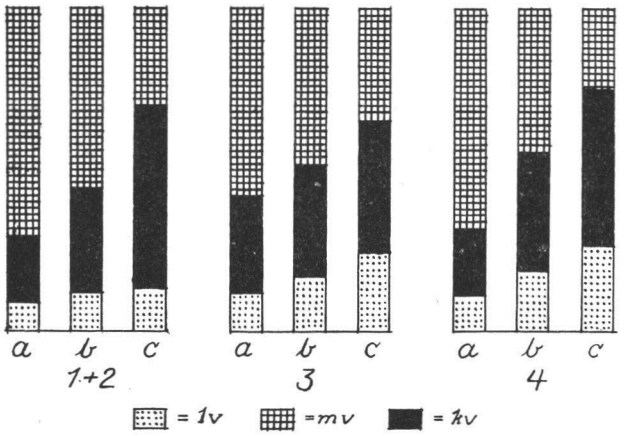
Taul. 7. Maalajien jakaantuminen puulajien kesken.

Tabelle 7. Die Verteilung der Bodenarten auf die Holzarten.

alue *Gebiet*	puulaji — *Holzart*	maalaji — *Bodenart*		
		a *grober Boden*	b *mittelgrober Boden*	c *feiner Boden*
		%		
1 + 2	mv — *Kiefer*	70.8	55.9	30.0
	kv — *Fichte*	20.1	32.1	57.3
	lv — *Birke*	9.1	12.0	12.7
3	mv — *Kiefer*	58.0	48.5	34.9
	kv — *Fichte*	30.2	34.4	40.7
	lv — *Birke*	11.8	17.1	24.4
4	mv — *Kiefer*	68.7	44.5	25.1
	kv — *Fichte*	20.5	36.7	48.6
	lv — *Birke*	10.8	18.8	26.3

jakaantumiseen nähden puulajien kesken näyttää alue 3 hieman poikkeavan muista sikäli, että siinä kuusimetsien osuudessa eri maalajien välillä ei ole suurta eroa, ja alueessa 1 + 2 eri maalajit jakaantuvat koivun osalle melkein samassa suhteessa. Tulokset viittaavat myöskin siihen, että siirryttäessä pohjoisesta etelään hienommista maista suhteellisesti suurempi osa joutuu lehtipuuvaltaisten metsien haltuun.

[1]) mv = mäntyvaltainen
kv = kuusivaltainen
lv = lehtipuuvaltainen



Kuva 5. Maalajien (a, b, c) jakaantuminen puulajien (mv, kv, lv) kesken alueissa 1 + 2, 3 ja 4. mv = mäntyvaltaiset, kv = kuusivaltaiset ja lv = lehtipuuvaltaiset metsät.

Abb. 5. Die Verteilung der Bodenarten (a, b, c) auf die Holzarten (mv, kv, lv) in den Gebieten 1 + 2, 3 und 4. mv = Bestände mit vorherrschender Kiefer, kv = mit vorherrschender Fichte und lv = mit vorherrschendem Laubholz.

Tarkasteltaessa vielä puulajien jakaantumista maalajien kesken metsätyypeittäin (taul. 8) niissä alueissa ja tyypeissä, joista aineistoa on runsaammin, havaitaan, että *VT*:ssä ja *MT*:ssä suhde eri puulajien välillä on suunnilleen samanlainen kuin edellä koko aineiston mukaan, mutta *OMT*:ssä ainakin alueessa 4 eri puulajit näyttävät jakaantuvan eri maalajien osalle jokseenkin samassa suhteessa.

Taul. 8. Puulajien jakaantuminen maalajien kesken metsätyypeittäin.

Tabelle 8. Die Verteilung der Holzarten auf die Bodenarten nach Waldtypen.

alue *Gebiet*	maalaji *Bodenart*	puulaji — *Holzart*								
		mv — *Kiefer*			kv — *Fichte*			lv — *Birke*		
		metsätyyppi — *Waldtyp*								
		VT	*MT*	*OMT*	*VT*	*MT*	*OMT*	*VT*	*MT*	*OMT*
		%								
3	a — *grober Boden*	20.6	12.8	13.6	30.6	10.8	8.0	25.5	7.7	9.2
	b — *mittelgrob. Boden* ..	76.0	74.5	56.8	60.4	78.0	67.0	66.7	76.8	71.1
	c — *feiner Boden*	3.4	12.7	29.6	9.0	11.2	25.0	7.8	15.5	19.7
4	a — *grober Boden*	26.1	8.5	4.2	18.4	5.6	4.5	18 2	5.5	4.8
	b — *mittelgrob. Boden* ..	72.2	84.0	75.9	77.5	83.5	69.8	81.8	82.1	76.1
	c — *feiner Boden*	1.7	7.5	19.9	4.1	10.9	25.7	—	12.4	19.1

4. A-horisontti.

A-horisontti ja metsätyyppi

Alueessa 1 + 2 ovat (taul. 9, kuva 6, s. 22) useiden metsätyyppien väliset erot siksi pienet, että on vaikeaa asettaa tyyppejä määrättyyn järjestykseen A-horisontin paksuuden mukaan, mutta suunnilleen se on seuraava lähdettäessä heikoimmin huuhtoutuneesta maasta:

Lh, OMT, ClT, CT, ErClT, EMT, MT, EVT, VT, HMT.

Alueessa 3 vastaava järjestys on:

Lh, OMT, MT, CT, VT

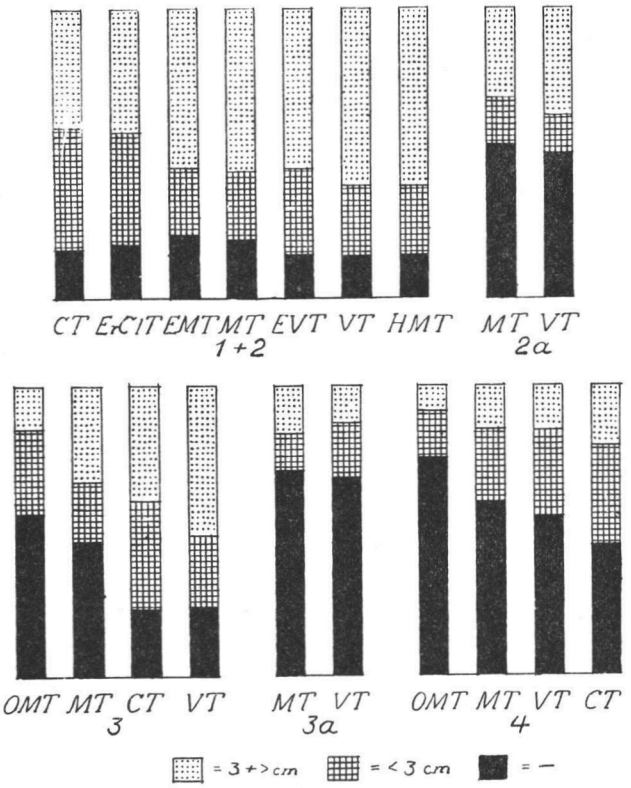
ja alueessa 4:

Lh, OMT, MT, VT, CT.

Lehtometsien osalta tulos (varsinkin alueessa 4) näyttää epävarmalta. Se johtuu nähtävästi aineiston vähäisyydestä; aikaisempien tutkimusten mukaan lehtometsien maata on pidettävä melkein huuhtoutumattomana. — Alueesta 2 a on aineistoa vähän, mutta niin siinä kuin alueessa 3 a:kin näyttää *MT*:n maa vähän heikommin huuhtoutuneelta kuin *VT*:n.

Taul. 9. A-horisontti ja metsätyyppi.
Tabelle 9. A-Horizont und Waldtyp.

alue *Gebiet*	A-horisontin paksuus *Dicke des A-Horizonts* cm	metsätyyppi — *Waldtyp*										
		ClT	*ErClT*	*CT*	*VT*	*EVT*	*MT*	*EMT*	*HMT*	*OMT*	*PyT*	*Lh*
		%										
1 + 2	—	20.0	18.7	17.2	14.6	15.2	20.2	21.8	15.2	42.9	—	65.4
	< 3	75.0	38.7	41.4	24.4	28.9	23.6	23.4	22.9	14.2	—	15.4
	3 + >	5.0	42.6	41.4	61.0	55.9	56.2	54.8	61.9	42.9	—	19.2
2 a	—	80.0	25.0	44.5	50.0	69.0	53.2	31.3	28.6	100.0	—	50.0
	< 3	—	—	—	12.5	3.4	14.9	6.2	14.3	—	—	25.0
	3 + >	20.0	75.0	55.5	37.5	27.6	31.9	62.5	57.1	—	—	25.0
3	—	—	—	23.7	24.3	—	36.8	—	—	56.0	—	42.8
	< 3	100.0	—	37.0	22.3	33.3	29.9	—	—	29.2	—	42.9
	3 + >	—	—	39.3	53.4	66.7	33.3	—	—	14.8	—	14.3
3 a	—	100.0	—	60.0	68.6	100.0	70.7	—	—	88.9	100.0	—
	< 3	—	—	30.0	18.6	—	13.1	—	—	11.1	—	—
	3 + >	—	—	10.0	12.8	—	16.2	—	—	—	—	—
4	—	—	100.0	45.0	55.1	—	60.1	—	—	75.3	100.0	82.7
	< 3	—	—	34.2	29.2	—	25.0	—	—	15.3	—	5.8
	3 + >	—	—	20.8	15.7	—	14.9	—	—	9.4	—	11.5



Kuva 6. A-horisontin paksuusluokkien (—, < 3 cm, 3 + > cm) jakaantuminen eri metsätyypeissä alueissa 1 + 2, 2 a, 3, 3 a ja 4.
Abb. 6. Die Verteilung der Dickenklassen (—, < 3 cm, 3 + > cm) des A-Horizonts bei den verschiedenen Waldtypen in den Gebieten 1 + 2, 2 a, 3, 3 a und 4.

Alueiden välillä kokonaisuudessaan on, kuten havaitaan, selvä ero. Pääalueista on 4 heikoimmin huuhtoutunut, 3 selvästi voimakkaammin ja 1 + 2 voimakkaimmin. Alue 2 a sijoittuu alueiden 3 ja 4 väliin ja 3 a on heikoimmin huuhtoutunut alue.

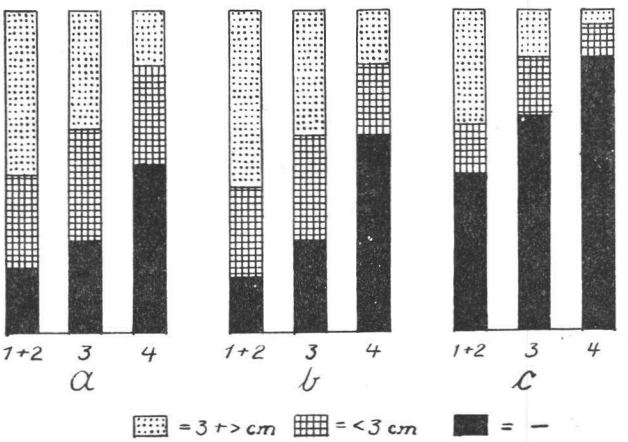
A-horisontti ja maalaji

Verrattaessa A-horisontin paksuutta yleensä maalajiin ei, kuten taulukosta 10 ja kuvasta 7 selviää, maaluokkien a ja b välillä näytä olevan mitään sanottavaa eroa. Maaluokan c maa sitävastoin on selvästi heikoimmin huuhtoutunutta.

Taul. 10. A-horisontti ja maalaji.

Tabelle 10. A-Horizont und Bodenart.

alue *Gebiet*	A-horisontin paksuus *Dicke des A-Horizonts* cm	maalaji — *Bodenart*		
		a *grober Boden*	b *mittelgrober Boden*	c *feiner Boden*
		%		
1 + 2	—	20.1	17.1	48.3
	< 3	28.8	27.5	15.6
	3 + >	51.1	55.4	36.1
2 a	—	47.8	50.0	75.0
	< 3	15.2	13.0	—
	3 + >	37.0	37.0	25.0
3	—	28.7	28.5	66.8
	< 3	34.4	32.3	18.2
	3 + >	36.9	39.2	15.0
3 a	—	15.2	48.1	26.3
	< 3	69.0	46.2	68.4
	3 + >	15.8	5.7	5.3
4	—	52.4	60.8	85.7
	< 3	30.4	22.3	9.3
	3 + >	17.2	16.9	5.0



Kuva 7. A-horisontin paksuusluokkien (—, < 3 cm, 3 + > cm) jakaantuminen maalajeittain (a, b, c) alueissa 1 + 2, 3 ja 4.
Abb. 7. Die Verteilung der Dickenklassen (—, < 3 cm, 3 + > cm) des A-Horizonts nach Bodenarten (a, b, c) in den Gebieten 1 + 2, 3 und 4.

A-horisontti ja maalaji metsätyypeittäin

Koska niiden syiden selvittäminen, joista A-horisontin paksuudessa todettavat vaihtelut johtuvat, on sekä maannostumisilmiön

ymmärtämisen että käytännön kannalta tärkeää, on aineisto seuraavassa vielä luokitettu A-horisontin paksuuden, maalajin ja metsätyypin mukaan.

Kysymyksessä olevan vertailun tulokset, joita esittävät taul. 11 ja kuva 8 (s. 26), osoittavat verraten selvästi, että maan muuttuessa karkeammaksi A-horisontin paksuus yleensä kasvaa. Tässä suhteessa on kumminkin olemassa tietty raja, ts. kyseessä oleva sääntö pitää paikkansa vain tiettyjen karkeusrajojen puitteissa. Maan muuttuessa karkeammaksi se yleensä muuttuu myöskin kuivemmaksi; voimakkaimmin huuhtoutuu sellainen maa, joka verraten helposti läpäisee vettä, mutta samalla kuitenkin pystyy pidättämään rapautumiseen tarvittavan kosteusmäärän.

Siitä huolimatta, että edellä verrattaessa A-horisontin paksuutta yleensä maalajiin ei todettu eroa a- ja b-maalajiluokkien välillä, voidaan metsätyypeittäin tehdyn vertailun perusteella päätellä, että maan raekokoomuksen ja A-horisontin paksuuden välillä on selvä riippuvaisuussuhde. Samaan tulokseen ovat johtaneet jo aikaisemminkin tehdyt havainnot, mutta edustavan ja riittävän todistusaineiston puutteessa on ollut tyydyttävä vain otaksumiin.

Taul. 11. A-horisontti ja
Tabelle 11. A-Horizont und

alue *Gebiet*	maalaji — *Bodenart*	metsätyyppi								
		ErClT			*CT*			*VT*		
		A-horisontin paksuus								
		—	< 3	3+>	—	< 3	3+>	—	< 3	3+>
1 + 2	a — *grober Boden*	19.3	23.9	23.3	75.0	38.7	35.6	4.2	12.8	18.4
	b — *mittelgrob. Boden*	78.9	76.1	75.2	18.8	54.8	64.4	83.3	84.6	78.6
	c — *feiner Boden*	1.8	—	1.5	6.2	6.5	—	12.5	2.6	3.0
2 a	a — *grober Boden*	100.0	—	66.7	50.0	—	40.0	25.0	—	33.3
	b — *mittelgrob. Boden*	—	—	33.3	50.0	—	60.0	75.0	100.0	66.7
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	a — *grober Boden*	—	—	—	34.0	71.7	51.7	21.2	24.5	21.1
	b — *mittelgrob. Boden*	—	—	—	66.0	28.3	41.4	69.4	73.0	76.5
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	6.9	9.4	2.5	2.4
3 a	a — *grober Boden*	—	—	—	—	—	—	25.9	18.8	60.0
	b — *mittelgrob. Boden*	—	—	—	—	—	—	63.8	75.0	40.0
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	—	10.3	6.2	—
4	a — *grober Boden*	—	—	—	47.1	58.5	60.0	25.0	24.8	23.1
	b — *mittelgrob. Boden*	—	—	—	52.9	41.5	40.0	72.4	73.8	76.0
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	—	2.6	1.4	0.9

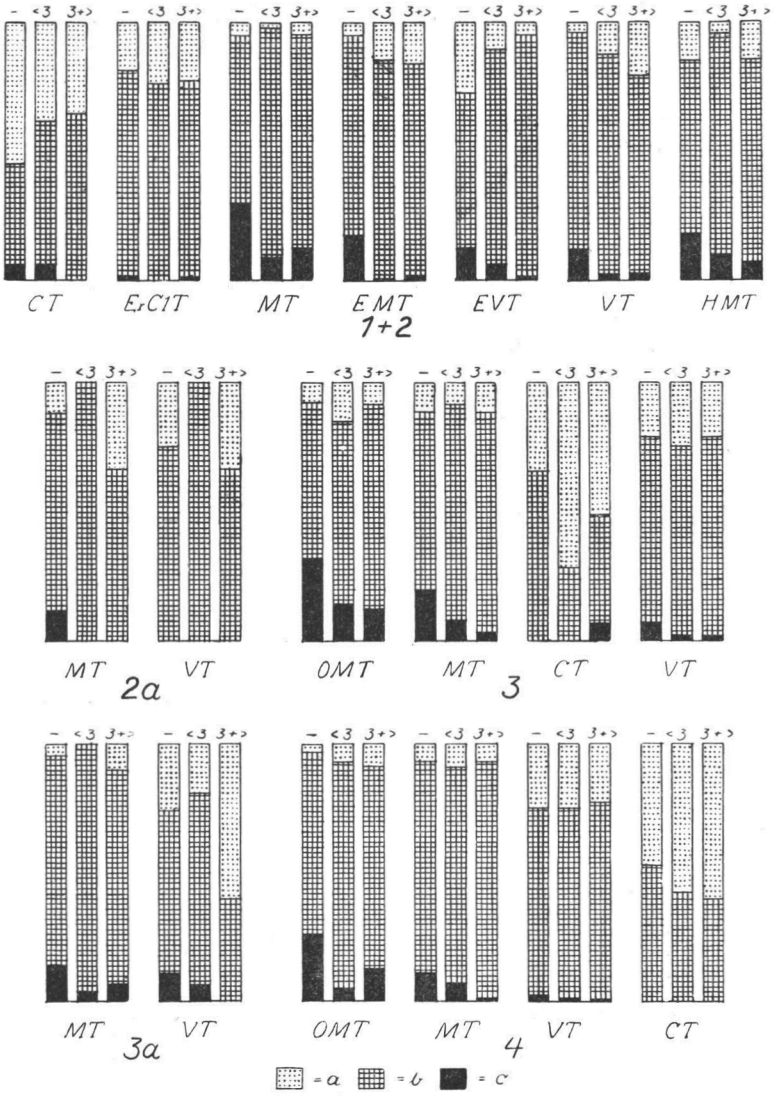
A-horisontti ja puulaji

A-horisontin paksuuden ja puulajin välistä suhdetta tarkasteltaessa on tietenkin maalajin oltava sama. Maalajina taas tulee tässä yhteydessä kysymykseen vain hietainen morenimaa (mh); muihin maalajeihin kohdistuva aineisto on, kuten edellä jo selvisi, verraten pieni. Riittävän aineiston saamiseksi vertailu on lisäksi rajoitettava alueiden 3 ja 4 yleisimpiin metsätyyppeihin: *OMT*, *MT* ja *VT*. Lehtipuuvaltaisista metsistä on sittenkin aineistoa *VT*:n osalta riittämättömästi.

Kuten taulukosta 12 (ja diagrammeista, kuva 9, s. 27) havaitaan, ei puulajien välillä näytä olevan mitään selväpiirteisiä eroja. Mikäli joitakin eroja on, voivat ne esim. lehtipuuvaltaisiin metsiin nähden johtua siitäkin, että näiden metsien maa nimellisesti samasta maalajista huolimatta saattaa olla vähän hienompaa. Alueen 3 *OMT*:ssä näyttää siltä, että mäntyvaltaisten metsien maa olisi heikoimmin huuhtoutunutta, mutta alueessa 4 (samassa tyypissä) ei taas eri puulajien välillä ole A-horisontin paksuudessa mitään selvää eroa.

maalaji metsätyypeittäin.
Bodenart nach Waldtypen.

— *Waldtyp*																		
EVT			*MT*			*EMT*			*HMT*			*OMT*			*Lh*		
cm — *Dicke des A-Horizonts* cm																	
—	<3	3+>	—	<3	3+<	—	< 3	3+>	—	<3	3+>	—	< 3	3 + >	—	< 3	3 + >
%																	
27.8	10.5	5.0	5.5	2.4	5.8	5.6	14.8	16.1	15.1	4.0	14.1	—	—	—	—	25.0	20.0
59.7	82.8	93.3	64.4	89.4	81.6	76.8	84.5	81.9	66.7	86.0	78.5	33.3	100.0	100.0	76.5	75.0	80.0
12.5	6.7	1.7	30.1	8.2	12.6	17.6	0.7	2.0	18.2	10.0	7.4	66.7	—	—	23.5	—	—
25.0	100.0	25.0	12.0	—	33.3	100.0	100.0	27.3	—	—	25.0	100.0	—	—	—	—	—
65.0	—	62.5	76.0	100.0	66.7	—	—	63.6	—	100.0	75.0	—	—	—	50.0	100.0	100.0
10.0	—	12.5	12.0	—	—	—	—	9.1	—	—	—	—	—	—	50.0	—	—
—	—	50.0	9.7	8.1	11.6	—	—	—	—	—	—	7.8	14.7	6.5	—	—	—
—	100.0	50.0	70.4	83.8	84.8	—	—	—	—	—	—	59.5	70.5	80.6	66.7	33.3	100.0
—	—	—	19.9	8.1	3.6	—	—	—	—	—	—	32.7	14.8	12.9	33.3	66.7	—
—	—	—	4.6	96.0	10.0	—	—	—	—	—	—	12.5	—	—	—	—	—
100.0	—	—	80.9	—	83.3	—	—	—	—	—	—	75.0	100.0	—	—	—	—
—	—	—	14.5	4.0	6.7	—	—	—	—	—	—	12.5	—	—	—	—	—
—	—	—	6.3	9.4	7.0	—	—	—	—	—	—	3.7	7.2	8.6	2.3	33.3	—
—	—	—	82.5	83.1	91.1	—	—	—	—	—	—	69.6	87.4	78.6	63.6	66.7	66.7
—	—	—	11.2	7.5	1.9	—	—	—	—	—	—	26.7	5.4	12.8	34.1	—	33.3



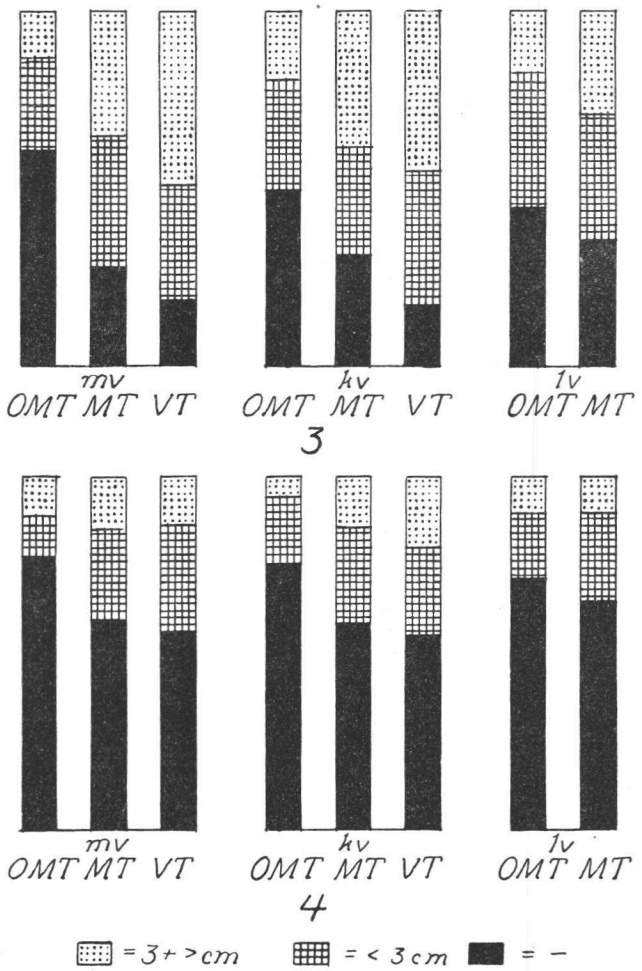
Kuva 8. A-horisontin paksuusluokkien (—, < 3 cm, $3 + >$ cm) jakaantuminen maalajiluokkiin (a, b, c) eri metsätyypeissä alueissa 1 + 2, 2 a, 3, 3 a ja 4.

Abb. 8. Die Verteilung der Dickenklassen (—, < 3 cm, $3 + >$ cm) des A-Horizonts auf die Bodenartklassen (a, b, c) bei den verschiedenen Waldtypen in den Gebieten 1 + 2, 2 a, 3, 3 a und 4.

Taul. 12. A-horisontti ja puulaji (maalaji mh).

Tabelle 12. A-Horizont und Holzart. Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

alue *Gebiet*	A-horisontin paksuus *Dicke des A-Horizonts* cm	metsätyyppi — *Waldtyp*							
		VT		*MT*			*OMT*		
		puulaji — *Holzart*							
		mv *Kiefer*	kv *Fichte*	mv *Kiefer*	kv *Fichte*	lv *Birke*	mv *Kiefer*	kv *Fichte*	lv *Birke*
		%							
3	—	18.3	19.6	28.1	31.8	35.8	60.9	50.0	45.1
	< 3	32.2	35.7	36.6	30.4	35.1	26.1	30.4	35.3
	3 + >	49.5	44.7	35.3	37.8	29.1	13.0	19.6	19.6
4	—	55.8	53.3	59.3	58.6	65.3	75.2	73.6	71.3
	< 3	30.3	26.7	25.6	26.9	22.2	12.5	20.1	16.1
	3 + >	13.9	20.0	15.1	14.5	12.5	12.3	6.3	12.6



Kuva 9. A-horisontin paksuusluokkien (—, < 3 cm ja 3 + > cm) jakaantuminen *OMT*:n *MT*:n ja *VT*:n mäntyvaltaisissa (mv), kuusivaltaisissa (kv) ja lehtipuuvaltaisissa (lv) metsissä alueissa 3 ja 4. Maalaji mh.

Abb. 9. Die Verteilung der Dickenklassen (—, < 3 cm, 3 + > cm) des A-Horizonts in den OMT-, MT- und VT- Wäldern mit vorherrschender Kiefer (mv), Fichte (kv) und mit oarherrschendem Laubholz (lv) in den Gebieten 3 und 4. Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

5. Humuskerros.

Humuskerros ja metsätyyppi

Järjestettäessä tavallisimmat metsätyypit humuskerroksen paksuuden mukaan lähtemällä tyypistä, jonka maan humuskerros on ohuin, saadaan eri pääalueille seuraavat sarjat (vrt. taul. 13 ja kuva 10):

alue 1+2: *ClT*, *ErClT*, *CT*, *VT*, *EMT*, *EVT*, *HMT*, *MT*, *Lh*, *OMT*
» 3: *CT*, *VT*, *MT*, *OMT*, *Lh*
» 4: *CT*, *VT*, *MT*, *OMT*, *Lh*

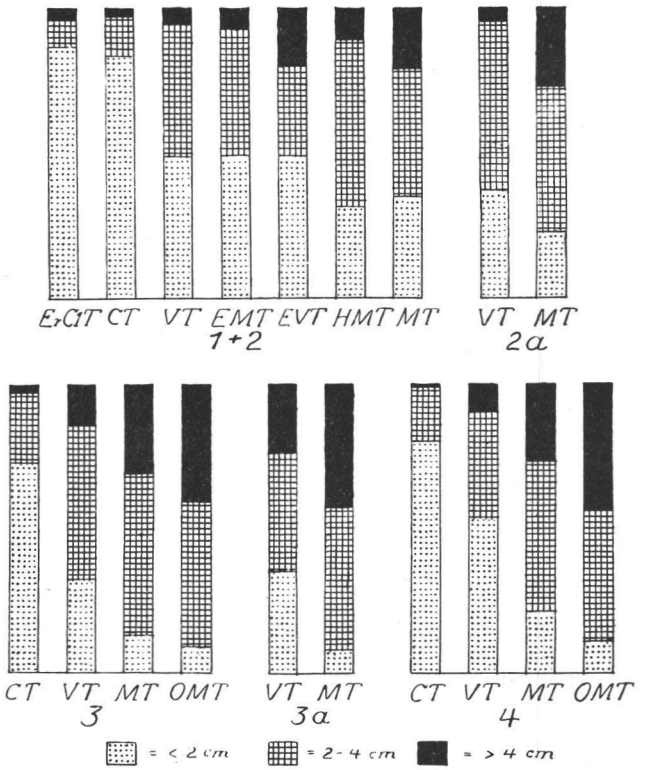
Alueissa 2 a ja 3 a on järjestys: *VT*, *MT*.

Taul. 13. Humuskerros ja metsätyyppi.

Tabelle 13. Humusschicht und Waldtyp.

alue *Gebiet*	humuskerroksen paksuus *Dicke der Humusschicht* cm	metsätyyppi — *Waldtyp*										
		ClT	*ErClT*	*CT*	*VT*	*EVT*	*MT*	*EMT*	*HMT*	*OMT*	*PyT*	*Lh*
		%										
1 + 2	< 2	100.0	86.4	83.6	49.4	49.6	35.7	49.5	31.7	14.3	—	19.2
	2—4	—	12.6	13.7	44.6	30.3	43.0	42.8	57.0	42.8	—	50.0
	> 4	—	1.0	2.7	6.0	20.1	21.3	7.7	11.3	42.9	—	30.8
2 a	< 2	100.0	100.0	66.7	37.5	37.9	23.4	18.7	—	—	—	50.0
	2—4	—	—	11.1	56.3	34.5	48.9	68.8	14.3	100.0	—	50.0
	> 4	—	—	22.2	6.2	27.6	27.7	12.5	85.7	—	—	—
3	< 2	—	—	72.6	32.4	33.3	13.1	—	—	9.1	—	—
	2—4	100.0	—	24.4	53.4	66.7	55.7	—	—	49.8	—	57.1
	> 4	—	—	3.0	14.2	—	31.2	—	—	41.1	100.0	42.9
3 a	< 2	100.0	—	55.0	34.9	—	7.9	—	—	11.1	—	—
	2—4	—	—	40.0	41.9	100.0	49.2	—	—	33.3	—	—
	> 4	—	—	5.0	23.2	—	42.9	—	—	55.6	100.0	—
4	< 2	—	100.0	80.0	54.3	—	21.5	—	—	10.7	38.4	7.4
	2—4	—	—	18.3	35.8	—	51.0	—	—	45.3	30.8	33.3
	> 4	—	—	1.7	9.9		27.5	—	—	44.0	30.8	59.3

Jos verrataan toisiinsa eri alueiden samannimisiä metsätyyppejä ei alueiden 3, 3 a ja 4 välillä ole merkitseviä eroja, mutta alueissa 1 + 2 ja 2 a humuskerros näyttää jonkin verran ohuemmalta. — Tulosten johdosta on syytä huomauttaa, että heikosti huuhtoutuneessa tuoreessa maassa, kuten *OMT*:ssä ja lehtometsissä sekä osittain *MT*:ssäkin humuskerros ei yleensä jyrkästi eroitu kivennäismaasta ja sen paksuuden arviointi siten jää vain likimääräiseksi.



Kuva 10. Humuskerroksen paksuusluokkien (< 2 cm, 2—4 cm, > 4 cm) jakaantuminen eri metsätyypeissä alueissa 1 + 2, 2 a, 3, 3 a ja 4.

Abb. 10. Die Verteilung der Dickenklassen (< 2 cm, 2—4 cm, > 4 cm) der Humusschicht bei den verschiedenen Waldtypen in den Gebieten 1 + 2, 2 a, 3, 3 a und 4.

Humuskerros ja maalaji

Humuskerroksen suhteesta yleensä maalajiin, jota koskevat tulokset on esitetty taulukossa 14 ja diagrammein kuvassa 11 (s. 31), käy verraten selvästi esille, että humuskerroksen paksuus kasvaa maan hienontuessa. Tämä oli odotettavissakin jo sen perusteella, mitä edellä todettiin metsätyyppien suhteesta maalajiin ja humuskerroksen paksuudesta eri metsätyypeissä.

Alueittain lasketut keskiarvot osoittavat lisäksi humuskerroksen tulevan paksummaksi siirryttäessä pohjoisesta etelään. Keskiarvoja etelämpänä nostaa varsinkin *OMT*-metsien suhteellisen paksu humuskerros.

Taul. 14. Humuskerros ja maalaji.
Tabelle 14. Humusschicht und Bodenart.

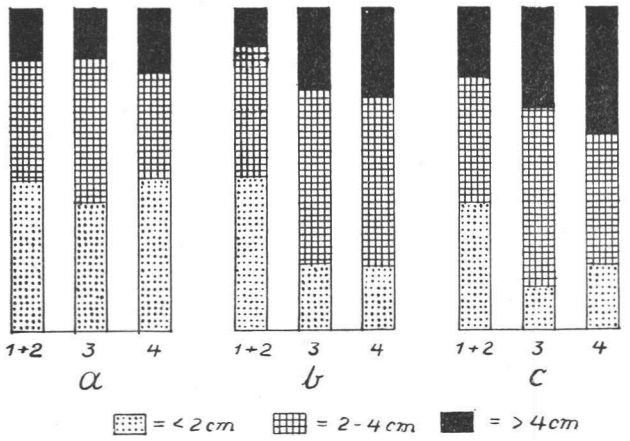
alue *Gebiet*	humuskerroksen paksuus *Dicke der Humusschicht* cm	maalaji — *Bodenart*		
		a *grober Boden*	b *mittelgrober Boden*	c *feiner Boden*
		%		
1 + 2	> 2	47.2	47.4	39.2
	2—4	36.7	40.1	39.2
	> 4	16.1	12.5	21.6
2 a	> 2	51.2	30.0	25.0
	2—4	39.0	47.0	66.7
	> 4	9.8	23.0	8.3
3	> 2	39.4	20.9	13.6
	2—4	45.1	53.5	54.6
	> 4	15.5	25.6	31.8
3 a	> 2	64.3	12.6	6.3
	2—4	21.4	50.9	40.6
	> 4	14.3	36.5	53.1
4	> 2	47.4	19.9	20.3
	2—4	32.5	51.6	40.8
	> 4	20.1	28.5	38.9

Humuskerros ja maalaji metsätyypeittäin

Luokiteltaessa aineisto, kuten kysymyksen ollessa A-horisontinkin paksuudesta, myöskin metsätyypeittäin (taul. 15), näyttää yleensä siltä, että tuoreissa kangasmetsissä humuskerros tulee paksummaksi

Taul. 15. Humuskerros ja
Tabelle 15. Humusschicht

alue *Gebiet*	maalaji *Bodenart*	metsä-								
		ErCT			*CT*			*VT*		
		humuskerroksen								
		< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4
1 + 2	a — *grober Boden*	24.1	15.4	—	45.0	20.0	50.0	18.7	12.2	—
	b — *mittelgrober Boden* ...	74.8	84.6	66.7	51.3	80.0	50.0	77.5	82.4	100.0
	c — *feiner Boden*	1.1	—	33.3	3.7	—	—	3.8	5.4	—
2 a	a — *grober Boden*	75.0	—	—	50.0	—	50.0	33.3	22.2	—
	b — *mittelgrober Boden*	25.0	—	—	50.0	100.0	50.0	66.7	77.8	100.0
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	a — *grober Boden*	—	—	—	60.2	43.8	25.0	30.3	19.2	18.3
	b — *mittelgrober Boden*	—	—	—	38.8	46.9	75.0	67.2	75.8	73.1
	c — *feiner Boden*	—	—	—	1.0	9.3	—	2.5	5.0	8.6
3 a	a — *grober Boden*	—	—	—	45.5	—	—	48.3	13.9	26.3
	b — *mittelgrober Boden*	—	—	—	54.5	100.0	—	51.7	72.2	57.9
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	—	—	13.9	15.8
4	a — *grober Boden*	64.7	—	—	55.8	50.0	—	28.6	10.6	23.6
	b — *mittelgrober Boden*	35.3	—	—	44.2	50.0	100.0	69.4	88.5	70.8
	c — *feiner Boden*	—	—	—	—	—	—	2.0	0.9	5.6



Kuva 11. Humuskerroksen paksuusluokkien (< 2 cm, 2—4 cm, > 4 cm) jakaantuminen maalajeittain (a, b, c) alueissa 1 + 2, 3 ja 4.

Abb. 11. Die Verteilung der Dickenklassen (< 2 cm, 2—4 cm, > 4 cm) der Humusschicht nach Bodenarten (a, b, c) in den Gebieten 1 + 2, 3 und 4.

maan muuttuessa karkeammaksi, mutta kuivissa kangasmetsissä suhde on päinvastainen, ts. niissä ohuinta humuskerrosta vastaa karkein, paksuinta hienoin maa. Esim. *HMT*:ssä suhde kuitenkin näyttää samanlaiselta kuin kuivissa kangasmetsissä eikä mainittua sääntöä voi eräissä muissakaan tapauksissa pitää selvänä.

maalaji metsätyypeittäin.

und Bodenart nach Waldtypen.

tyyppi — *Waldtyp*																		
EVT			*MT*			*EMT*			*HMT*			*OMT*			*Lh*		
paksuus cm — *Dicke der Humusschicht cm*																	
< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4	< 2	2—4	> 4
%																	
13.8	8.8	6.7	3.8	3.8	9.1	13.5	11.3	24.5	6.3	8.7	18.6	—	—	—	—	18.2	—
81.8	85.8	83.3	72.5	85.3	81.8	84.5	82.9	55.1	90.6	82.6	68.6	—	100.0	66.7	100.0	81.8	75.0
4.4	5.4	10.0	23.7	10.9	9.1	2.0	5.8	20.4	3.1	8.7	12.8	—	—	33.3	—	—	25.0
36.4	30.0	12.5	9.1	17.4	23.1	66.7	27.3	—	—	100.0	—	—	—	100.0	—	—	—
63.6	40.0	87.5	72.7	82.6	69.2	33.3	63.6	100.0	—	—	100.0	—	—	—	50.0	100.0	—
—	30.0	—	18.2	—	7.7	—	9.1	—	—	—	—	—	—	—	50.0	—	—
—	50.0	—	9.9	11.9	8.9	—	—	—	—	—	—	5.3	9.6	10.6	—	—	—
100.0	50.0	—	78.0	75.9	77.5	—	—	—	—	—	—	57.9	63.5	70.6	—	66.7	33.3
—	—	—	12.1	12.2	13.6	—	—	—	—	—	—	36.8	26.9	18.8	—	33.3	66.7
—	—	—	35.7	3.3	1.2	—	—	—	—	—	—	—	33.3	—	—	—	—
—	100.0	—	50.0	88.9	82.9	—	—	—	—	—	—	100.0	33.3	100.0	—	—	—
—	—	—	14.3	7.8	15.9	—	—	—	—	—	—	—	33.4	—	—	—	—
—	—	—	8.4	6.2	7.9	—	—	—	—	—	—	6.1	5.1	3.5	—	—	6.3
—	—	—	77.3	86.8	79.3	—	—	—	—	—	—	59.8	72.4	77.2	100.0	66.7	59.3
—	—	—	14.3	7.0	12.8	—	—	—	—	—	—	34.1	22.5	19.3	—	33.3	34.4

Humuskerros ja puulaji

Kuten verrattaessa A-horisontin paksuutta puulajiin on tässäkin yhteydessä vertailu perustettava samaan maalajiin ja hietaiseen morenimaahan (mh). Metsätyypeistä tulevat samoin kysymykseen vain tavallisimmat, joista aineistoa on runsaimmin.

Taulukon 16 prosenttiluvut ja niitä havainnollistava kuva 12 osoittavat, että humuskerroksen paksuus on jokseenkin selvästi riippumaton puulajista. Alueen 3 *OMT*:n mäntyvaltaisten metsien humuskerros on, kuten havaitaan, ohuempi kuin mitä tulosten perusteella yleensä odottaisi; syy tähän poikkeukselliselta näyttävään ilmiöön jää epävarmaksi.

Kuten A-horisontin niin humuskerroksenkin paksuuden voidaan siis todeta riippuvan määräävämmin maalajista kuin puulajista.

Taul. 16. Humuskerros ja puulaji (maalaji mh).

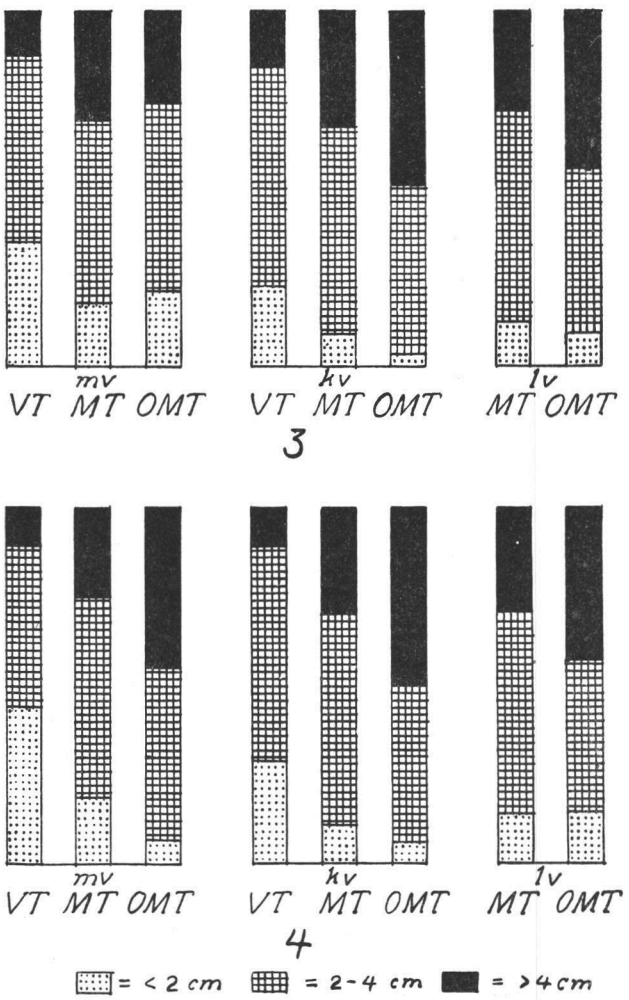
Tabelle 16. Humusschicht und Holzart. Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

alue *Gebiet*	humuskerroksen paksuus *Dicke der Humusschicht*	metsätyyppi — *Waldtyp*							
		VT		*MT*			*OMT*		
		puulaji — *Holzart*							
		mv *Kiefer*	kv *Fichte*	mv *Kiefer*	kv *Fichte*	lv *Birke*	mv *Kiefer*	kv *Fichte*	lv *Birke*
		%							
3	< 2	34.2	22.6	17.9	9.0	12.6	21.7	3.5	9.6
	2—4	53.1	61.3	50.9	58.5	58.9	52.2	47.4	46.2
	> 4	12.7	16.1	31.2	32.5	28.5	26.1	49.1	44.2
4	< 2	44.1	29.3	18.7	12.4	14.3	6.4	6.0	14.6
	2—4	45.5	59.7	56.0	57 8	56.2	48.8	44.2	42.1
	> 4	10.4	11.0	25.3	29.8	29.5	44.8	49.8	43.3

Humuskerros ja A-horisontti

Edellä on jo selvinnyt tarkasteltaessa A-horisontin ja humuskerroksen paksuutta metsätyypeittäin, että maa, jonka humuskerros on suhteellisen ohut, saattaa olla voimakkaasti huuhtoutunut ja päinvastoin heikosti huuhtoutuneen maan humuskerros voi olla verraten paksu. Metsätyyppien järjestys oli seuraava lähdettäessä tyypistä, jonka maan humuskerros on ohuin ja tyypistä, jonka maan A-horisontti on ohuin:

alue 1+2
- humuskerros: *ClT*, *ErClT*, *CT*, *VT*, *EMT*, *EVT*, *HMT*, *MT*, *Lh*, *OMT*.
- A-horisontti: *Lh*, *OMT*, *ClT*, *CT*, *ErClT*, *EMT*, *MT*, *EVT*, *VT*, *HMT*.



Kuva 12. Humuskerroksen paksuusluokkien (< 2 cm, 2—4 cm, > 4 cm) jakaantuminen *VT*:n, *MT*:n ja *OMT*:n mäntyvaltaisissa (mv), kuusivaltaisissa (kv) ja lehtipuuvaltaisissa (lv) metsissä alueissa 3 ja 4. Maalaji mh.

Abb. 12. Die Verteilung der Dickenklassen (< 2 cm, 2—4 cm, > 4 cm) der Humusschicht in den VT-, MT- und OMT- Wäldern mit vorherrschender Kiefer (mv), Fichte (kv) und mit vorherrschendem Laubholz (lv) in den Gebieten 3 und 4. Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

alue 3 { humuskerros: *CT, VT, MT, OMT, Lh.*
A-horisontti: *Lh, OMT, MT, CT, VT.*

alue 4 { humuskerros: *CT, VT, MT, OMT, Lh.*
A-horisontti: *Lh, OMT, MT, VT, CT.*

Taul. 17. Humuskerros
Tabelle 17. Humusschicht

alue *Gebiet*	humuskerroksen paksuus *Dicke der Humusschicht* cm	metsä-					
		CT			*VT*		
		A-horisontin paksuus cm					
		—	< 3	3+>	—	<3	3+>
1 + 2	< 2	93.8	92.6	82.0	45.9	50.0	51.0
	2—4	6.2	7.4	14.0	45.9	45.0	45.0
	> 4	—	—	4.0	8.2	5.0	4.0
3	< 2	75.0	88.9	62.7	30.8	36.6	29.5
	2—4	18.7	8.3	35.8	48.7	52.5	56.7
	> 4	6.3	2.8	1.5	20.5	10.9	13.8
4	< 2	77.8	85.4	76.0	44.2	40.4	31.2
	2—4	18.5	14.6	24.0	41.9	51.1	53.2
	> 4	3.7	—	—	13.9	8.5	15.6

Alueissa 3 ja 4 metsätyyppien järjestys siis on kyseessä olevassa vertailussa A-horisontin paksuuteen nähden päinvastainen kuin humuskerroksen paksuuteen nähden. Asian laita on osittain samanlainen alueessa 1 + 2, vaikka siinä ohuthumuksisten kuivien maiden A-horisonttikin on heikoin ja *HMT*:ssä sekä A-horisontti että humuskerros ovat suhteellisen paksut.

Jos kyseessä olevaa suhdetta tarkastellaan vielä eri metsätyypeissä, jää se verraten epämääräiseksi. Kuten taulukosta 17, johon on otettu vain yleisimmät metsätyypit, joiden maa on suhteellisen voimakkaasti huuhtoutunut, selviää, ei mitään selvää säännönmukaista suhdetta A-horisontin ja humuskerroksen paksuusluokkien jakaantumisen välillä yleensä ole olemassa. Sellaista ei liioin saada esille tehtäessä vertailu maalajeittain (taul. 18), mutta tulokset viit-

Taul. 18. Humuskerros ja A-horisontti maalajeittain.
Tabelle 18. Humusschicht und A-Horizont nach Bodenarten.

alue *Gebiet*	humuskerroksen paksuus cm *Dicke der Humusschicht* cm	maalaji — *Bodenart*					
		a *grober Boden*		b *mittelgrober Boden*		c *feiner Boden*	
		A-horisontin paksuus cm — *Dicke des A-Horizonts* cm					
		—	3+>	—	3+>	—	3+>
		%					
1 +2	< 2	67.6	45.7	43.8	39.2	28.6	45.1
	> 4	14.7	22.9	18.3	11.2	25.4	23.5
3	< 2	34.7	41.8	19.5	19.8	15.2	11.1
	> 4	11.9	18.9	36.9	20.8	33.0	40.7
4	< 2	46.6	38.7	26.0	16.4	23.9	50.0
	> 4	16.9	21.0	21.7	26.7	38.4	33.3

ja A-horisontti.
und A-Horizont.

tyyppi — *Waldtyp*											
EVT			*MT*			*EMT*			*HMT*		
Dicke des A-Horizonts cm											
—	< 3	3+>	—	< 3	3+>	—	< 3	3+>	—	< 3	3+>
%											
34.6	53.3	51.7	35.1	44.3	32.2	50.4	62.1	42.9	12.1	23.5	6.6
32.7	31.4	29.1	39.2	36.4	47.1	34.4	35.0	50.0	36.4	60.8	60.6
32.7	15.3	19.2	25.7	19.3	20.7	15.2	2.9	7.1	51.5	15.7	32.8
—	—	—	13.7	15.1	10.6	—	—	—	—	—	—
—	—	—	45.4	64.3	59.5	—	—	—	—	—	—
—	—	—	40.9	20.6	29.9	—	—	—	—	—	—
—	—	—	18.9	13.6	9.9	—	—	—	—	—	—
—	—	—	54.1	54.2	56.5	—	—	—	—	—	—
—	—	—	27.0	32.2	33.6	—	—	—	—	—	—

taavat kuitenkin siihen, että karkeassa maassa humuskerroksen paksuuden kasvaessa A-horisonttikin tulisi paksummaksi. Hienossa maassa tämä suhde on mieluummin päinvastainen. (Taul. 18 aineisto käsittää vain metsätyypit: *CT*, *VT*, *EVT*, *MT*, *EMT*, *HMT*).

6. Kivisyys.

Taulukosta 19, jossa on esitetty eri metsätyyppien maan jakaantuminen eroitettuihin kivisyysluokkiin, selviää samoin kuin jo ensim-

Taul. 19. Kivisyys metsätyypeittäin.
Tabelle 19. Steinigkeit nach Waldtypen.

alue *Gebiet*	kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	metsätyyppi — *Waldtyp*										
		ClT	*ErClT*	*CT*	*VT*	*EVT*	*MT*	*EMT*	*HMT*	*OMT*	*PyT*	*Lh*
		%										
1 + 2	1	88.9	79.3	90.8	71.7	83.6	86.5	83.0	87.6	—	—	76.5
	2	11.1	19.1	9.2	27.7	14.7	11.8	15.9	12.4	—	—	23.5
	3	—	1.6	—	0.6	1.7	1.7	1.1	—	—	—	—
2 a	1	100	—	—	84.4	79.3	89.4	70.6	—	—	—	—
	2	—	—	—	15.6	20,7	10.6	23.5	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	5.9	—	—	—	—
3	1	—	—	78.4	66.7	100.0	76.9	—	—	71.0	—	71.4
	2	—	—	17.9	27.4	—	21.6	—	—	27.5	—	28.6
	3	—	—	3.7	5.9	—	1.5	—	—	1.5	—	—
3 a	1	—	—	76.5	63.5	—	76.1	—	—	70.4	—	—
	2	—	—	18.6	29.8	—	22.2	—	—	28.1	—	—
	3	—	—	4.9	6.7	—	1.7	—	—	1.5	—	—
4	1	—	100.0	83.9	56.9	—	63.8	—	—	67.8	100.0	83.9
	2	—	—	9.3	31.3	—	31.4	—	—	29.9	—	12.5
	3	—	—	6.8	11.8	—	4.8	—	—	2.3	—	3.6

mäisenkin arvioinnin tuloksista, että valtakunnan eteläpuoliskon maat ovat kivisempiä kuin pohjoispuoliskon. Metsätyypeittäin tarkasteltuna on tietenkin hiekka- ja savimailla yleisempinä esiintyvien metsätyyppien maa vähemmän kivistä. Yksityisistä tapauksista kiintyy huomio varsinkin *HMT*-metsiin, jotka tilaston mukaan melkein kokonaan kuuluvat kivisyysluokkaan 1, ja näistä metsistä on kuitenkin n. 80 % morenimaalla.

Tässä yhteydessä on vielä maan eteläpuoliskon yleisimmissä metsätyypeissä koeteltu, vaikuttaako kivisyys jollakin tavoin A-horisontin ja humuskerroksen paksuuteen (taul. 20 ja 21). A-horisontin suhteen näyttää tällöin siltä, että kuivissa kangasmetsissä heikosti huuhtoutunut maa olisi vähän kivisempää kuin voimakkaasti huuhtoutunut, ja että tuoreissa kangasmetsissä asian laita olisi päinvastainen. Humuskerroksen paksuuden suhteen taas tulokset viittaavat siihen, että kivisten maiden humuskerros yleensä olisi vähän paksumpi.

Taul. 20. Kivisyys ja A-horisontin paksuus.
Tabelle 20. Steinigkeit und A-Horizontsdicke.

alue *Gebiet*	kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	metsätyyppi — *Waldtyp*											
		CT			*VT*			*MT*			*OMT*		
		A-horisontin paksuus cm — *Dicke des A-Horizonts* cm											
		—	<3	3+>	—	<3	3+>	—	<3	3+>	—	<3	3+>
		%											
3	1	75.0	80.6	78.7	57.5	66.5	71.9	76.1	73.9	79.9	73.9	70.5	61.3
	2 + 3	25.0	19.4	21.3	42.5	33.5	28.1	23.9	26.1	20.1	26.1	29.5	38.7
4	1	77.4	90.0	88.0	50.9	66.0	60.7	63.4	66.0	61.9	69.9	67.6	49.3
	2 + 3	22.6	10.0	12.0	49.1	34.0	39.3	36.6	34.0	38.1	30.1	32.4	50.7

Taul. 21. Kivisyys ja humuskerroksen paksuus.
Tabelle 21. Steinigkeit und Humusschichtsdicke.

alue *Gebiet*	kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	metsätyyppi — *Waldtyp*											
		CT			*VT*			*MT*			*OMT*		
		humuskerroksen paksuus cm — *Dicke der Humusschicht* cm											
		<2	2—4	>4	<2	2—4	>4	<2	2—4	>4	<2	2—4	>4
		%											
3	1	81.6	68.8	75.0	70.2	63.1	75.0	74.4	76.6	77.6	89.5	68.9	69.4
	2 + 3	18.4	31.2	25.0	29.8	36.9	25.0	25.6	23.4	22.4	10.5	31.1	30.6
4	1	93.7	38.1	100.0	63.3	54.3	44.6	62.2	66.4	60.0	75.6	71.1	65.7
	2 + 3	6.3	61.9	—	36.7	45.7	55.4	37.8	33.6	40.0	24.4	28.9	34.3

7. Maa ja metsikön valtapituus.

Arvioimistyössä kuului metsikön taksatoriseen kuvaukseen myöskin valtapituuden l. metsikön valtapuiden keskimääräisen pituuden arviointi. Mikäli metsikössä oli useita puulajeja, määrättiin pääpuulajin muodostavien puiden valtapituus.

Valtapituudesta kertynyt aineisto houkuttelee tässä yhteydessä koettelemaan, missä määrin valtapituus olisi tietyssä suhteessa varsinkin maalajiin, maan huuhtoutumisasteeseen l. A-horisontin paksuuteen ja kivisyyteen. Kysymys on sitä kiintoisempi siksi, että se käytännön kannalta on metsämaan tutkimuksen peruskysymyksiä ja ettei tässä suhteessa ole olemassa meiltä enempää kuin muualtakaan mitään aikaisempia tietoja.

Aineisto on valitettavasti puutteellinen ja osittain siinäkin määrin, että useissa tapauksissa on varmojen päätelmien asemasta tyydyttävä olettamuksiin, joiden todellisuuspohjaa voidaan pitää kyseenalaisena. Näin on varsinkin siksi, että tutkitut metsiköt ovat pääosalta olleet eri tavoin ja tarkistamattomalla tavalla hakkuin käsiteltyjä. Kuten tunnetaan, arvioimistyön tarkoituksena on ollut päästä selville valtakunnan metsien keskimääräisestä tilasta. Koealat, joista tässä yhteydessä on kysymys, on siksi ollut otettava tarkalleen määräetäisyyksin toisistaan, eikä pitämällä silmällä aineiston soveltuvaisuutta m. m. sellaiseen vertailuun, josta tässä on kysymys. Metsikön valtapituuskin vaihtelee siten varsin suuressa määrässä riippumatta metsikön iästä, metsätyypistä ym. seikoista, jotka sen määräävät ns. luonnonnormaleissa metsiköissä, ja jotta keskiarvolaskelmat olisivat vähänkin luotettavia, on aineiston oltava suuri. Nykyisten metsiemme tunnetuista ikäluokkasuhteista riippuen havaintoaineiston valtaosa on lisäksi keski-ikäisistä metsiköistä.

Maan ja metsikön valtapituuden välistä suhdetta seuraavassa tarkasteltaessa ei aineistoa sen edellä mainitusta epätasaisuudesta huolimatta ole (valtapituuden osalta) sanottavasti karsittu, koska tällaisessa aineiston seulonnassa ei voida noudattaa mitään määrättyä, yhtenäistä perustetta. Aivan harvaksi arvioiduista metsiköistä (tiheys alle 0.3—0.4) on kuitenkin suurin osa jätetty pois, ja samoin joitakin muitakin metsikköjä, joiden valtapituutta ilmeisesti voi pitää poikkeuksellisena. — Tehtävälle vertailulle tuottaa tietenkin vielä aivan erityisiä vaikeuksia maalajien puutteellinen luokitus, jonka vuoksi aineiston pääosa yleisesti on yhdeltä maalajilta (hietaiselta morenimaalta). Aineisto on lisäksi tässä yhteydessä eriteltävä siksi moniin ryhmiin, että maalajin osalta on ollut tyydyttävä vain kahteen luokkaan: karkea ja hieno maa.

Maalaji ja valtapituus

Tässä voi pitää tunnettuna tosiasiana, että metsikön valtapituus riippuu muiden siihen vaikuttavien tekijöiden ohella myöskin maalajista. Karkeilla sora- ja hiekkamailla puut yleensä jäävät lyhyemmiksi kuin hienommilla hieta- ja morenimailla. Jos kukin metsätyyppi esiintyisi aina samalla tietyllä maalajilla, olisi valtapituuskin määrätyssä suhteessa maalajiin, mutta kuten edellä jo selvisi, sama metsätyyppi saattaa tietyissä rajoissa esiintyä eri maalajeilla, ja siten on olemassa mahdollisuus, että valtapituuskin vaihtelee samassa metsätyypissä maalajin mukaan. Seuraavassa tarkastellaan, mitä käsiteltävänä olevan aineiston perusteella voidaan kysymyksessä olevasta suhteesta päätellä.

Alueesta 1 + 2 aineisto on riittämätön maalajin ja valtapituuden vertaamiseen toisiinsa.

Alueesta 3 voivat tässä yhteydessä tulla kysymykseen *VT*:n mäntyvaltaiset metsiköt, vaikka niidenkin havaintoaineisto jää verraten pieneksi ja epätasaiseksi. Karkean maan metsiköitä (maalajit hk ja h) on tässä tapauksessa 93 ja hienon maan, morenimaakin siihen luettuna (mh, ms, ht, hs, s) 94. Seuraavassa asetelmassa on esitetty valtapituuksien keskiarvot niiden ikäluokkien osalta, joita aineistossa edustaa vähintään 6 metsikköä:

ikäluokka v.	karkea maa		hieno maa	
	tapausten luku kpl.	valtapituus m	tapausten luku kpl.	valtapituus m
50	9	13.4	12	15.0
55	6	15.2	(4)	—
60	(4)	—	8	14.6
65	(4)	—	9	16.3
70	7	17.1	13	16.9
75	6	16.2	(3)	—
80	9	16.1	13	16.7

(Hienon maan metsiköistä on keskiarvolaskelmista jätetty pois 2 metsikköä, toinen 50 v., valtapituus 19 m, toinen 80 v., valtapituus 24 m).

Kuten havaitaan, ei tämän aineiston perusteella tule esille mitään varsinaista eroa karkean ja hienon maan välillä.

Alueen 4 *VT*:n mäntyvaltaisten metsien aineisto on huomattavasti suurempi kuin alueen 3, mutta hienoimpia maita on kuitenkin tässäkin tapauksessa aivan vähän. Otettaessa vertailuaineistoon myöskin morenimaiden pääosa jakamalla morenimaat lajittelematta kahtia niin, että karkean ja hienon maan metsi-

köiden luku tulee jokseenkin yhtä suureksi, jakaantuvat maalajiluokat a, b ja c karkean ja hienon maan osalle seuraavasti:

maalajiluokka	karkea maa tapausten luku kpl.	hieno maa tapausten luku kpl.
a	118	—
b	69	173
c	—	13

Vastaavat valtapituudet ikäluokille 35—90 on esitetty taulukossa 22 ja graafisesti kuvassa 13 (s. 43). (Alkuperäisestä aineistosta on keski-

Taul. 22. Maalaji ja metsikön valtapituus.
Alue 4, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät.

Tabelle 22. Bodenart und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 4, VT-Wälder mit vorherrschender Kiefer.

karkea maa — *grober Boden*												hieno maa — *feiner Boden*											
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*																							
35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m																							
14	13	17	17	17	17	18	19	14	17	17	12	9	10	14	15	25	12	18	15	14	25	21	16
6	13	12	14	18	17	16	15	14	16	16	17	10	11	17	15	18	19	19	13	18	18	22	18
10	12	15	14	19	19	14	19	19	17	22	21	10	12	16	15	8	14	18	25	23	12	16	23
13	13	12	16	15	11	17	19	17	15	13	17	11	13	17	9	13	16	15	16	15	16	13	18
	16	14	15	15	15	15	18	21	22	22	16	16	18	16	10	16	13	16	19	16	16	21	17
	11	16	15	13	14	16	16	16	15		16	8	13	13	14	17	15	14	18		22	21	16
	9	7	12	16	18	16	15	19	13		21	10	9	11	13	18	19	18	18		20	20	16
	10	12	16	12	17	16	16		17		15	12	10	13	14	20	16		18			17	
	14	8	10	10	15	20	16		16			13	13	18	15	18	18		21			15	
	14	15	12	18	12	17	16		15			13	11	14	19	18	14		13				
	11	10	15		20		13					13		12	15	17	18		19				
	13	14	16		19									13	16	14			17				
	15	10	14		18									8	10	15			15				
		13	18											17	17	11			12				
		13	12											17	14	17			20				
		13	16											13	20	18			18				
		12	17											13	15								
		17	14											8	13								
		12	15											13	10								
		15	18											13									
		16	11											19									
														13									
														16									

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*										
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m											
karkea maa — *grober Boden*	—	12.6	13.5	14.6	15.3	16.3	16.5	16.5	17.1	16.3	18.0	16.9
hieno maa — *feiner Boden*	11.4	12.0	14.1	14.2	16.4	15.8	16.9	17.3	17.2	18.4	18.4	17.7

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*					
	35+40	45+50	55+60	65+70	75+80	85+90
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m					
karkea maa — *grober Boden*	12.2	14.1	15.9	16.5	16.7	17.3
	$\sigma \pm 2.45$	± 2.40	± 2.54	± 1.78	± 2.44	± 3.25
hieno maa — *feiner Boden*	11.7	14.1	16.2	17.2	17.9	18.1
	$\sigma \pm 2.37$	± 2.86	± 3.28	± 2.92	± 3.89	± 2.89

arvoja laskettaessa jätetty huomioon ottamatta yhden karkean maan ja yhden hienon maan metsikön poikkeukselliset arvot).

Vertailun tuloksena voi todeta, ettei tässäkään tapauksessa nuoremmissa metsiköissä ilmene mitään selvää eroa karkean ja hienon maan välillä, mutta metsikön vanhemmalla iällä valtapituus näyttää jäävän karkealla maalla jonkin verran pienemmäksi.

Alueen 4 *MT*:n mäntyvaltaisten metsien aineisto jää verraten pieneksi, kun se luokitetaan maalajien ja ikäluokkien mukaan. Ikäluokista tulevat varsinaisesti kysymykseen vain 45, 50 ja 55 v., ja maalajit jakaantuvat seuraavasti:

maalaji-luokka	karkea maa tapausten luku kpl.	hieno maa tapausten luku kpl.
a	30	—
b	56	50
c	—	17

Hienon maan b-luokkaan on tässä tapauksessa viety sellaiset morenimaat, joiden A-horisontti kuului paksuusluokkaan 1, karkean maan b-luokkaan taas maat, joiden A-horisontti kuului paksuusluokkiin 2 ja 3, koska jonkinlaisella todennäköisyydellä voi olettaa, että ensiksi mainitut maat olisivat hienompia. Saadut keskimääräiset valtapituudet ovat seuraavat:

ikäluokka v.	karkea maa tapausten luku kpl.	karkea maa valtapituus m	hieno maa tapausten luku kpl.	hieno maa valtapituus m
45	14	17.0	10	16.0
50	11	17.1	8	16.9
55	7	17.6	9	16.6

MT:n karkealla maalla näyttäisi siis mänty kasvavan hieman paremmin kuin hienolla, mutta vertailu olisi kuitenkin voitava ulottaa käsittämään myöskin nuorempia ja vanhempia ikäluokkia, ja aineisto on muutenkin vähäinen.

Verrattaessa toisiinsa alueen 4 *MT*:n karkean ja hienon maan kuusivaltaisten metsien valtapituuksia ei voida todeta mitään selvää eroa karkean ja hienon maan välillä. Maalajien jakaantuminen on tässä tapauksessa seuraava:

maalaji-luokka	karkea maa tapausten luku kpl.	hieno maa tapausten luku kpl.
a	20	—
b	77	45
c	—	26

Alueen 4 *MT*:n lehtipuuvaltaisista metsistä on aineistoa liian vähän, mutta mänty- ja kuusivaltaisten metsien lisäksi voidaan vielä verrata toisiinsa *MT*:n havupuuvaltais-

ten metsien valtapituuksia karkealla ja hienolla maalla. Maalajit jakaantuvat tällöin seuraavasti:

maalaji-luokka	karkea maa tapausten luku kpl.	hieno maa tapausten luku kpl.
a	33	—
b	100	91
c	—	65

Valtapituudet keskiarvoineen ikäluokissa 35—85 v. on esitetty taulukossa 23 ja graafisesti kuvassa 13 (keskiarvoja laskettaessa on

Taul. 23. Maalaji ja metsikön valtapituus.
Alue 4, *MT*:n havupuuvaltaiset metsät.

Tabelle 23. Bodenart und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 4, MT-Wälder mit vorherrschendem Nadelholz.

karkea maa — *grober Boden*							hieno maa — *feiner Boden*						
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*													
35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m																					
15	13	14	19	12	16	17	15	14	17	20	10	13	17	17	18	22	15	15	17	17	20
12	14	18	16	17	13	16	14	17	24	15	15	15	10	13	17	18	20	17	18	18	14
16	13	14	17	16	22	19	14	20	22	22	10	14	16	17	16	17	20	15	14	25	17
16	12	16	16	19	18	21	21	13	18	18	13	10	12	19	16	17	13	12	14	17	15
14	12	19	15	19	17	21	19	17	18	17	15	15	14	14	21	22	17	15	19		
16	15	18	18	12	17	17	17	16	18		10	16	13	16	16	15	14	18	19		
11	20	19	16	14	15		20				12	10	17	17	13	17	19		16		
		12	13	16	23		16				17	17	17	17	18	15	16		19		
		13	16	15	22		16				9	19	12	15	17	15	18		15		
		19	14		15		17				14	13	16	13		14			18		
		16	17		17		21				13	15	13	16		14					
		15	21		14		18				13	12	13	15		14					
		16	19		20		17				15	14	15	20		18					
		12	16		15						13	10	14	18		17					
		15	18		18							16	14	14							
		20			16							15		15							
					19									17							
					14									10							
					16									20							
					14									17							
					16									17							
					21									15							
					16									15							
														16							
														19							
														15							

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*										
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m										
karkea maa — *grober Boden*	14.3	14.1	16.0	16.7	15.6	17.1	18.5	17.3	16.2	19.5	—
hieno maa — *feiner Boden*	12.8	14.0	14.2	16.0	16.9	16.8	16.9	15.3	16.9	—	—

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*				
	35+40	45+50	55+60	65+70	75+80+85
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m				
karkea maa — *grober Boden*	14.2	16.4	16.7	17.7	18.0
	$\sigma \pm 2.34$	± 2.34	± 2.82	± 2.33	± 2.89
hieno maa — *feiner boden*	13.4	15.4	16.8	16.3	17.3
	$\sigma \pm 2.51$	± 2.36	± 2.41	± 2.43	± 2.68

2 karkean ja 2 hienon maan metsikköä jätetty huomioon ottamatta). Tulosten voi katsoa viittaavan siihen, että valtapituus on hienolla maalla vähän pienempi.

Alueen 4 *OMT*:n mänty- ja koivuvaltaisten metsien aineisto on riittämätön tässä kysymyksessä olevaan vertailuun, mutta kuusivaltaisista ja sekametsistä aineistoa on jonkin verran runsaammin. Näiden valtapituudet on esitetty taulukoissa 24 ja 25 sekä graafisesti kuvassa 13. (Aineistosta on jätetty pois vain 1 kuusivaltaisten metsien metsikkö). Maalajien jakaantuminen on näissä tapauksissa seuraava:

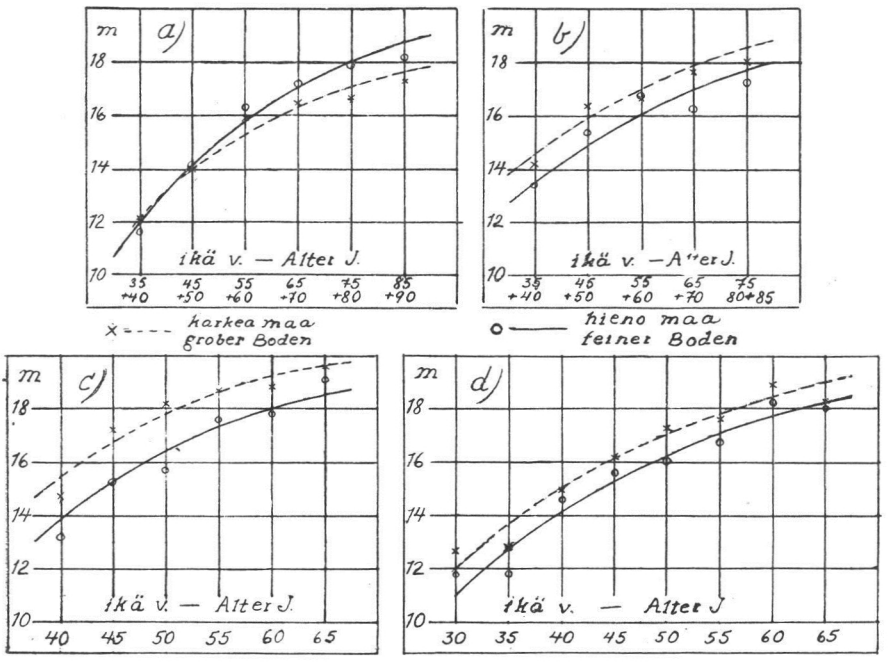
	maalaji-luokka	karkea maa tapausten luku kpl.	hieno maa tapausten luku kpl.
kuusivalt. metsät	a	4	—
	b	88	64
	c	—	57
sekametsät	a	14	—
	b	123	77
	c	—	59

Taul. 24. Maalaji ja metsikön valtapituus.
Alue 4, *OMT*:n kuusivaltaiset metsät.

Tabelle 24. Bodenart und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 4, OMT-Wälder mit vorherrschender Fichte.

karkea maa — *grober Boden*						hieno maa — *feiner Boden*					
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*											
40	45	50	55	60	65	40	45	50	55	60	65
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen m*											
14	14	16	22	21	19	11	14	17	15	21	19
20	18	22	20	19	20	14	16	13	21	17	20
16	15	15	22	19	20	10	19	13	18	22	19
15	18	16	19	16	18	14	14	16	15	14	19
8	19	19	16	19	19	15	14	15	17	20	17
16	21	18	15	18	22	17	16	14	18	20	19
	21	15	16	22	22	15	15	13	17	15	18
	19	20	19	16	16	14	11	20	17	16	22
	8	16	17		22	9	17	18	22	21	
	21	21	17		18		19	17	20	16	
	16	16	23				15	18	16	18	
	18	22					15	16	20	17	
	19	20					16	14	18	14	
		19					13	15	18		
							15	17	14		
							16		15		

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*					
	40	45	50	55	60	65
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m					
karkea maa — *grober Boden*	14.8	17.5	18.2	18.7	18.8	19.6
	$\sigma \pm 3.92$	± 3.45	± 2.54	± 2.76	± 2.12	± 2.01
hieno maa — *feiner Boden* ..	13.2	15.3	15.7	17.6	17.8	19.1
	$\sigma \pm 2.63$	± 2.02	± 2.12	± 2.31	± 2.77	± 1.46



Kuva 13. Maalaji ja metsikön valtapituus.
a) alue 4, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät.
b) » *MT*:n havupuuvaltaiset metsät.
c) » *OMT*:n kuusivaltaiset metsät.
d) » *OMT*:n sekametsät.

Abb. 13. Bodenart und Oberhöhe des Bestandes.
a) Gebiet 4, VT-Wälder mit vorherrschender Kiefer.
b) » MT- » mit vorherrschendem Nadelholz.
c) » OMT- » mit vorherrschender Fichte.
d) » OMT-Mischwälder.

Kuten havaitaan, on valtapituus näissä tapauksissa verraten selvästi hienolla maalla jonkin verran pienempi.

Niistä tapauksista, joita edellä on voitu tarkastella, näyttää siis ainakin *MT*:n havupuuvaltaisten metsien sekä *OMT*:n kuusivaltaisten ja sekametsien valtapituus jäävän hienolla maalla vähän pienemmäksi. Mitä enemmän toisiinsa verratut havaintosarjat eroavat toisistaan maalajinsa puolesta, sitä selvempänä tulee valtapituuksien ero näkyviin.

Taul. 25. Maalaji ja metsikön valtapituus.
Alue 4, *OMT*:n sekametsät.

Tabelle 25. Bodenart und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 4, OMT-Mischwälder.

karkea maa — *grober Boden*								hieno maa — *feiner Boden*							
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*															
30	35	40	45	50	55	60	65	30	35	40	45	50	55	60	65
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m															
13	12	17	17	19	19	15	18	14	9	20	20	17	14	18	21
10	14	15	16	18	18	17	18	10	14	13	16	14	17	20	20
15	13	13	16	20	19	15	17	16	13	16	19	13	14	20	13
14	11	14	19	14	22	22	21	9	16	15	21	18	14	17	18
12	10	17	15	16	19	19	18	11	8	14	12	17	19	22	18
16	14	14	17	15	14	19	18	12	10	14	16	15	19	11	21
10	14	16	19	13	18	24		10	8	13	16	13	20	20	15
11	9	19	16	19	16	19		12	11	14	14	17	15	20	
14	16	13	13	15	15	20		11	16	14	11	15	18	16	
12	15	15	21	11	16			14	15	17	17	19	17		
	15	10	17	22	18			11	8	13	12	19	18		
	15	13	15	18					14	15	13	16	17		
	9	14	17	17					12	10	16	15	14		
	14	18	13	21						17	12		19		
	12	14	13	21						13	18				
	11	22	18	16						16					
		12	14	19						14					
			12							15					
			18							12					
			17							13					
										15					
										17					
										19					
										7					
										18					
										13					
										17					

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*							
	30	35	40	45	50	55	60	65
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m							
karkea maa — *grober Boden*	12.7	12.8	15.1	16.2	17.3	17.6	18.9	18.3
hieno maa — *feiner Boden*	11.8	11.8	14.6	15.5	16.0	16.8	18.2	18.0

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*			
	30+35	40+45	50+55	60+65
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m			
karkea maa — *grober Boden*	12.7	15.7	17.4	18.7
	$\sigma \pm 2.12$	± 2.62	± 2.68	± 2.41
hieno maa — *feiner Boden*	11.8	14.9	16.4	18.1
	$\sigma \pm 2.60$	± 2.86	± 2.12	± 3.07

A-horisontti ja valtapituus

Kuten metsämaidemme maannostumista koskeneet tutkimukset ovat osoittaneet, täytyy maan huuhtoutumisen johtaa sen tosin hitaaseen, mutta alati jatkuvaan laihtumiseen. Ennen kaikkea ansaitsee huomiota kalkin huuhtoutuminen, joka on yleinen ilmiö kaikkialla. Menetys on suurin niissä seuduissa, joiden ilmasto on huuhtoutumiselle suotuisin, siis maannostumisalueissa 1, 2 ja 3, mutta alueessa 4:kin on kalkin huuhtoutumista selvästi todettavissa. Maan pintaosien köyhtyminen ravintoaineista ei voi olla vaikuttamatta osaksi jo suoraan puiden kasvua heikentävästi, ja lisäksi on huuhtoutumisen seurauksena maahan tulevien karikkeiden hajonnan hidastuminen, mistä välillisesti seuraa puiden ravinnonsaannin vaikeutuminen.

Vaikka metsämaamme näin ollen voidaankin otaksua jatkuvasti laihtuvan, näyttää kuitenkin vaikealta ja ainakin toistaiseksi jopa mahdottomalta saada kokeellisesti ja kvantitativisesti osoitetuksi, mikä merkitys kyseessä olevalla ilmiöllä tosiasiallisesti on maan tuottokykyyn ja puiden kasvuun. Tuotto on kyllä heikompi esim. korkeilla maanseljillä, joiden maa on voimakkaimmin huuhtoutunut, mutta niillä on myöskin ilmasto karumpi. Jos taas samanlaisissa ilmasto-oloissa verrataan toisiinsa eri suuressa määrin huuhtoutuneita maita, on huomattava, kuten edelläkin jo voitiin todeta, että maalaji vaikuttaa sekä maan viljavuuteen että huuhtoutumiseen. Esim. karkeahkon maan tuottokyky saattaa olla heikompi ja maa on suhteellisen voimakkaasti huuhtoutunut, mutta tuottokyvyn heikommuus voi ehkä olla seurauksena maalajista sellaisenaan l. maan kuivuudesta. Koska taas sama maalaji samoissa oloissa on huuhtoutunut samalla tavalla, on periaatteellisesti mahdotonta saada eroitetuksi erilleen yksistään huuhtoutumisen vaikutusta. Teoreettisesti oikea ja ainoa mahdollinen menettelytapa ongelman selvittämiseksi olisi se, että pitkän ajan, ainakin muutamien satojen vuosien kuluessa, järjestelmällisesti seurattaisiin, miten pysyvä maan tuottokyky on, mutta tämä menettelytapa on tietenkin käytännöllisesti jokseenkin mahdoton. Ainakin eräissä tapauksissa on mm. suotutkimusten perusteella päätelty kasvupaikkojen aikojen kuluessa laihtuneen, mutta tässä on sekin mahdollisuus, että ilmasto on muuttunut karummaksi. Missä määrin ns. jalojen puulajien ja eräiden muiden kasvien tunnettu vetäytyminen etelämmäksi meidän maassamme on johtunut ilmaston, missä määrin maan muutoksista, se on selvittämätön asia, ja kysymystä on tuskin mainittukaan.

Kaikesta edellä sanotusta huolimatta tässä yhteydessä käsiteltävänä oleva aineisto houkuttelee koettelemaan, saataisiinko siitä

mitään lisävalaistusta puheena olevaan, tieteellisesti ja käytännöllisesti huomiota ansaitsevaan ongelmaan.

Tällöin on ensinnä todettava, ettei aluetta 4 voida sen runsaasta aineistosta huolimatta sanottavasti käyttää kyseessä olevaan tarkasteluun, koska huuhtoutuminen tässä alueessa on verraten heikkoa. Alueesta 1 + 2 ei taas päinvastoin ole riittävästi aineistoa heikosti huuhtoutuneista maista. Koska alueet 2 a ja 3 a vuorostaan ovat suhteellisen pieniä, jää jäljelle varsinaisesti vain keskinkertaisen voimakkaasti huuhtoutunut alue 3. Syystä, että vertailu lisäksi on kohdistettava samaan maalajiin, ei tämäkään alue tarjoa erityisen runsasta aineistoa, mutta ainakin eräissä tapauksissa sitä voi kuitenkin pitää riittävänä.

A l u e e n 4 heikosta huuhtoutumisesta johtuen siitä ei ole runsaammin aineistoa voimakkaasti huuhtoutuneista maista juuri muista kuin *VT*:n m ä n t y v a l t a i s i s t a m e t s i s t ä. Jaettaessa niitä koskevat havainnot kahteen osaan, toiseen maat, joiden A-horisontti on merkitty — (minus), ja toiseen muut, kuuluu edellisiin 186 ja jälkimmäisiin 150 metsikköä. Maalajinsa puolesta ovat nämä ryhmät hyvin samanlaisia; a-, b- ja c-maalajiluokkien jakaantuminen on niissä seuraava:

maalaji-luokka	A-horisontin paksuus —	< 3 cm	3 + > cm
a	29 %	25 %	27 %
b	69 »	74 »	73 »
c	2 »	1 »	—

Tapausten luku eri ikäluokissa ja vastaavat keskimääräiset valtapituudet ovat seuraavat:

ikäluokat v.	A-horisontin paksuus — tapausten luku kpl.	valtapituus m	A-horisontin paksuus < 3 ja 3+> cm tapausten luku kpl.	valtapituus m
35	7	11.1	6	12.5
40	8	12.8	11	11.7
45	28	14.2	13	14.4
50	18	14.9	16	14.4
55	16	15.6	9	16.1
60	9	16.2	14	15.8
65	9	17.0	4	—
70	10	17.2	11	17.4
75	6	16.7	7	17.4
80	5	—	12	17.1
85	9	19.2	6	18.7
90	8	17.5	6	16.3

Yhdistettäessä kahden ikäluokan havainnot on tulos seuraava

	ikäluokat v.					
	35+40	45+50	55+60	65+70	75+80	85+90
	valtapituudet keskimäärin m					
A-horisontti = —	12.0	14.5	15.9	17.1	16.7	18.4
» =<3 ja 3+> cm	12.1	14.4	16.0	17.4	17.2	17.5

(Aineistosta on näissä laskelmissa jätetty pois 3 heikosti huuhtoutuneen maan metsikköä).

Maan huuhtoutuminen ei siis näiden tulosten mukaan ole vaikuttanut mitään puiden kasvuun. Huomattava on kuitenkin, että maa tässä tapauksessa on verraten heikosti huuhtoutunutta; alueen 4 *VT*:n mäntyvaltaiset metsät näet jakaantuvat A-horisontin paksuusluokkiin seuraavasti:

A-horisontti = —	53.6 %
» = >3 cm	30.0 »
» = 3+> »	16.4 »

Alueen 3 *MT*:n kuusivaltaisten, hietaisen morenimaan metsien osalta voidaan verrata toisiinsa 100 metsikköä, joissa A-horisontin paksuudeksi on ilmoitettu — (minus) ja 112 metsikköä, joissa A-horisontti on 3 +> cm. Eri ikäluokkiin riittää kuitenkin tässäkin tapauksessa havaintoja verraten vähäinen määrä, eikä nuoria ja vanhoja metsiä voida ollenkaan ottaa huomioon. Kysymyksessä olevien metsien maa on verraten voimakkaasti huuhtoutunutta; metsiköt jakaantuvat A-horisontin paksuusluokkiin seuraavasti:

A-horisontti = —	35.0 %
» = > 3 cm	25.9 »
» = 3+> »	39.1 »

Havaintojen luku ja ikäluokittaiset valtapituuksien keskiarvot ovat:

	A-horisontin paksuus —		A-horisontin paksuus 3 + > cm	
ikäluokka v.	tapausten luku kpl.	valtapituus m	tapausten luku kpl.	valtapituus m
45	7	13.6	—	—
50	8	15.5	6	13.8
55	6	15.3	6	12.8
60	11	14.2	11	15.2
65	8	15.7	7	15.4
70	10	16.1	13	17.5
75	4	—	8	15.3
80	8	16.1	7	17.1
85	6	18.5	6	15.7

Kuten havaitaan, valtapituus vaihtelee verraten epäsäännöllisesti jo samassakin havaintosarjassa eikä sarjojen välillä näytä olevan mitään yksiymmärteistä, selvää eroa. Aineisto on nähtävästi liian pieni voidakseen todistaa jotakin suuntaan tai toiseen.

Alueen 3 *MT*:n kuusivaltaisille metsille (maalajista riippumatta ja yhdistämällä ikäluokkia) saadaan seuraavat keskiarvot:

ikäluokat v.	A-horisontin paksuus = — tapausten luku kpl.	A-horisontin paksuus = — valtapituus m	A-horisontin paksuus = 3 + > cm tapausten luku kpl.	A-horisontin paksuus = 3 + > cm valtapituus m
45+50	16	14.8	16	14.8
55+60	18	14.7	14	14.1
65+70	21	16.5	22	16.1
75+80	10	16.6	23	16.5
85+90+95	15	16.7	24	17.3

Heikoimmin huuhtoutunut maa on tässä tapauksessa vähän hienompaa, kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee:

maalajiluokka	A-horisontin paksuus —	< 3 cm	3 + > cm
a	13 %	7 %	10 %
b	64 »	82 »	86 »
c	23 »	11 »	4 »

Valtapituudet ovat siis tässäkin tarkastellussa tapauksessa käytännöllisesti katsoen yhtä suuret A-horisontin paksuudesta riippumatta.

Useat muut vertailut, joita tässä yhteydessä on tehty, jätetään selostamatta, koska niiden aineistoa voi ilman muuta pitää tarkoitukseen riittämättömänä. Ainoastaan alueen 3 *VT*:n mäntyvaltaisista, hietaisen morenimaan (mh) metsistä on aineistoa runsaammin. Tässä tapauksessa voidaan asettaa vastakkain 148 metsikköä, joiden A-horisontin paksuudeksi on ilmoitettu —(minus) ja <3 cm, sekä 170 metsikköä, joissa se on 3+> cm, ja kokonaisuudessaan ovat kysymyksessä olevat maat suhteellisen voimakkaasti huuhtoutuneita. Vertailun tulosta valaisevat taul. 26 ja graafinen esitys, kuva 14 (s. 50).

Taul. 26. A-horisontti ja metsikön valtapituus. Alue 3, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji (mh).

Tabelle 26. A-Horizont und Oberhöhe des Bestandes. Gebiet 3, VT-Wälder mit vorherrschender Kiefer, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

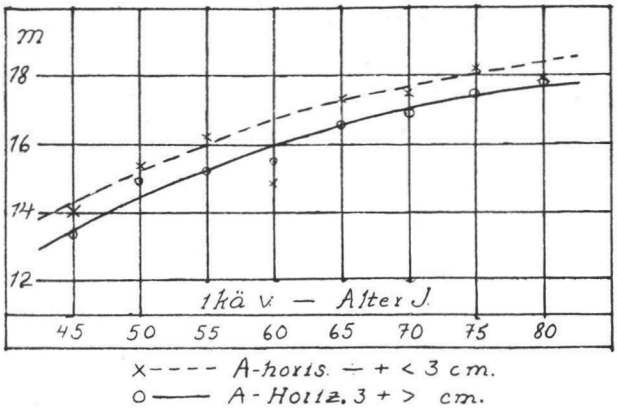
A-horisontin paksuus / *Dicke des A-Horizonts* = — + < 3 cm								A-horisontin paksuus / *Dicke des A-Horizonts* = 3 + > cm							
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*															
45	50	55	60	65	70	75	80	45	50	55	60	65	70	75	80
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m															
15	14	17	15	16	17	16	19	14	17	17	16	16	15	16	16
14	14	16	16	16	19	15	16	12	10	19	14	21	16	18	15
12	17	15	18	17	17	13	14	16	14	15	15	17	19	19	18
16	15	17	15	22	18	20	19	16	15	13	17	19	19	16	15
13	15	16	13	14	19	21	18	14	17	12	17	12	15	16	16
	12	19	15	18	19	17	19	11	17		12	15	16	14	17
	16	18	12	17	17	18	24	11	16		17	16	18	19	19
	18	15	15	22	17	22	19		14		14	15	17	18	17
	17	15	15	17	17	21	14		11		17	15	20	16	18
	15		15	14	15	19	21		17		14	17	13	17	15
	15			18	14		19		16		15	18	16	16	19
	16			18	18		14				17	18	14	22	20
	16				19		18				18	17	14	19	20
					19		17				16		20	16	18
											12		20	22	21
											14		20	16	20
											18		18		18
													14		18
													16		
													18		
													17		

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*							
	45	50	55	60	65	70	75	80
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m							
A-horisontti / *A-Horizont* = — ja *u.* < 3 cm ..	14.0	15.4	16.4	14.9	17.4	17.5	18.2	17.9
A-horisontti / *A-Horizont* = 3 + > cm	13.4	14.9	15.2	15.5	16.6	16.9	17.5	17.8

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*				
	45 + 50	55 + 60	65 + 70	75 + 80	85 + 90 + 95 [1]
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m				
A-horisontti / *A-Horizont* = — ja *u.* < 3 cm ..	15.0 $\sigma \pm 1.81$	15.6 ± 1.67	17.5 ± 2.02	18.0 ± 2.80	17.8 ± 2.39
A-horisontti / *A-Horizont* = 3 + > cm.....	14.3 $\sigma \pm 2.40$	15.4 ± 2.09	16.8 ± 2.21	17.7 ± 2.03	17.7 ± 2.07

[1]) Ikäluokkien 85, 90 ja 95 v. valtapituudet m: *Oberhöhen der Altersklassen 85, 90 u. 95 J. in* m:

V.—*J.*	A = — + < 3 cm	A = 3 + > cm
85	21, 16, 24, 16, 15, 18, 16, 17	16, 18, 19, 17
90	18, 15, 21, 15, 16, 20, 18, 16	19, 13, 21, 19, 18, 19, 19, 19, 18, 18, 22, 14, 19, 17, 16
95	17, 19, 18, 18, 21, 16	18, 18, 16, 15



Kuva 14. A-horisontti ja metsikön valtapituus.
Alue 3, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji mh.

Abb. 14. A-Horizont und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 3, VT-Wälder mit vorherrschender Kiefer, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

Ainakin sille ikäjaksolle, johon tämä vertailu kohdistuu, saadaan tulokseksi, että valtapituus on verraten selvästi vähän pienempi voimakkaasti huuhtoutuneessa maassa. Koska maalaji on kummassakin tapauksessa sama, näyttää siis todistetulta, että huuhtoutuminen heikentää puiden kasvua. Epäilemättä maalajiluokkaan »hietainen moreni» on kuitenkin joutunut karkeusasteensa puolesta paljonkin vaihtelevia maita, ja tässä on olemassa se mahdollisuus, että jaettaessa havainnot edellä mainitulla tavalla kahteen ryhmään heikoimmin huuhtoutuneet maat ovatkin samalla ainakin jonkin verran hienompia kuin voimakkaasti huuhtoutuneet. Edellähän kävi selville, että huuhtoutuminen riippuu myöskin maalajista. Koska toiselta puolen on mahdollista, että kasvu on *VT*:n hienommalla maalla hieman parempi, on edellä todettu ero ehkä selitettäväkin tästä johtuvaksi eikä seurauksena maan huuhtoutumisesta. Tässä on kuitenkin syytä huomata, että edellä verrattaessa alueen 4 *VT*:n mäntyvaltaisten, hienon ja karkean maan metsiköiden valtapituuksia toisiinsa ero osoittautui verraten vähäiseksi siitä huolimatta, että maalajit oli nimenomaan jaettu karkeisiin ja hienoihin. Verrattaessa samalla tavalla alueen 3 *VT*:n mäntyvaltaisia metsiä, joista tässä juuri on kysymys, ei taas saatu esille mitään selvää eroa karkean ja hienon maan metsiköiden valtapituuksissa. Huomattava on lisäksi, että viimeksi mainitussa tapauksessa A-horisontin paksuusluokkien jakaantuminen oli jokseenkin samanlainen eroitetuissa maa-

lajiluokissa (karkea maa = h + hk, hieno maa = mh, ms, ht, hs, s) l. seuraava:

	karkea maa	hieno maa
A-horisontin paksuus = —	25.8 %	31.9 %
» » = < 3 cm	30.1 »	24.5 »
» » = 3 + > cm	44.1 »	43.6 »

Vaikka täytyykin otaksua, että A-horisontin paksuuden vaihtelu edellä tarkastellussa tapauksessa samassa maalajissa johtuu maalajieroista, ja vaikka siten heikosti huuhtoutunut maa voi olla hieman hienompaa, kaikesta päättäen tämä ero ei kuitenkaan voi vaikuttaa valtapituuteen, eikä näin ollen tunnu mahdolliselta, että edellä heikosti ja voimakkaasti huuhtoutuneen maan metsiköiden valtapituuksien välillä todettu ero johtuisi maalajieroista.

Voisi vielä ajatella, että alueen 3 ollessa siksikin laaja kuin se on, sen ilmastolliset olot vaihtelisivat, ja että edellä selostetussa tapauksessa heikosti huuhtoutuneiden maiden metsiköt sijaitsisivat ilmastollisesti edullisemmissa oloissa kuin voimakkaammin huuhtoutuneiden. Jotta nähtäisiin, onko asian laita näin, on metsiköt kokeeksi merkitty kaikki kartalle, mutta ne jakaantuivat tällöin koko alueeseen ilman mitään paikallista keskittymistä huuhtoutumisasteen mukaan. Muu päätelmä ei siis näytä mahdolliselta kuin että maa on todella huuhtoutumisesta laihtunut ja siinä määrässä, että tämä laihtuminen tuntuu puiden kasvussa.

Kivisyys ja valtapituus

Kivisyyden vaikutuksesta metsämaan tuottokykyyn ei ole toistaiseksi tehty mitään järjestelmällisiä havaintoja ja tutkimuksia. Joka tapauksessa kivisyys pienentää pinta-alayksikköä kohti kasvutilaa ja kivisyyden lisääntyessä täytyy ainakin jostain tietystä kivisyysasteesta lähtien metsämaan tuottokyvyn heikentyä. Yhtä selvää sitävastoin ei ole, missä määrin kivisyys vaikuttaa myöskin puiden kasvuun. Seuraavassa koetetaan käsiteltävänä olevan aineiston perusteella tarkastella, onko kivisyydellä sellaisena kuin se on tässä yhteydessä arvioitu, jotakin merkitystä viimeksi mainitussa suhteessa, ts. onko metsikön valtapituus riippuvainen maan kivisyydestä.

Kuten edellä jo selvisi, kivisyyden arvioinnissa käytettyyn luokkaan 3 (kalliokkoinen) on aineistoa kertynyt vain vähäsen. Se on siksi tässä yhteydessä yhdistetty luokkaan 2, ja kivisyydelle käytetään siten seuraavassa vain luokkajakoa 1 ja 2 + 3 nimittämällä näitä luokkia yksinkertaisuuden vuoksi »kivetön» ja »kivinen». Vertailu on yleensä pyritty rajoittamaan samaan maalajiin, toisinaan on kuitenkin käytetty samalla tavalla kuin edellä jakoa karkea ja hieno maa ja joissakin tapauksissa maat on luokitettu kivettömiin ja kivisiin maalajista riippumatta. Koska kivisyyden arviointi on tapahtunut aivan ylimalkaisesti ja se on tietenkin jäänyt melkoisesti subjektiviseksi, on vertailuaineiston — vallankin, kun valtapituuskin vielä vaihtelee sangen paljon — oltava mahdollisimman runsas, jotta tuloksia voitaisiin pitää edes jossain määrin luotettavina. Tarkastelu rajoitetaankin tästä syystä seuraavassa vain alueeseen 4, josta aineistoa on runsaimmin.

Kyseessä olevan suhteen selvittämiseksi on laskettu valtapituuksien keskiarvot ikäluokittain seuraavissa tapauksissa:

1. *VT*:n mäntyvaltaiset metsiköt karkealla maalla.
2. Samat hienolla maalla.
3. Samat maalajista riippumatta.
4. Samat hietaisella morenimaalla.
5. *MT*:n männiköt hietaisella morenimaalla.
6. *MT*:n mäntyvaltaiset metsiköt hietaisella morenimaalla.
7. *MT*:n kuusikot hietaisella morenimaalla.
8. *MT*:n kuusivaltaiset metsiköt hietaisella morenimaalla.
9. *MT*:n havupuuvaltaiset metsiköt maalajista riippumatta.
10. *MT*:n lehtipuuvaltaiset metsiköt hietaisella morenimaalla.
11. *OMT*:n sekametsiköt karkealla maalla.
12. Samat hienolla maalla.
13. Samat hietaisella morenimaalla.

Useimmissa näistä tapauksista tulokset jäävät epävarmoiksi syystä, että kivisiltä mailta on havaintoja liian vähän. Vain tapaukset 3, 4, 6 ja 8 ansaitsevat tulla tässä yksityiskohtaisemmin selostetuiksi.

Taul. 27 ja kuva 15 (s. 57) esittävät *VT*:n mäntyvaltaisille metsille saatua tulosta. Tässä tapauksessa valtapituus on kivisellä maalla verraten selvästi vähän pienempi kuin kivettömällä.

Taul. 27. Kivisyys ja metsikön valtapituus. Alue 4, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät.

Tabelle 27. Steinigkeit und Oberhöhe des Bestandes. Gebiet 4, VT-Wälder mit vorherrschender Kiefer.

kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1*									kivisyysasteet 2 + 3 *Steinigkeitsgrade 2 + 3*								
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*																	
40	45	50	55	60	65	70	75	80	40	45	50	55	60	65	70	75	80
yksityiset valtiapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m																	
15	15	15	12	18	20	21	21	17	13	12	14	10	12	16	16	19	16
14	16	17	16	19	16	13	16	15	11	13	15	15	18	17	18	13	15
11	17	16	13	11	16	16	17	13	13	15	12	18	17	18	19	19	17
14	13	18	15	20	14	19	14	22	16	12	16	10	15	14	16	16	16
10	13	12	19	15	16	15	14	15	11	16	14	18	16	15	15	15	20
9	10	16	17	17	18	19	23	17	9	12	17	18	13	19	18	18	16
12	8	14	13	14	16	20	14	22	13	17	11	11		11	17		16
13	17	15	17	15		15		12	11	12	15	14		18	18		
13	14	12	17	11		19		18		17	14	15			21		
10	12	16	20	19		13		25		13	17	18			19		
13	15	10	18	17		18				13	10	18			16		
10	16	15	17	19		18				13	16						
18	14	14	16	18		25				14	15						
13	16	18		14						13	15						
12	13	15		18							14						
	19	15		16							13						
	13	10		19							10						
	17	13		14													
	17	20		12													
	12	19															
	13	14															
	18																
	13																
	11																
	16																
	17																

		ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*								
		40	45	50	55	60	65	70	75	80
		valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m								
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	1	12.5	14.4	15.0	16.2	16.1	16.6	17.8	17.0	17.6
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade*	2 + 3	12.1	13.7	14.0	15.0	15.2	16.0	17.5	16.7	16.6

		ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*					
		40+45	50+55	60+65	70+75	80+85[1])	90+95[1])
		valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m					
kivisyyssate *Steinigkeitsgrad*	1	13.7 $\sigma \pm 2.69$	15.4 ± 2.58	16.2 ± 2.60	17.5 ± 3.39	18.2 ± 3.83	18.2 ± 1.92
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade*	2 + 3 ..	13.1 $\sigma \pm 2.03$	14.4 ± 3.67	15.6 ± 2.44	17.2 ± 1.98	17.2 ± 2.71	17.3 ± 2.32

[1]) ikäluokkien 85, 90 ja 95 v. valtapituudet m: *Oberhöhen der Altersklassen 85, 90 u. 95 J. in* m:

V. — *J.*	kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1*	kivisyysasteet 2 + 3 — *Steinigkeitsgrade 2 + 3*
85	25, 15, 20, 21, 16, 21, 22, 13, 22, 16, 17, 17	17, 21, 13, 22
90	16, 16, 18, 23, 17	16, 17, 18, 21, 15, 16, 16, 17, 12,
95	18, 16, 20, 18, 20, 19, 18, 18	17, 17, 20, 18, 20, 20

VT:n mäntyvaltaisissa metsissä hietaisella morenimaalla näyttää, kuten taul. 28 ja kuvasta 15 (s. 57) todetaan, samoin kuin edellisessä tapauksessa valtapituus kivisellä maalla hieman pienemmältä.

Taul. 28. Kivisyys ja metsikön valtapituus.
Alue 4, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji mh.

Tabelle 28. Steinigkeit und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 4, VT-Wälder mit vorherrschender Kiefer, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1*						kivisyysasteet 2 + 3 *Steinigkeitsgrade 2 + 3*					
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*											
40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m											
13	17	13	14	14	16	25	17	18	21	23	11	17	17	17	13	18	15	15	16	21	15
12	16	14	16	17	16	13	14	25	16	16	11	12	14	15	19	18	18	14	17	16	17
13	11	13	17	16	18	18	23	18	16	18	14	13	11	18	15	19	18	16	20	17	17
18	13	19	18	17	16	18	15	17	21	16	11	14	13	18	17	17	16	18	18	13	16
16	17	20	20	19	14	15	16	15	20	17	13	16	15	18	17	15	19	15	14	22	18
10	16	12	17	16		19	19	22	17		13	15	16	18	17	14	21	19	16		19
13	18	18	17	18		19	14	15	17		16	11	17	15	16		17		21		21
	13	14	17	14		15	14	22	15		9	13	13	15	15		18		16		
	12	16	17	18		20					13	13	15	18	13		19		15		
	17	17	19	16		16					15	13	14	15	13		18		15		
	17	15		15		14						14	13	14	16		18				
	13			15		16						16	14	15	15		16				
	15			19		14						13	14	17							
	12					19							15								
	15												13								
	19												15								
	13												14								
	16												15								
	13												16								
	14																				

		ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*									
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
		valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m										
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	1 ..	13.6	14.9	15.5	17.2	16.5	—	17.2	16.5	18.2	17.9	—
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade*	2+3	12.6	13.8	14.4	16.4	15.5	16.8	17.8	16.2	16.8	17.8	17.6

		ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*						
		35+40	45+50	55+60	65+70	75+80	85+90	95+100[1])
		valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m						
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	1 ...	12.6	15.1	16.8	16.9	17.8	17.9	17.8
		σ ± 2.50	± 2.36	± 1.68	± 2.82	± 3.53	± 2.54	± 2.12
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade*	2 + 3	12.6	14.2	16.0	17.4	16.6	17.7	17.6
		σ ± 1.96	± 1.60	± 1.74	± 1.72	± 2.10	± 2.66	± 2.40

[1]) ikäluokkien 95 ja 100 v. valtapituudet m: — *Oberhöhen der Altersklassen 95 u. 100 J. in* m:

V. — *J.*	kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1*	kivisyysasteet 2 + 3 — *Steinigkeitsgrade 2+3*
95	20, 18, 20, 16, 18, 19	17, 17, 18, 20, 20
100	15, 14, 19, 17, 15, 19, 18, 21	15, 15, 22, 16, 21, 16, 15, 17

Sama suhde kuin edellä voidaan suurin piirtein todeta myöskin *MT*:n mäntyvaltaisissa ja kuusivaltaisissa metsissä hietaisella morenimaalla (taul. 29 ja 30, kuva 15, s. 57). — Muista tapauksista mainittakoon vielä, että myöskin *MT*:n lehtipuuvaltaisille metsille hietaisella morenimaalla saatua tulosta voi pitää ainakin samaan suuntaan viittaavana.

Taul. 29. Kivisyys ja metsikön valtapituus.
Alue 4, *MT*:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji mh.

Tabelle 29. Steinigkeit und Oberhöhe des Bestandes.
Gebiet 4, MT-Wälder mit vorherrschender Kiefer, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1*											kivisyysasteet 2 + 3 *Steinigkeitsgrade 2 + 3*									
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*																			
25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m																					
8	11	10	16	17	17	17	22	19	15	19	10	12	9	14	13	18	18	19	17	20	21
12	14	16	15	10	16	17	16	19	21	14	18	5	16	16	20	16	18	18	16	16	18
9	11	12	10	13	18	16	23	18	22	20	12	13	10	13	17	19	17	18	17	16	14
12	7	15	14	17	15	18	17	18	23	20	8	13	11	10	16	19	19	19	19	19	18
10	12	13	13	14	15	19	16	22	17	22	12	10	15	13	17	17	16	17	18	14	23
12	16	12	15	16	10	19	18	19	16	20	10	12	14	14	19	15	17	20	16	17	15
11	13	13	13	18	16	16	21	18	16	17	8	14	10	14	19	16	17	18	15	19	20
11	10	12	12	13	18	14	16	20	17	18		12	11	8	19	9	17	14	18	16	17
10	14	14	12	14	21	18	19	21	18				16	14	14	16		16	19	18	
10	12	16	20	17	19	17	19	22	18				13	17	12	16		17		14	
8	14	10	16	15	14	19	18	15	18					13	14	17		17		18	
10	14	11	15	14	13	17	20	21	15					11	13	17		17		16	
8	10	16	13	18	17	17	16		17						11	14				20	
	12	12	17	15	14	16	17								15	15				13	
	7	16	13	17	17	22	15								12					20	
	10	15	14	16	16	16	18								17						
	11	16	15	15	16	18	17								9						
			14	17	16		22								13						
			15	18	17		13														
			13	15	17																
			16	15	15																
			15	16	15																
			17	18	17																
			15	15	14																
			16	17	12																
			15	16	13																
			15	16	21																
			11	14	14																
			11	17	18																
			16	15	15																
			13	19	17																
				14	16																
				18	16																
				16																	

	ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*										
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m										
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad* 1 ..	10.1	11.6	13.5	14.4	15.7	15.9	17.4	18.0	19.3	18.0	18.8
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade* 2+3	9.7	11.4	12.5	13.1	15.0	16.0	17.4	17.5	17.2	17.1	18.3

		ikäluokat v. — *Altersklasse in J.*					
		25+30	35+40	45+50	55+60	65+70	75+80[1])
		valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m					
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad*	1	11.0 $\sigma \pm 2.20$	14.0 ± 2.10	15.8 ± 2.09	17.8 ± 2.26	18.6 ± 2.38	18.8 ± 2.42
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade*	2 +3	10.6 $\sigma \pm 2.47$	12.8 ± 2.54	15.4 ± 2.88	17.5 ± 1.32	17.1 ± 1.96	18.1 ± 2.84

Taul. 30. Kivisyys ja metsikön valtapituus. Alue 4, *MT* n kuusivaltaiset metsät, maalaji mh.

Tabelle 30. Steinigkeit und Oberhöhe des Bestandes. Gebiet 4, MT-Wälder mit vorherrschender Fichte, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1*												kivisyysasteet 2 + 3 *Steinigkeitsgrade 2 + 3*										
ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*																						
30	35	40	45	50		55	60	65	70	75	80	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
yksityiset valtapituudet m — *die einzelnen Oberhöhen* m																						
11	13	15	16	17	12	18	18	15	15	14	17	7	14	14	12	10	13	13	15	14	17	22
6	12	10	12	17	14	19	17	20	14	18	24	8	15	17	14	16	12	20	21	21	17	18
11	16	14	17	19	17	19	17	20	14	17	18	9	10	12	12	16	16	12	13	16	17	18
10	16	17	18	14	15	12	15	21	17	20	16	11	16	10	16	14	19	13	12	17	18	17
7	9	12	17	17	15	19	22	14	20	14	20	8	13	14	15	16	18	22	16	23	18	18
12	16	13	20	15	17	14	20	18	17	16	14	13	12	12	15	16	16	14	14	20	14	23
10	15	16	10	16	17	13	17	21	21	18	14	7	9	13	10	14	18	15	22	15	18	17
14	16	13	15	17	16	11	13	15	12	18	17		16	15	15	16	16	17	17	13		18
14	12	16	16	15	16	16	14	22	16	17	18		16	15	15	12	18	17	14	16		
12	16	11	14	16	16	20	17	21	17	20	18		11	16	18	14	18	16	16	15		
14	11	11	10	13	17	16	13	20	17	17	18		15	11	14	16	17	13	18	14		
10	10	15	12	14	14	11	22	18	15	20	17		14	16	15	15	16	17	18	14		
13	16	15	16	16	17	16	17	19	18	15	19			14	17	15	18	15	17	15		
16	14	16	16	10	13	15	18	19	18	23	16			15	12	14	16	15		16		
12	12	15	18	15	14	18	15	18	17	18	20			17	12	19		18		16		
7	13	17	14	18	19	16	17	17	16		20				18	16		19		17		
12	13	15	19	16	15	22	16	17	16							15		15		17		
14	16	16	15	16	14	16	20	15	17							15		16		13		
12	10	13	17	17	17	17	18	16	20							17						
10	14	15	14	15	17	17	19	18	13							15						
13	15	14	16	18	16	19	19	19	20													
	11	15	16	14	16	17	17		16													
		14	17	21	16	17	16		18													
		13	15	13		17	14		14													
		17	18			17	18															
		11	16				20															
		13	15																			
		17	13																			
		14	17																			
		14	12																			
		14	15																			
		13	11																			
			13																			
			14																			

[1]) ikäluokan 80 v. valtapituudet m: *Oberhöhen der Altersklasse 80 J. in* m:

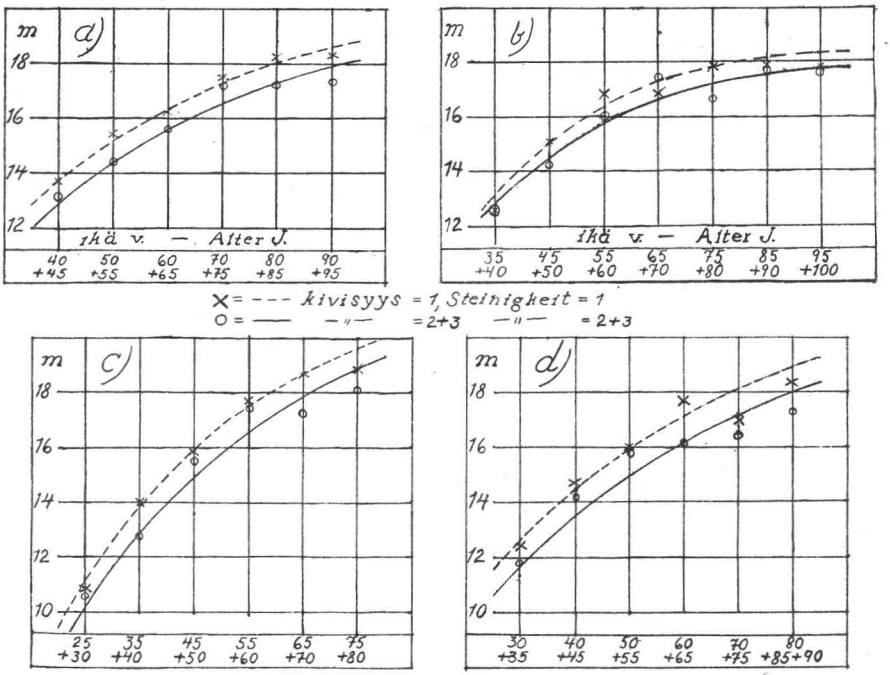
kivisyysaste 1 *Steinigkeitsgrad 1*	kivisyysasteet 2 + 3 *Steinigkeitsgrade 2 + 3*
19, 17, 18, 18, 17, 24	13, 20, 20, 16, 18, 20

ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*

	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m										
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad* 1 ..	11.4	13.5	14.2	15.1	15.5	16.5	17.3	18.2	16.6	17.7	17.9
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade* 2+3	9.0	13.4	14.1	14.4	15.1	16.5	15.9	16.4	16.2	17.0	18.9

ikäluokat v. — *Altersklassen in J.*

	30+35	40+45	50+55	60+65	70+75	80+85+90[1])
	valtapituus keskimäärin m — *Oberhöhe durchschnittlich* m					
kivisyysaste *Steinigkeitsgrad* 1	12.5	14.7	16.0	17.7	17.0	18.3
	$\sigma \pm 2.62$	± 2.24	± 2.25	± 2.31	± 2.31	± 2.60
kivisyysasteet *Steinigkeitsgrade* 2 + 3 ..	11.8	14.2	15.7	16.1	16.4	17.3
	$\sigma \pm 3.01$	± 2.29	± 2.01	± 2.69	± 2.33	± 2.17



Kuva 15. Kivisyys ja metsikön valtapituus.
a) alue 4, *VT*:n mäntyvaltaiset metsät.
b) » *VT*:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji mh.
c) » *MT*:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji mh.
d) » *MT*:n kuusivaltaiset metsät, maalaji mh.

Abb. 15. Steinigkeit und Oberhöhe des Bestandes.
a) Gebiet 4, VT-Wälder, mit vorherrschender Kiefer.
b) » VT- » mit vorherrschender Kiefer, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).
c) Gebiet 4, MT-Wälder mit vorherrschender Kiefer, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).
d) Gebiet 4, MT-Wälder mit vorherrschender Fichte, Bodenart feinsandiger Moränenboden (mh).

[1]) ikäluokkien 85 ja 90 v. valtapituudet m — *Oberhöhen der Altersklassen 85 u. 90 J. in* m:

V. — *J.*	kivisyysaste 1 — *Steinigkeitsgrad 1.*	kivisyysasteet 2+3 — *Steinigkeitsgrade 2+3*
85	20, 14, 18, 26, 20, 16, 17, 17, 19	15, 17, 16, 16, 16
90	18, 19, 18, 17, 16, 20, 15, 19, 20	15, 15, 18, 17, 16
	21, 25, 16, 17, 19, 20, 19, 17	

Niin puutteelliseksi kuin kyseessä olevan suhteen tarkastelu käytettävissä olevan aineiston perusteella siis pakosta muodostuukin, näyttää kuitenkin verraten selvältä, että metsikön valtapituus jää ainakin niiden ikäluokkien rajoissa, joita tässä on voitu tarkastella, kivisellä maalla vähän pienemmäksi kuin kivettömällä. Tässä on tyydyttävä vain tämän yleisen suunnan toteamiseen; suhteen kvantitativinen määrittely vaatisi tietenkin erikoistutkimuksia.

8. Yleiskatsaus tuloksiin.

Arvioimistyötä suunniteltaessa oli melkoisessa määrin epävarmaa, tulisivatko sen yhteydessä maasta tehtävät havainnot todella antamaan käyttökelpoista ainesta niiden kysymysten selvittelyyn, joihin oli tarkoituksena saada lisävalaistusta. Mitkään varsinaiset maatutkimuksethan eivät olleet mahdollisia, vaan oli tyydyttävä verraten ylimalkaisiin, teknillisesti yksinkertaisiin, helposti ja nopeasti suoritettaviin havaintoihin, jotka oli tehtävä monien muiden vallan toisenlaatuisten havaintojen ohella. Edellä esitetystä tulosten pääpiirteittäisestä selostuksesta kuitenkin ilmenee, että kertynyt aineisto puutteistaan huolimatta laajentaa tietoa metsämaastamme ja eräissä suhteissa huomattavastikin. Huomauttaa sopii myös, että Suomi on ensimmäinen maa, jonka maannostumissuhteista on olemassa sellainen järjestelmällinen tilastollinen selvitys, josta tässä on kysymys.

Jo aikaisempien havaintojen perusteella tultiin siihen tulokseen, että valtakunta voitiin maan podsolisatioasteen perusteella jakaa muutamiin suuriin alueisiin. Saatu aluejako perustui kuitenkin enemmän tai vähemmän sattumanvaraisiin, etupäässä maanteiden ja rautateiden varsilla tehtyihin havaintoihin, ja sitä oli sellaisena pidettävä vain luonnosasteisena. Edellä selostetun uuden aluejaon pohjana olevan runsaan ja järjestelmällisistä tutkimuksista saadun aineiston takia tätä jakoa on tietenkin pidettävä luotettavampana ja täsmällisempänä. Itse asiassa uusikin jako, vaikka sitä suunniteltaessa on nojauduttu pääasiallisesti vain arvioimistyöstä saatuun aineistoon, ei sittenkään sanottavasti poikkea aikaisemmista. Tätä seikkaa on osaltaan pidettävä todisteena siitä, että aluejako todella vastaa maannostumissuhteiden olennaisia piirteitä.

Maalajin ja metsätyypin välinen suhde saa tuloksista, joihin edellä tultiin, jossain määrin uutta valaistusta,

Metsätyyppiteorian mukaan, kuten tunnetaan, metsätyyppejä on pidettävä kaikkien kasvupaikkatekijöiden vaikutuksen yhteistuloksena. Sama metsätyyppi saattaa siten m.m. esiintyä eri maalajeilla

eikä vain esim. sora-, hiekka-, hieta- tai savimaalla, vaan turvemaallakin. Tämä deduktio on ainakin kivennäismaiden osalta saanut tukea valtakunnan metsien ensimmäisen arvioinnin tuloksista. Niiden mukaanhan sama metsätyyppi saattoi esiintyä useilla maalajeilla ja kaikki maalajit jakaantuivat useiden metsätyyppien osalle. Samalla voitiin kuitenkin todeta, että sama metsätyyppi ainakin jossain määrin keskittyi määrätyille maalajeille tai että eräillä maalajeilla tavattiin pääasiallisesti hyviä ja toisilla heikkotuottoisempia metsätyyppejä.

Edellä selostetut toisen arvioinnin tulokset näyttävät pääpiirtein vahvistavan niitä päätelmiä, joihin tultiin ensimmäisen arvioinnin havaintoaineistosta. Niin ensimmäisen kuin toisenkin arvioinnin yhteydessä saatu aineisto on kuitenkin, kuten edellä jo eri yhteyksissä on huomautettu, puutteellinen sikäli, että maalajien luokitus ja määräystapa ovat olleet verraten alkeellisia.

Toisen samoin kuin ensimmäisenkin arvioinnin antamien tulosten perusteella voi pitää selvänä, että suhde maalajin ja metsätyypin välillä on toisissa oloissa kiinteämpi, toisissa löyhempi. Edellä selostettujen tulosten kanssa analoginen tulos kemiallisista maa-analyyseistä, happamuusmääräyksistä ym. tulkittaisiin epäilemättä niin, että metsätyypit kyseessä olevassa suhteessa selvästi eroavat toisistaan. Ilmeistä silti on, ettei saman metsätyypin tarvitse olla sidottu samaan maalajiin tai ettei samalla maalajilla tarvitse aina esiintyä saman metsätyypin.

Edellä tultiin siihen säännönmukaisuuteen, että siirryttäessä samoissa ilmasto-oloissa (l. oikeastaan samassa maannostumisalueessa) karkealta maalta hienommalle tai samalla maalajilla pohjoisesta etelään metsätyyppien luku vähentyy ja muutamat harvat tyypit tulevat vallitseviksi. Jos aineisto sallisi maalajien eksaktisemman luokituksen, tultaisiin nähtävästi siihen tulokseen, että karkeimmillakin mailla muutama harva jäkälä- ja kanervavaltainen metsätyyppi tulisi vallitsevaksi. Näiden maiden ja hienoimpien maiden välillä on sitten maalajeja, joilla useat metsätyypit saattavat esiintyä enemmän tai vähemmän »tasaväkisinä». Siirryttäessä samalla maalajilla pohjoisesta etelään tultaisiin analogiseen säännönmukaisuuteen: pohjoisimpana ja eteläisimpänä olisi muutama harva metsätyyppi vallitsevana ja välillä olisi alue, jolla useat tyypit olisivat tasaväkisempiä. Käytännön kannalta tämä tulos ansaitsee huomiota m.m. sikäli, että edellä mainituilla »välialueilla» biologinen tasapaino eri metsätyyppien välillä nähtävästi voi suhteellisesti helpommin muuttua hakkuiden, kulojen ym. ulkoisten vaikutteiden takia. Tämä merkitsee samalla sitä, että näissä oloissa metsätyyppi on suhteelli-

sesti epävarmempi perusta kasvupaikan hyvyysluokitukselle. Miten suuri käytännöllinen merkitys tällä seikalla on, se riippuu tietenkin siitä, missä määrin kussakin tapauksessa esiintyy maalajeja, joilla useat metsätyypit ovat biologisesti enemmän tai vähemmän tasaväkisiä, ja miten suureen tarkkuuteen hyvyysluokituksessa pyritään.

Puulajien esiintymiseen nähden eri maalajeilla ei käsitellystä aineistosta ilmene sanottavasti mitään uutta. Maannostumista koskevat tulokset sitävastoin laajentavat huomattavasti aikaisempia tietoja.

Maan huuhtoutumisasteeseen l. A-horisontin paksuuteen nähden on tavallisimmat kangasmetsätyypit aikaisempien havaintojen perusteella yleensä totuttu asettamaan seuraavaan järjestykseen heikoimmin huuhtoutuneesta maasta lähtien

ClT, CT, VT, MT, HMT.

Valtakunnan eteläisimmissä osissa ei kuitenkaan *CT*:n, *VT*:n ja *MT*:n välillä ole todettu sanottavia eroja. *OMT*-metsistä on havaintoja ollut käytettävissä vähemmän kuin mainituista muista metsätyypeistä, mutta yleensä on *OMT*:n maata pidetty verraten heikosti huuhtoutuneena. Nyt kysymyksessä olevan aineiston perusteella on kuitenkin *VT*:n ja *CT*:n maata pidettävä voimakkaammin huuhtoutuneena kuin *MT*:n. Tämä tulos tuntuu aluksi oudolta, mutta nähtävästi sitä on pidettävä luotettavampana kuin aikaisempia tietoja.

Aikaisempien havaintojen perusteella oli myöskin tultu siihen tulokseen, että A-horisontti nuorissa maissa l. rannikkoalueilla varsinkin Etelä-Suomessa oli paksumpi kuin vanhoissa maissa ja Pohjois-Suomessa jokseenkin yhtä paksu kuin vanhoissa maissa. Nuorena maana pidettiin tällöin aluetta, joka oli suunnilleen *Litorina*-meren korkeimman rannan alapuolella. Suomenlahden ja Itämeren rannikkoalueilla kyseessä oleva nuoren maan alue on siksi kapea, ettei nyt suoritetussa arvioinnissa ollut odotettavissakaan sen eroittuminen A-horisontin paksuuden perusteella vanhemmasta maasta. Pohjanlahden ja varsinkin sen pohjoisosien rannikkoseuduilla (alueet 2 a ja 3 a) sitävastoin A-horisontti on osoittautunut oletettua ohuemmaksi. On kuitenkin mahdollista, että tässä kyseessä oleva ristiriita nyt saatujen ja aikaisempien tulosten välillä on vain näennäinen. Osoitettaessa A-horisontti paksummaksi nuoressa maassa kuin vanhassa on näet tämän horisontin paksuus määritelty kolloidikompleksin kemiallisen analyysin avulla välimatkana maan pinnasta siihen kohtaan, jossa B-horisonttiin saostuneiden aineiden (geelien l. hyyteiden) määrä on suurin. Tällä tavoin voidaan A-horisontin paksuu-

deksi saada esim. 10—15 cm, mutta silmävaraisen arvioinnin mukaan sen ei tarvitse olla enempää kuin ehkä $^1/_3$—$^1/_2$ mainitusta määrästä. Tästä huolimatta on kuitenkin mainittava, että A-horisontin paksuudesta aikaisemmin saatuun ja esitettyyn käsitykseen alkujaan tultiin yksistään maaprofilin ulkonäön perusteella. Rannikkoalueilla näet silloin tällöin tavataan huomattavan paksuja A-horisontteja, ja nämä johtivat siihen käsitykseen, että »näkyväkin» A-horisontti yleensä olisi nuorissa maissa paksumpi kuin vanhoissa.

Maannostumista koskevista tuloksista on kiintoisimpia todento, että A-horisontin paksuus riippuu läheisesti maalajista, ja että sen ja puulajin välillä ei ilmene mitään selvää yhteyttä. Omista tutkimuksistani olin tosin jo aikaisemminkin tullut tähän suuntaan viittaaviin tuloksiin, mutta vasta nyt on mahdollista runsaan ja edustavan aineiston perusteella osoittaa, mitkä tekijät lähinnä määräävät A-horisontin paksuuden. Tulos on sitä merkitsevämpi siksi, että tämä kysymys on metsämaatieteen peruskysymyksiä oloissa, joissa — niinkuin meillä — podsoli on vallitsevana maannostyyppinä. Tässä on syytä huomauttaa, että yleisesti omaksutun käsityksen mukaan A-horisontin paksuuden määrää ensi sijassa kasvillisuus. Tästä näet riippuu humuskerroksen paksuus ja laatu, ja humuskerroksesta vuorostaan riippuu, missä määrin maa podsoloituu. Puulajeista on erityisesti kuusen selitetty edistävän maan huuhtoutumista. Nämä käsitykset ovat kuitenkin perustuneet pääasiallisesti vain sattumanvaraisiin, siellä täällä tehtyihin havaintoihin.

Todettu A-horisontin paksuuden riippuvaisuus maalajista nähtävästi lähinnä selittää myöskin sen paksuuden vaihtelun eri kangasmetsätyyppien maassa. *VT*:n (ja osittain *CT*:nkin) maa, joka on tavallisimmat metsätyypit huomioon ottaen voimakkaimmin huuhtoutunut, on siksi karkeaa, että se suhteellisen helposti läpäisee vettä, mikä on huuhtoutumisen edellytyksenä, mutta tämä maa on kuitenkin toiselta puolen myöskin siksi hienoa, että se pysyy tuoreena, mikä taas on rapautumisen edellytyksenä. Esim. *MT*:n maa on yleensä kosteampaa, mutta hienommuutensa takia se läpäisee vettä vaikeammin kuin *VT*:n maa. Kuivimpien kangasmetsien maa taas läpäisee vettä helpoimmin, mutta jo siksi helposti, että maa pysyy kuivana ja voi vain heikosti rapautua.

Samoin kuin A-horisontin osoittautuu kangasmetsien humuskerroksenkin paksuus maalajista riippuvaksi ja sen paksuuden vaihtelu eri metsätyypeissä johtuu ainakin huomattavalta osalta maalajieroista. Humuskerroksen metsätyypeittäisen vaihtelun täytyy tietenkin riippua myöskin maan pintakasvillisuuden eroista, mutta sikäli kuin tämän määrää maalaji, on maalaji tässäkin suh-

teessa perusvaikuttimena. Maalajin vaikutusta ei silti ole tässä yhteydessä eikä A-horisontinkaan suhteen käsitettävä yksistään fysikallisena ilmiönä, vaan myöskin kemiallisena. Maan kemiallinen kokoomus ja ennen kaikkea sen kalkkipitoisuus on maannostumisen kannalta yhtä tärkeä tekijä kuin maalajin määräämät kosteussuhteet, mutta suurin piirtein on niin, että maan hienontuessa myöskin sen kyky luovuttaa kalkkia kasvaa ja maa tulee osittain kokonaisuudessaankin suhteellisesti runsaammin kalkkia sisältäväksi.

Maannostumisilmiöön antavat siis kyseessä olevat tutkimukset huomattavasti uutta valaistusta. Tulosten yleinen merkitys ilmenisi vielä selvempänä, jos niitä tarkasteltaisiin laajemman, maannostumisen kemiallista ja fysikall sta puolta selvittelevän erikoisesityksen puitteissa. Edellä on tässä suhteessa rajoituttu vain muutamia yksityisseikkoja koskeviin huomautuksiin.

Muista tuloksista ovat metsikön valtapituuden ja eräiden maan ominaisuuksien välistä suhdetta valaisevat tärkeimmät. Huolimatta siitä, että vaihtelusarjojen hajonta (σ) on verraten suuri ja että keskiarvojen eron keskivirhe on huomattavasti suurempi kuin mihin se saa nousta, jotta verrattavat keskiarvot edustaisivat toisistaan todella eroavia tilastollisia lukusarjoja, näyttää kuitenkin siltä, että valtapituus ainakin eräissä tapauksissa vaihtelee samassa metsätyypissä maalajin, A-horisontin paksuuden ja maan kivisyyden mukaan. Tuntuu luonnostaankin lankeavalta ja käsitettävältä, että maalaji ja maan kivisyys vaikuttavat puiden kasvuun siihen tapaan kuin tuloksista ilmenee. Selvää on myöskin, että maa huuhtoutumisesta laihtuu, mutta tulos, jonka mukaan tämä laihtuminen on jo puiden kasvussa todettavissa, on silti jossain määrin yllättävä Joka tapauksessa aineiston perusteella joudutaan tähän päätelmään ja maan huuhtoutumisen merkitys näyttää siten metsämaamme tuottokyvyn kannalta entistäkin tärkeämmältä.

Die finnischen Waldböden

nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung

ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1936—1938 wurde in Finnland durch das Forstliche Forschungsinstitut zum zweiten Male eine allgemeine Schätzung der Reichswälder ausgeführt. Im Zusammenhang mit dieser Arbeit hat man auch einige den Boden betreffende Beobachtungen angestellt, und in der vorliegenden Veröffentlichung werden die in dieser Hinsicht erlangten Ergebnisse der Arbeit behandelt.

In diesem Zusammenhang können Ausführungsweise und Arbeitsmethoden der in Frage stehenden grossen Forschungsarbeit nicht eingehender dargelegt werden, da aber ihre Kenntnis wenigstens in gewissem Masse mit Rücksicht auf die Beurteilung der Ergebnisse notwendig ist und nur wenige Bodenforscher die Organisation derartiger Arbeit kennen, ist es angebracht, sie kurz zu beschreiben.

Die Arbeit geschah als Linienschätzung, bei der der gegenseitige Abstand der Linien im überwiegenden Teil des Reiches 13 km und in seinen nördlichsten Teilen 26 km (sowie auf Ahvenanmaa 10 km) ausmachte. Die Richtung der Linien war überall dieselbe: SW—NE. Das ganze Reich wurde so in der auf Abb. 16 (S. 64) dargestellten Weise längs Linien durchforscht [1]).

Über die vielen verschiedenen Beobachtungen, die längs den Schätzungslinien an jeder vorgekommenen Bodenfigur angestellt worden sind, sei hier nur angeführt, dass nach der Bodennutzung drei Hauptklassen unterschieden wurden: Waldböden, Unland und ausserwaldwirtschaftliche Böden. Von diesen wurden die erstgenannten in wüchsige und schlechtwüchsige Böden eingeteilt so dass sich 4 Bodennutzungshauptklassen ergaben. Bei jeder von diesen wurden Mineral- und Torfboden unterschieden und diese ihrerseits auf Grund des Wald- und des Moortypus in Ertragsklassen eingeteilt. In diesem Zusammenhang kommen nur die wüchsigen Mineralböden in Frage, und bei ihnen wurden folgende W a l d t y p e n auseinandergehalten:

1. Die Gruppe der Hainwälder *(Lh)*.
2. Sauerklee-Blaubeerentypus *(OMT)*.
3. Wintergrüntypus *(PyT)*.
4. Blaubeerentypus *(MT)*.
5. Dickmoostypus *(HMT)*.

[1]) Auf der Karte sind die Linien der ersten Schätzung (i. J. 1922), deren Material bei der jetzt ausgeführten zweiten Schätzungsarbeit teilweise verwertet worden ist, nicht angegeben. (Das hier behandelte Material bezieht sich nur auf die auf der Karte bezeichneten Linien).

6. Preisselbeerentypus *(VT)*.
7. Krähenbeeren-Preisselbeerentypus *(EVT)*.
8. Krähenbeeren-Blaubeerentypus *(EMT)*.
9. Heidekrauttypus *(CT)*.
10. Zwergstrauch-Flechtentypus *(ErClT)*.
11. Flechtentypus *(ClT)*.

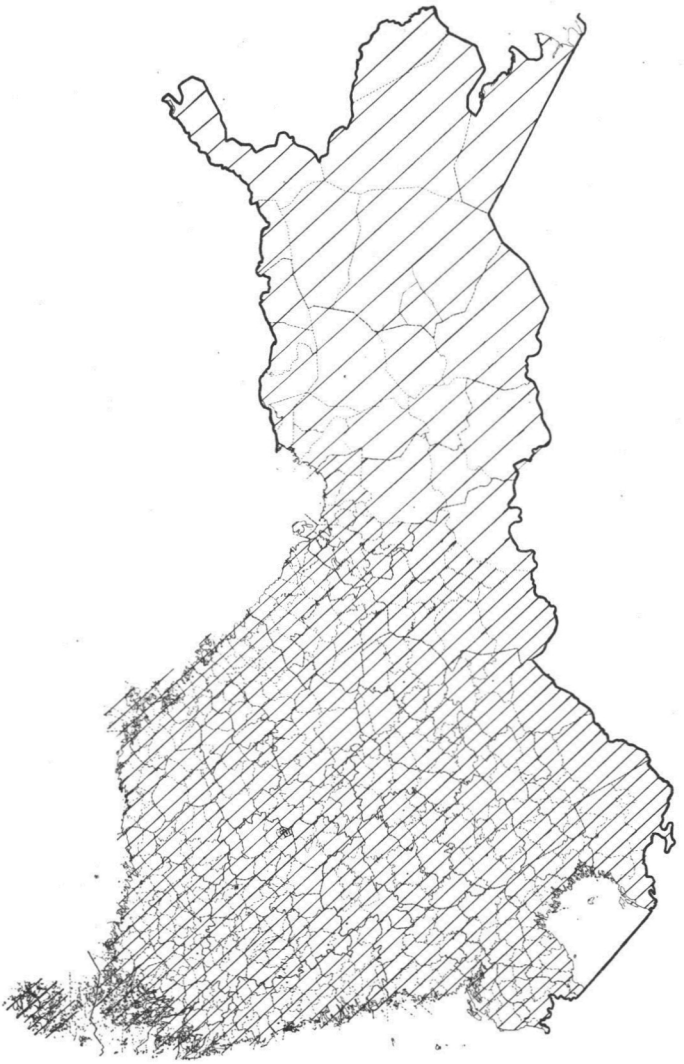


Abb. 16. Das Liniennetz der zweiten allgemeinen Reichswaldschätzung in Finnland.

Ausser den nach jeder Bodenfigur angestellten allgemeinen Beobachtungen wurden ausführlichere Untersuchungen auf Probeflächen vorgenommen, die an jeder Linie alle 1 000 m aufgenommen wurden, soweit diese Stelle auf Wald-

boden fiel. Die Probeflächen waren kreisförmig und im allgemeinen 1/10 ha gross. Das in der vorliegenden Untersuchung behandelte Material rührt aus den auf diesen Probeflächen der wüchsigen Mineralböden aufgenommenen Standortsbeschreibungen her.

Mit Rücksicht auf den Boden wurden auf den Probeflächen aufgezeichnet:

Bodenart,
Steinigkeit,
Stärke der Humusschicht und
Stärke des A-Horizonts.

An Bodenarten wurden unterschieden:

1. Oskies (Zeichen h), der meist ziemlich abgerundete und glatte Bestandteile jeglicher Grösse (Blöcke, Steine, Kies und Sand) umfasst. Der Boden ist sortiert in übereinander gelegene Schichten wechselnder Stärke, die als Hauptbestandteil eine der genannten Grössenklassen enthalten.

2. Moränenboden, der ebenfalls Bestandteile jeglicher Grösse, wenn auch gewöhnlich kantige oder wenig abgerundete, enthält, und zwar nicht in Schichten sortiert, sondern als unsortiertes Gemisch. An Moränenböden sind zwei Arten zu unterscheiden:

a) feinsandige (mh), deren feinster Bestandteil überwiegend Feinsand ist, und

b) schluffige und tonige (ms), deren feinstes Material grösstenteils Schluff und Ton ist.

3. Sandboden (hk), Korngrösse des Hauptbestandteils 2—0.2 mm.

4. Feinsandboden (ht), Korngrösse des Hauptbestandteils 0.2—0.02 mm.

5. Schluff- und Tonboden.

Die Steinigkeit wurde dreistufig geschätzt: 1) steinlos und steinfrei, 2) sehr steinig — steingründig und 3) felsig.

Um die Stärke der Humusschicht und des A-Horizonts zu bestimmen, wurde auf der Probefläche an vier Stellen eine ca. 20×20 cm² umfassende und 20 cm tiefe Grube mit vertikalen Wänden ausgehoben, vom Mittelpunkt der Probefläche 10 m in der Richtung der Linie vor- und rückwärts sowie desgleichen vom Mittelpunkt 10 m nach beiden Seiten senkrecht zur Linie gemessen.

Die Stärke der Humusschicht wurde unter Anwendung von drei Stufen bestimmt:

$$1 = < 2 \text{ cm}, \quad 2 = 2—4 \text{ cm} \quad \text{und} \quad 3 = > 4 \text{ cm},$$

und für den A-Horizont (unter dem hier der A-Horizont des Mineralbodens zu verstehen ist) wurden folgende Stärkenklassen benutzt:

1 = undeutlich, kaum zu erkennen (Zeichen —)
2 = deutlich, > 3 cm (Zeichen +)
3 = deutlich, 3 + > 3 cm (Zeichen ++).

Wie oben bereits bemerkt, wurde die Arbeit durch die Forstliche Forschungsanstalt geleistet. Den Arbeitsplan hat der Leiter von deren Abteilung für Waldtaxation, Professor Yrjö Ilvessalo, aufgestellt. Die bei der

Beschreibung der Bodenarten und der Steinigkeit benutzte, oben angeführte Klassifikation ist hauptsächlich von Prof. Ilvessalo entworfen, und die Stärkenklassen der Humusschicht und des A-Horizonts sind von Verfasser vorgeschlagen. Das Material der vorliegenden Untersuchung stammt aus den von Prof. Ilvessalo dem Verfasser zur Verfügung gestellten Probeflächenaufnahmen der Schätzungsarbeit, aus denen die in diesem Zusammenhang erforderlichen Angaben auf für den Zweck gedruckte Karten übertragen worden sind. An Probeflächen kamen auf den wüchsigen Waldböden insgesamt etwas über 9 000 zusammen. Da jedoch bei einem Teil von ihnen den Boden angehende Eintragungen fehlen, blieben 7 953 Probeflächen übrig.

Vor der Darstellung der Ergebnisse ist zu bemerken, dass es sich hier also nicht um eigentliche Bodenuntersuchungen eines fachlichen Forschers handelt, sondern um eine von praktischen Forstmeistern ausgeführte grosse waldbauliche Untersuchungsarbeit, in deren Material die den Boden angehenden Beobachtungen nur einen kleinen Teil ausmachen. Bei der Planung der Arbeit hatte man daher zu versuchen, mit einigen technisch möglichst einfachen, schnell auszuführenden Beobachtungen auszukommen. Besonders die Klassifizierung der Bodenarten blieb daher verhältnismässig allgemein und unvollständig. U. a. konnte die grosse Gruppe der Moränenböden, zu der in ihrer Kornzusammensetzung und zugleich in ihren Feuchtigkeitsverhältnissen ziemlich stark wechselnde Böden gehören, nur in zwei Unterklassen eingeteilt werden. Zu bemerken ist ebenfalls, dass die Stärke des A-Horizonts auch auf kleinem Raum besonders in steinigen Moränenböden beträchtlich wechseln kann und daher je Probefläche im allgemeinen mehr Beobachtungen hätten angestellt werden müssen, als in diesem Zusammenhang haben unternommen werden können. Die Schätzung der Steinigkeit endlich bleibt ziemlich allgemein und subjektiv. — Trotz diesen und anderen Mängeln des Materials erweitern jedoch die Arbeitsergebnisse in mancher Hinsicht die Kenntnis der finnischen Waldböden und verdienen daher veröffentlicht zu werden.

Gebietseinteilung

Als Grundlage für die Materialbehandlung wurde zunächst die auf Abb. 1 (S. 9) wiedergegebene Gebietseinteilung auf Grund der Stärke des A-Horizonts aufgestellt. Diese Einteilung ergab sich dadurch, dass in der Karte an den Schätzungslinien alle diejenigen Probeflächen der allgemeinsten Waldtypen vermerkt wurden, deren durchschnittliche A-Horizontstärke 1 oder 3 war, d. h. die am schwächsten und die am stärksten ausgewaschenen Böden (beide in ihrer eigenen Karte). Teilweise, besonders in Nordfinnland, stützte man sich bei der Gebietseinteilung auch auf die Höhenverhältnisse (über dem Meere). Unter den Gebieten, die als 1, 2, 2 a, 3, 3 a und 4 bezeichnet worden sind, unterscheidet sich besonders das südlichste, Gebiet 4, durch seine schwache Auswaschung verhältnismässig deutlich von den übrigen. Zwischen den Gebieten 1 und 2 bestehen, durchschnittlich geschätzt, in der Auswaschung des Bodens keine bedeutenderen Unterschiede, und diese Gebiete sind daher bei der Behandlung des statistischen Materials im allgemeinen zu einem, 1 + 2, zusammengefasst worden.

Die nach Gebieten durchgeführte Einteilung der Waldtypen und der Bodenarten ist in den Tabellen 1, 2 und 3 (S. 11—2) dargestellt. Zur Erleichterung des Überblickes sind die Bodenarten in Tabelle 3 und weiter unten

bei ihrem gegenseitigen Vergleich in drei Klassen eingeteilt: a (grober), b (mittelgrober) und c (feiner Boden). Klasse a umfasst Sand- und Kiesböden, die Böden von Klasse b sind so gut wie völlig feinsandige Moränenböden, und die von Klasse c sind Schluff- u. Tonböden.

Bodenart und Waldtypus

Die Verteilung der Waldtypen auf die verschiedenen Bodenarten ersieht man aus Tabelle 4 (S. 14) und ihre Verteilung auf die allgemeinsten Waldtypen aus den graphischen Darstellungen, Abb. 2 und 3 (S. 13 u. 15), die der Bodenarten auf die verschiedenen Waldtypen aus Tabelle 5 und Abbildung 4 (S. 16—7),

Wie aus den Ergebnissen festzustellen, kann derselbe Waldtypus auf verschiedenen Bodenarten auftreten, während auf einer und derselben Bodenart mehrere verschiedene Waldtypen vorkommen können. Nach dem Gebiet oder je nach den klimatischen Verhältnissen und der Bodenart ist jedoch das betreffende Verhältnis bald lockerer, bald fester. In der Verteilung der Waldtypen auf die verschiedenen Bodenarten ist zwischen den verschiedenen Typen in den verschiedenen Gebieten ein bestimmtes gleichsinniges Verhältnis festzustellen. Vergleicht man die gewöhnlichsten Waltypen in den verschiedenen Hauptgebieten miteinander (*CT*, *VT*, *MT* in den Gebieten 1, 2, 3, 4), so scheint es, dass bei jedem Typus von Norden nach Süden der Anteil des groben Bodens grösser bzw. der des feineren kleiner wird (Abb. 3, S. 15). Betrachtet man die Verteilung der Bodenarten auf die verschiedenen Waldtypen, so kann festgestellt werden, dass, wenn man unter gleichen klimatischen Verhältnissen von gröberem auf feineren Boden übergeht oder dieselbe Bodenart von Norden nach Süden verfolgt, die Zahl der Waldtypen abnimmt, wobei einige wenige Typen vorherrschend werden.

Wenn das Material eine exaktere Klassifizierung der Bodenarten gestattete, käme man wahrscheinlich zu dem Ergebnis, dass selbst auf den gröbsten Böden einige wenige Waldtypen mit vorherrschender Flechte (und Heidekraut) weitaus überwiegen würden. Verfolgte man wiederum eine und dieselbe Bodenart von Norden nach Süden, so käme man zu der analogen Regelmässigkeit: am weitesten nördlich und südlich wären einige wenige Waldtypen vorwaltend. Beide Reihen umfassten dann ein Zwischengebiet, auf dem mehrere Waldtypen auf derselben Bodenart mehr oder weniger gleich stark auftreten können. Unter letzteren Verhältnissen müssen die Waldtypen anscheinend verhältnismässig am wenigsten beständig sein; das in gewissen Fällen bestehende biologische Gleichgewicht kann bei ihnen, mit anderen Worten, unter äusseren Einflüssen, wie z. B. durch die Bestandesdichte oder Holzartveränderungen, Hauungen, Waldbrände u. a., leichter verändert werden.

Bodenart und Holzart

In bezug auf das Auftreten der Holzarten geht aus dem vorliegenden Material in nicht nennenswertem Masse Neues hervor. Wie aus den Tabellen 6 und 7 (S. 19) und Abbildung 5 (S. 20) zu ersehen, ist die Kiefer die Holzart der groben Böden, während Fichte und Birke die der feineren sind. Die Ergeb-

nisse weisen darauf hin, dass von Norden nach Süden zu ein verhältnismässig grösserer Teil der feineren Böden von Wäldern mit vorherrschendem Laubholz bezogen wird.

A-Horizont

Nach der Dicke des A-Horizonts beurteilt, erwiesen sich in Südfinnland der Boden des *Vaccinium*- und der des *Calluna*-Typus sowie in Nordfinnland der Boden des *Hylocomium-Myrtillus*-(od. Dickmoos-)Typus als am stärksten ausgewaschen (Tabelle 9, S. 21 und Abb. 6, S. 22). Dieses Ergebnis ist insofern neu, als nach den früheren Angaben der Boden des *Myrtillus*-Typus als stärker ausgewaschen als der des *Vaccinium*- oder der des *Calluna*-Typus galt.

Zwischen den Gebieten besteht im ganzen, wie zu erkennen, ein deutlicher Unterschied. Von den Hauptgebieten ist Nr. 4 am schwächsten ausgewaschen, 3 deutlich stärker und 1+2 am stärksten. Das Gebiet 2 a entfällt zwischen die Gebiete 3 und 4, und 3 a ist das am schwächsten ausgewaschene Gebiet. Die Unterschiede zwischen den Gebieten beruhen teils auf klimatischen Abweichungen, teils auf den Altersschwankungen des Bodens. Je nach seiner geologischen Entwicklung ist der Boden in den Gebieten 2 a und 3 a jünger, und zwar um so jünger, je niedriger oder näher dem Meere er gelegen ist. Eine ähnliche Zone jungen Bodens gibt es auch überall andernorts an der Meeresküste, aber weiter südlich ist sie schmäler und tritt in der Statistik über die Stärke des A-Horizonts nicht hervor. Da sich nach den früheren Beobachtungen der A-Horizont in den jungen Böden als stärker als in den älteren erwiesen hatte, scheint dieses Verhältnis also nach den nunmehr erhaltenen Ergebnissen umgekehrt zu sein. Das neue Material hätte zwar reichlicher sein müssen, um beweiskräftig zu sein, aber dennoch ist es nicht ausgeschlossen, dass die in jungen Böden anzutreffenden dicken A-Horizonte aus irgendwelchen noch unbekannten örtlichen Gründen entstanden sind. Das Problem ist jedoch auch fernerhin zu untersuchen, und seine Behandlung geschieht am besten im Zusammenhang mit den fortzusetzenden Untersuchungen über die Chemie der Podsolisation.

Schon nach den früheren Untersuchungen hat sich die Stärke des A-Horizonts neben den übrigen Faktoren als von der Bodenart bzw. der Korngrösse des Bodens abhängig erwiesen. Zu demselben Ergebnis kommt man durch das in diesem Zusammenhang behandelte Material (Tab. 10 und 11, S. 23—5 Abb. 7 und 8, S. 23 u. 26). Es erscheint klar, dass wenigstens die in der A- Horizontstärke des Bodens der verschiedenen Heidewaldtypen festgestellten Unterschiede in erster Linie auf den Bodenartunterschieden beruhen. Am stärksten wird ein solcher Boden ausgewaschen, der verhältnismässig leicht Wasser durchlässt, zugleich aber doch imstande ist, die zur Verwitterung erforderliche Feuchtigkeitsmenge zu halten. Es ist zu bemerken, dass die in Frage stehenden Böden alle kalkarme, verhältnismässig saure, aus Silikatsteinen entstandene Böden sind, bei denen der Einfluss von Karbonaten auf die Bodenbildung nicht in Frage kommt. Auf der anderen Seite löst sich jedoch auch aus einem derartigen Boden, wenn er feiner wird, verhältnismässig mehr Kalk auf und nimmt der Kalkgehalt auch in seiner Gesamtheit zu. In den Hainwäldern und auch schon in den *OMT*-Wäldern üben ebenfalls die chemischen Eigenschaften neben den physikalischen einen erheblichen Einfluss auf die Bodenbildung aus.

Betrachtet man das Verhältnis der A-Horizontstärke zu der Holzart, so ist der Vergleich derselben Bodenart zuzuwenden. Um ein möglichst reichliches Material zu gewinnen, ist aus diesem und auch anderen Gründen die betreffende Betrachtung auf die *VT*-, *MT*- und *OMT*-Wälder der Gebiete 3 und 4 auf feinsandigen Moränenboden (mh) zu beschränken. Aus Wäldern mit vorherrschendem Laubholz liegt trotzdem zuwenig Material für den *VT* vor. Wie aus Tabelle 12 und Abb. 9, S. 27, geschlossen werden kann, schwankt die Stärke des A-Horizonts grösstenteils unabhängig von der Holzart.

Humusschicht

Ebenso wie die Stärke des A-Horizonts erweist sich auch die der Humusschicht der Heidewälder als verhältnismässig deutlich abhängig von der Bodenart, und die Holzart scheint von nicht nennenswerter Bedeutung zu sein (Tab. 13, 14, 15 und 16, S. 28—32, Abb. 10, 11, 12, S. 29, 31, 33). Je feiner der Boden wird, desto dicker wird die Humusschicht, und sowohl in den Wäldern mit vorherrschender Kiefer als auch in denen mit vorherrschender Fichte und Laubholz ist ihre Stärke ungefähr gleich (bei demselben Waldtypus und bei derselben Bodenart). Der Wechsel der Oberflächenvegetation nach Waldtypen wirkt gewiss auf die Dicke und Beschaffenheit der Humusschicht ein, aber soweit die Bodenart den Waldtypus bestimmt, ist die Bodenart auch in diesem Zusammenhang die Hauptbedingung. — Zwischen der Stärke des A-Horizonts und der der Humusschicht kann kein allgemeiner regelmässiger Zusammenhang festgestellt werden (Tab. 17 u. 18, S. 34—5).

Steinigkeit

Wie aus Tabelle 19 (S. 35) ersichtlich, sind die Böden der südlichen Reichshälfte im allgemeinen steiniger als die der nördlichen. Nach Waldtypen betrachtet, ist natürlich der Boden der auf Sand und Ton häufiger auftretenden Waldtypen weniger steinig. Der Steinigkeitsgrad scheint keinen nennenswerten Einfluss auf die Dicke der Humusschicht oder des A-Horizonts auszuüben (Tab. 20 und 21, S. 36).

Boden und Oberhöhe des Bestandes

Zu den auf den Probeflächen ausgeführten, den Bestand angehenden Untersuchungen gehörte auch die Bestimmung seiner Oberhöhe bzw. der durchschnittlichen Höhe seiner herrschenden Stämme, und es ist interessant festzustellen, ob sie in dieser oder jener Weise u. a. von der Bodenart, der Stärke des A-Horizonts oder der Steinigkeit abhängig ist.

Da die untersuchten Bestände sehr wechselnd, in verschiedener Weise durch Hauungen behandelt worden sind usw., ist auch die Oberhöhe in den verschiedenen Fällen bei demselben Waldtypus und derselben Altersklasse stark wechselnd, aber in dem grossen Material verschwinden die Unregelmässigkeiten immerhin in gewissem Masse, und wenigstens in einigen Fällen lassen sich die Ergebnisse zu dem hier in Frage stehenden Zweck verwerten. Auch in diesen Fällen bleibt der Vergleich insofern unvollständig, als er haupt-

sächlich nur auf einige Jahrzehnte im mittleren Alter des Bestandes erstreckt werden kann, weil der überwiegende Teil des Materials diesen Altersklassen angehört.

Auf den groben Kies- und Sandböden bleiben die Bäume bekanntlich im allgemeinen kürzer als auf den feineren Feinsand- und Moränenböden. Wenn jeder Waldtypus nur auf einer und derselben Bodenart aufträte, nähme auch die Oberhöhe des Bestandes ein bestimmtes Verhältnis zur Bodenart ein; da aber derselbe Waldtypus auf verschiedenen Bodenarten auftreten kann, besteht die Möglichkeit, dass auch die Oberhöhe bei demselben Waldtypus nach der Bodenart schwanken kann. Die Lösung der Frage ist allerdings eine schwierige Aufgabe, besonders auf Grund des hier zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterials. Ausser dem allgemeinen unregelmässigen Schwanken der Oberhöhe ist die Klassifizierung der Bodenarten so generell, dass nur in einigen wenigen Fällen von einem und demselben Waldtypus genügendes und vertretendes Material für mehrere verschiedene Bodenarten vorliegt. Bei dem in Frage stehenden Vergleich haben wegen des geringen Umfangs des Materials nur zwei Bodenklassen unterschieden werden können: grober und feiner Boden. Die Tabellen 22, 23, 24 und 25 (S. 39, 41, 42, 44) sowie Abbildung 13 (S. 43) geben Ergebnisse einiger versuchshalber angestellten Vergleiche wieder. Als allgemeiner Zug kann dargestellt werden, dass in den Fällen, über die am reichlichsten Material vorliegt und in denen der »grobe» und der »feine» Boden in ihrer Kornzusammensetzung erheblicher voneinander unterschieden sind, die Oberhöhe des Bestandes im allgemeinen auf feinem Boden etwas geringer ist. So verhält es sich zum mindesten bei den in Gebiet 4 auftretenden *OMT*-Wäldern mit vorherrschender Fichte und den Mischwäldern desselben Typus. Bei den Waldtypen der trockeneren Böden ist das betreffende Verhältnis wahrscheinlich, wie auch zu erwarten, umgekehrt (Tab. 22). Sowohl die jetzt angestellten als auch die früheren Beobachtungen weisen darauf hin, dass wenigstens zwischen Kiefer und Fichte in ihrem Verhältnis zu den Bodenarten gewisse Unterschiede bestehen. So hat man festgestellt, dass z. B. bei dem *Pyrola*-Typus, der insbesondere ein Waldtypus des Tonbodens ist, die Oberhöhe der Kiefer kleiner, die der Fichte aber ungefähr dieselbe wie bei dem *Myrtillus*-Typus ist.

Die ständige Auswaschung des Bodens, die in den Waldböden Finnlands überall eine allgemeine Erscheinung ist, muss allmählich zu einer Schwächung der Ertragsfähigkeit des Bodens führen. Der experimentelle, quantitative Nachweis dieser zunehmenden Magerkeit stösst jedoch besonders darum auf grosse Schwierigkeiten, weil der Zuwachs der Bäume von der Bodenart abhängig ist und auf der anderen Seite die Bodenart auch mehr oder weniger bestimmend auf den Auswaschungsgrad des Bodens einwirkt. Trotzdem sind in diesem Zusammenhang in einigen Fällen die Stärke des A-Horizonts und die Oberhöhe bei gleichbleibender Bodenart miteinander verglichen worden. Das Material kann für diesen Vergleich als ausreichend und auch sonst als geeignet für die überwiegend aus Kiefern bestehenden Wälder des Moränenbodens vom *Vaccinium*-Typus in Gebiet 3 gelten. Dsa Ergebnis, das sich in diesem Fall herausgestellt hat, ist aus Tabelle 26 (S. 49) und aus Abbildung 14 (S. 50) zu ersehen. Zum mindesten bei der in Frage stehenden Altersstufe erscheint die Oberhöhe verhältnismässig deutlich etwas kleiner auf stärker ausgewaschenem Boden. Zieht man noch in Betracht, dass in der Auswaschung der hier

miteinander verglichenen Böden an und für sich kein sehr grosser Unterschied besteht, ist das erhaltene Ergebnis um so bedeutsamer.

Bei endgültiger Betrachtung des Einflusses der Steinigkeit sind die Steinigkeitsklassen 2 und 3 miteinander vereinigt und dadurch nur zwei Steinigkeitsklassen benutzt worden: »steinfrei» und »steinig». In den meisten derjenigen Fälle, in denen versuchshalber die Mittelwerte der Oberhöhen nach Altersklassen für steinfreien und steinigen Boden berechnet worden sind, bleiben die Ergebnisse unsicher, weil für die steinigen Böden zuwenig Beobachtungen vorliegen. In den Fällen, über die reichlicheres Material vorhanden ist, scheint es jedoch, dass die Oberhöhe des Bestandes auf steinigem Boden etwas kleiner bleibt (Tab. 27, 28, 29 und 30, S. 53—6 sowie Abb. 15, S. 57). — Es ist zu bemerken, dass in diesem Zusammenhang — wie oben auch anderswo — also nur die sog. wüchsigen Waldböden in Betracht gezogen worden sind. Die sehr steinigen Böden sind in der bei der Schätzungsarbeit benutzten Klassifikation der Böden den schlechtwüchsigen Waldböden und dem Unland zugezählt worden.

MAALAJIEN LUOKITUKSESTA

V. T. AALTONEN

ZUSAMMENFASSUNG:
ÜBER DIE KLASSIFIZIERUNG DER BODENARTEN

HELSINKI 1941

Helsinki 1941. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällys

	sivu
Johdanto	5
1. Maalajien luokitustavat	10
2. Eräitä maan käytön kannalta tärkeitä maalajien fysikallisia ja kemiallisia ominaisuuksia	15
3. Maalajin määräys	19
Tavalliset kenttämetodit	19
Laboratoriometodit	22
Muuan uusi pikametodi	32
4. Maanäytteiden otto	37
Kirjallisuusluettelo	39
Zusammenfassung	41

Johdanto

Maalajien, joilla tässä tarkoitetaan kivennäismaalajeja, luokitusta tarvitaan ja käytetään useihin erilaisiin tarkoituksiin. Metsätalouden alalla se tulee kysymykseen m. m. metsämaan hyvyysluokituksessa, metsänviljelystöissä ja vesiperäisten metsämaiden ojituksessa. Kivennäismaiden ojaverkoston tiheys, ojien muoto ja kunnossa pysyminen, kaivuvaikeus y. m. ovat enemmän tai vähemmän riippuvaisia maalajista, ja turvemaankin oijtusta suunniteltaessa on (ohuempiturpeisissa maissa) otettava huomioon myöskin pohjamaan laatu. Muista metsämaan käytön yhteydessä esiintyvistä tehtävistä, jotka edellyttävät maalajien tuntemusta ja määräystä, on mainittava varsinkin maan viljelyskelpoisuuden arviointi. Maanviljelyksessä taas maan muokkaus, lannoitus, ojitus y. m. teknilliset toimenpiteet vaativat maalajien tuntemusta. Lisäksi eri kasvilajeilla on useissa tapauksissa erilaisia vaatimuksia maalajiin nähden. Joissakin tapauksissa voidaan maata edelleen käyttää johonkin tekniliseen tarkoitukseen ja tätä varten tarvitaan maalajien luokitusta. Mainittakoon tässä vain esim. maantiesora, betonisora, valuhiekka, muuraushiekka ja lasin sekä keramisten tuotteiden valmistukseen tarvittava maa.

Kun edellä on mainittu maalajien käytöstä metsämaan hyvyysluokitukseen, ei tällä tarkoiteta, että hyvyysluokituksen pohjana yleisesti käytettäisiin tai olisi käytettävä maalajeja. Tähän tarkoitukseen käytetään — kuten tunnetaan — jokseenkin yksinomaan metsätyyppejä, eikä ainakaan toistaiseksi ole olemassa mitään luokitusjärjestelmääkään tiettyine maaluokkineen ja niitä vastaavine kasvu- ja tuottotauluineen. Itse asiassa ei vielä voida pitää periaatteellisestikaan selvitettynä, voidaanko hyvyysluokitusta yleensä rakentaa tälle pohjalle. Mutta vaikka maan hyvyysluokitukseen edelleenkin käytetään metsätyyppejä, on useissa tapauksissa silti välttämätöntä kiinnittää huomiota myöskin maan ominaisuuksiin.

Sama metsätyyppi saattaa tosin esiintyä useillakin eri maalajeilla kuten esim. valtakunnan metsien arviointien yhteydessä kertynyt tilastoaineisto osoittaa (Ilvessalo 1933, Aaltonen 1941 b), mutta toiselta puolen näyttää myöskin siltä, että puiden kasvu vaihtelee saman metsätyypin puitteissa maalajin mukaan (Aaltonen 1941 b). Valtakunnan metsien toisen arvioinnin tässä suhteessa antamista tuloksista mainittakoon esimerkkinä seuraavat metsikön valtapituutta eräissä tapauksissa esittävät luvut:

VT:n mäntyvaltaiset metsät

	ikäluokat v.					
	35 + 40	45 + 50	55 + 60	65 + 70	75 + 80	85+90
	valtapituus keskimäärin m					
karkea maa	12.2	14.1	15.9	16.5	16.7	17.3
hieno »	11.7	14.1	16.2	17.2	17.9	18.1

MT:n havupuuvaltaiset metsät

	ikäluokat v.				
	35 + 40	45 + 50	55 + 60	65 + 70	75 + 80 + 85
	valtapituus keskimäärin m				
karkea maa	14.2	16.4	16.7	17.7	18.0
hieno »	13.4	15.4	16.8	16.3	17.3

OMT:n kuusivaltaiset metsät

	ikäluokat vv.					
	40	45	50	55	60	65
	valtapituus keskimäärin m					
karkea maa	14.8	17.5	18.2	18.7	18.8	19.6
hieno »	13.2	15.3	15.7	17.6	17.8	19.1

OMT:n sekametsät

	ikäluokat v.			
	30 + 35	40 + 45	50 + 55	60 + 65
	valtapituus keskimäärin m			
karkea maa	12.7	15.7	17.4	18.7
hieno »	11.8	14.9	16.4	18.1

Aineiston puutteellisuuksien takia on maalajit tässä yhteydessä voitu jakaa vain kahteen suureen luokkaan »karkea» ja »hieno» maa, ja ero niiden välillä on sittenkin yleensä jäänyt verraten pieneksi. — Aineiston laatuun nähden muuten on huomattava, että arvioimistyön luonteesta riippuen metsiköiden valtapituus on hyvin vaihteleva, mittaukset kun ovat kohdistuneet metsikön laadusta riippumatta yhtä hyvin eri tavoin hakattuihin kuin luonnontilaisiinkin metsiköihin.

Näiden tulosten mukaan, jotka kohdistuvat Etelä-Suomeen, siis *VT*:n mäntyvaltaisissa metsissä valtapituus ainakin keski-iältä

lähtien on hienolla maalla vähän suurempi, mutta muissa tapauksissa suhde maalajien välillä on päinvastainen. Tunnettua muuten on, että ainakin mänty kasvaa huononlaisesti savimaalla. Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa m. m. K a l e l a n (1939) talvikkityyppiä koskeneista tutkimuksista, joiden tulosten mukaan tässä, jokseenkin yksinomaisesti savimaan metsätyypissä, mäntyvaltapuu vanhempana jää huomattavasti lyhyemmäksi, mutta kuusivaltapuu sitävastoin kasvaa jokseenkin yhtä hyvin kuin mustikkatyypissä.

Paitsi maalajin varsinaisesta hienousasteesta valtapituus riippuu myöskin maan kivisyydestä ja siten, että kasvu on kivisessä maassa hieman heikompi. Tämä ilmenee m. m. seuraavista, valtakunnan metsien toisen arvioinnin aineiston keskimääräisten valtapituuksien vertailuista, jotka kohdistuvat kasvulliseen metsämaahan, eivätkä siis käsitä kovin kivisiä maita. Kivisyysasteita on eroitettu kaksi: »kivetön» ja »kivinen» (kivettömiä maita on itse asiassa kuitenkin hyvin vähän ja »kivetön» merkitsee tässä yleensä vähäkivistä maata).

VT:n m ä n t y v a l t a i s e t m e t s ä t

	ikäluokat v. 40 + 45	50 + 55	60 + 65	70 + 75	80+ 85	90 + 95
	valtapituus keskimäärin m					
kivetön maa	13.7	15.4	16.2	17.5	18.2	18.2
kivinen »	13.1	14.4	15.6	17.2	17.2	17.3

VT:n m ä n t y v a l t a i s e t m e t s ä t, maalaji hietainen morenimaa (mh)

	ikäluokat v. 35 + 40	45 + 50	55 + 60	65 + 70	75 + 80	85 + 90	95+100
	valtapituus keskimäärin m						
kivetön maa	12.6	15.1	16.8	16.9	17.8	17.9	17.8
kivinen »	12.6	14.2	16.0	17.4	16.6	17.7	17.6

MT:n m ä n t y v a l t a i s e t m e t s ä t, maalaji hietainen morenimaa (mh)

	ikäluokat v. 25 + 30	35 + 40	45 + 50	55 + 60	65 + 70	75 + 80
	valtapituus keskimäärin m					
kivetön maa	11.0	14.0	15.8	17.8	18.6	18.8
kivinen »	10.6	12.8	15.4	17.5	17.1	18.1

MT:n k u u s i v a l t a i s e t m e t s ä t, maalaji hietainen morenimaa (mh)

	ikäluokat v. 30 + 35	40—45	50 + 55	60 + 65	70 + 75	80+85+90
	valtapituus keskimäärin m					
kivetön maa	12.5	14.7	16.0	17.7	17.0	18.3
kivinen »	11.8	14.2	15.7	16.1	16.4	17.3

Maalajista riippuvana ilmiönä voitaisiin tässä vielä mainita metsämaissamme kaikkialla todettava kalkin ja nähtävästi muidenkin ravintoaineiden huuhtoutuminen, joka johtaa maan vähittäiseen laihtumiseen (Aaltonen 1935, 1939, 1941a). Tehtyjen tutkimusten mukaan näet sellainen maa huuhtoutuu voimakkaimmin, joka verraten helposti läpäisee vettä, mutta samalla on kuitenkin siksi hienoa, että maa pysyy ainakin jossain määrin tuoreena.

Valtakunnan metsien toisessa arvioinnissa kertyneen aineiston mukaan näyttää kyseessä oleva maan laihtuminen siksi huomattavalta, että metsikön valtapituus jää voimakkaasti huuhtoutuneessa maassa hieman pienemmäksi, vaikka toisiinsa verrattavien maiden huuhtoutumisasteessa ei itse asiassa ole mitään varsin suurtakaan eroa. Seuraavat valtapituuksien keskiarvot joka tapauksessa viittaavat tähän suuntaan:

VT:n mäntyvaltaiset metsät, maalaji hietainen morenimaa (mb)	ikäluokat v.				
	45+50	55+60	65+70	75+80	85+90+95
	valtapituus keskimäärin m				
heikosti huuhtoutunut maa	15.0	15.6	17.5	18.0	17.8
voimakk. huuhtoutunut maa	14.3	15.4	16.8	17.7	17.7

Edellä mainitut, nykyisin käytettävissä olevat tiedot siis viittaavat siihen suuntaan, että puiden kasvu vaihtelee samassakin metsätyypissä maalajin l. maan karkeusasteen mukaan, ja luultavaa on, että kehitys vähitellen johtaa tärkeimpien metsätyyppiemme jakamiseen maan ominaisuuksien perusteella niin kuin jossain määrin jo on tapahtunutkin (kivisyyden mukaan). Ainakin pienempiä alueita käsittävissä tarkemmissa hyvyysluokituksissa sekä vertailevissa tutkimuksissa ja kokeissa on joka tapauksessa jo nytkin syytä ottaa kasvupaikan kuvauksissa huomioon myöskin maalaji. Saatu aineisto voi muuten helposti jäädä liian heterogeniseksi ja tulosten sovelluttamisessa muunlaisiin oloihin sekä käytäntöön voidaan johtua vääriin päätelmiin.

Tässä yhteydessä on vielä syytä huomauttaa m. m. siellä täällä todetuista kuivien kankaiden metsittymis- ja metsitysvaikeuksista. Luultavaa on, että nekin ainakin useissa tapauksissa johtuvat maan tavalla tai toisella epäsuotuisista fysikallisista ominaisuuksista l. maalajin laadusta, ja viimeksi mainitun tunteminen siten on välttämätöntä tässäkin tapauksessa. — Metsänviljelyksissä usein tuhoja aiheuttava maan routiminen riippuu sekin läheisesti maalajista.

Lopuksi voisi vielä mainita, että paitsi varsinaisissa metsätieteellisissä tutkimuksissa maalajin tunteminen ja määräys tulee usein

kysymykseen myöskin kasviekologisissa ja -maantieteellisissä tutkimuksissa.



Kuva 1. Männynviljelyksiä kuivalla kankaalla (Oripää). Taimikko on paikotellen kituvaa ja kuolemaisillaan (kuvassa oikealla), paikotellen taas suhteellisen hyvää (kuvassa vasemmalla). — (Valokuv. A. M u i r.)

Abb. 1. Kiefernkulturen auf trockenem Heidewaldboden (Oripää). *Die Pflanzen sind stellenweise kränklich und im Absterben begriffen (auf dem Bild rechts), stellenweise wiederum relativ gut (auf dem Bild links).* — *(Foto* A. M u i r.)

*

Maantutkimusosastomme viime vuosina suorittamien, etupäässä maan huuhtoutumista koskeneiden tutkimusten yhteydessä on kaikista otetuista maanäytteistä tehty myöskin ns. mekaninen analyysi ja määrätty erästä edempänä selostettavaa metodia käyttäen maan vesikapasiteetti. Tässä julkaisussa oli alkujaan tarkoituksena mainitun aineiston pohjalla vain tarkastella metsämaidemme raekokoomusta ja sen suhdetta maan vesikapasiteettiin, mutta tämän selvittelyn yhteydessä johduttiin kuitenkin samalla tutustumaan yleensä maalajien luokitukseen ja luokitusmenetelmiin l. maalajien määräykseen. Koska toiselta puolen näiden tunteminen, kuten edellä selvisi, tulee usein kysymykseen sekä käytännössä että tieteellisissä tutkimuksissa, näytti suotavalta laajentaa esitystä niin, että se käsittelisi yleensä maalajien luokitusta ja samalla tarjoaisi opastusta niille, joiden työssään tai tutkimuksissaan on luokiteltava ja määrättävä maalajeja. Esillä olevassa julkaisussa käsitellään siten osittain omien tutkimusten tuloksia ja osittain se on käsikirjasen luontoinen.

1. Maalajien luokitustavat.

Riippuen niiden aineksien laadusta, joista maa joko pääasiallisesti tai jokseenkin kokonaan on syntynyt, eroitetaan kaksi maalajien pääluokkaa: kivennäismaat ja eloperäiset l. turvemaat. Tavallinen metsämaa l. kova maa, josta tässä yhteydessä lähinnä on kysymys, on kivennäismaan ja eloperäisen maan välimuoto sikäli, että siinä kivennäismaata peittää ohuehko ns. humuskerros. Jos tämän humuskerroksen paksuus on n. 30 cm tai enemmän, luetaan maa tavallisesti jo turvemaihin kuuluvaksi.

Kallioidemme kivennäismaapeite on pääasiallisesti jään ja veden kulutus- ja lajittelutyön nykyiseen muotoonsa muovaamaa. Suomea aikoinaan peittäneen maajäätikön, sen sulaessa syntyneiden vesien sekä muinoisten merien ja järvien rantatyrskyjen työn vaikutuksesta kivennäismaamme on jakaantunut karkeutensa ja lajittuneisuutensa puolesta vaihteleviin ns. maalajeihin. Jään kuljettamassa ja kerrostamassa maassa esiintyy yleisesti sekaisin hienoa ja karkeaa ainesta, kun taas kaikkialla, missä vesi on muokannut maa-ainesta, on syntynyt enemmän tai vähemmän lajittunutta l. tasarakeista maata. Paikotellen maa on joutunut myöskin tuulen kuljetettavaksi ja kerrostettavaksi, ja näin on syntynyt perusteellisimmin lajittunutta maata.

Maan karkeusaste l. raekokoomus ja lajittuneisuus vaihtelevat siksi paljon, että maalajeja voitaisiin eroitella suuri ja melkeinpä rajaton määrä. Tässä tapauksessa niin kuin yleensä muissakin luonnon olioihin ja ilmiöihin kohdistuvissa luokituksissa on yleiskatsauksen ja järjestyksen saamiseksi pakko pitää silmällä vain oleellisimpia ja käytännöllisesti tärkeimpiä eroavaisuuksia. Luokkarajat on siten usein vedettävä enemmän tai vähemmän mielivaltaisesti, ahtaammiksi tai laajemmiksi, riippuen siitä, mihin tarkoitukseen luokitusta tarvitaan l. miten eksaktinen luokituksen on oltava. Maalajien luokitustavoista on yleisimmin tunnettu ja useimpien muidenkin luokitusjärjestelmien pohjana käytetty geologinen luokitus, joka perustuu maan raekokoomukseen sekä lajittuneisuuteen ja

maalajin syntytapaan sekä ikään. Maa- ja metsätaloudellisiin tarkoituksiin käytetyt luokitukset pohjautuvat yleensä maan raekokoomukseen ja lajittuneisuuteen. Näiden menettelytapojen lisäksi luokitus vielä voidaan perustaa m. m. maan hygroskopisiteettiin tai vesikapasiteettiin l. vedenpidätyskykyyn.

Raekokoomukseen l. karkeusasteeseen perustuvassa maan luokituksessa on perusyksikkönä maalajite l. maarakeiden läpimitan mukaan eroitettu raeryhmä. Maalajitteet ovat osaksi luonnollisia, osaksi sovinnaisia l. enemmän tai vähemmän keinotekoisia. Jos ns. hieno maa, jonka rakeiden läpimitta on < 2 mm, jaetaan esim. kahteen lajitteeseen, rajana läpimitta 0.02 tai 0.002 mm, saadaan kaksi useissa suhteissa varsin luonnollista lajitetta, hiekka ja savi. Tavallisesti kuitenkin hiekkaosa vielä jaetaan useampiin lajitteisiin ja savikin usein kahteen ellei kolmeen.

Pohjoismaissa käytetään yleisesti Atterbergin ehdottamaa seuraavaa lajiteluokitusta:

lohkareryhmä,	rakeiden läpimitta	> 2	dm
kiviryhmä,	» »	20—2	cm
soraryhmä,	» »	20—2	mm
karkea hiekkaryhmä,	» »	2.0—0.2	»
hieno »	» »	0.2—0.02	»
hiesuryhmä,	» »	0.02—0.002	»
saviryhmä,	» »	< 0.002	»

Usein käytetään myöskin luokitusta, jossa lohkareryhmä on sama kuin edellä, mutta muut ryhmät on jaettu kahtia seuraavalla tavalla:

isommat kivet,	rakeiden läpimitta ...	20—6	cm
pienemmät kivet,	» » ...	6—2	»
karkea sora,	» » ...	20—6	mm
hieno » ,	» » ...	6—2	»
karkea hiekka,	» » ...	2.0—0.6	»
keskikarkea hiekka,	» » ...	0.6—0.2	»
karkea hieta,	» » ...	0.2—0.06	»
hieno hieta,	» » ...	0.06—0.02	»
karkea hiesu,	» » ...	0.02—0.006	»
hieno hiesu,	» » ...	0.006—0.002	»
mikrosavi,	» » ...	0.002—0.0002	»
ultrasavi l. kolloidinen savi,	rakeid. läpim.	< 0.0002	»

Geologisessa luokituksessa maat jaetaan tavallisesti kahteen pääluokkaan: lajittumattomat ja lajittuneet maalajit. Edellisistä on tärkein l. yleisin morenimaa, jälkimmäisistä someromaa, hiekkamaa ja savimaa.

Mainittujen kahden pääluokan lisäksi käytetään toisinaan vielä niiden väliastetta: epätäydellisesti lajittuneet maalajit.

Morenimaassa rakeiden koko vaihtelee lohkareista ja kivistä saveen saakka. Sen hieno osa on tavallisesti hiekkaista tai hietaista, mutta voi toisinaan olla runsaasti hiesu- tai savipitoistakin. Esim. Aarnio (1938) on jakanut morenimaamme kahteen luokkaan: sellaiset, joiden savipitoisuus (< 0.002 mm) on 0—2.9 %, ja sellaiset, joiden savipitoisuus on $3.0 +>$ %. Morenimaan rakeet, varsinkin isommat, ovat yleensä enemmän tai vähemmän kulmikkaita ja teräväsärmäisiä syystä, että maa-aines ei ole ollut veden kulutustyön alaisena eikä kerrostunut veteen. Usein voidaan morenimaassa eroittaa kaksi osaa: pintamoreni ja pohjamoreni. Edellisessä on vähän hienointa ainesta ja runsaasti teräväsärmäisiä kiviä sekä lohkareita, pohjamorenissa taas on runsaammin hienointa ainesta ja se on rakenteensa puolesta kiinteämpää l. kovempaa kuin pintamoreni.

Lajittuneista maalajeista on yleisin hiekkamaa, jonka vallitsevaksi lajitteeksi tavallisesti ilmoitetaan 2.0—0.2 mm. Paitsi tiettyä raekokoomusta on hiekkamaalle usein ominaista kerrallisuus l. karkeampien ja hienompien kertojen vaihtelu. Selvempänä kuin hiekkamaassa tämä vaihtelu kuitenkin tulee esille someromaassa, jossa yleisesti vuorottelevat kivi-, sora- ja hiekkakerrokset. Someromaa on harjujemme yleinen maalaji, ja kuten harjuleikkauksissa ym. voi todeta, sen kivet ja rakeet eivät yleensä ole niin särmikkäitä kuin morenimaan, vaan pyöristyneitä ja sileähköjä. Hietaa ja sitä hienompia lajitteita someromaassa on vähän ja vielä vähemmän kuin hiekkamaassa. Näistä maista on hienoin aines aikoinaan huuhtoutunut vesien mukana ja kerrostunut muualle muodostaen nykyiset savi- ja hiesumaamme. Savimaista on geologisesti erityisen mielenkiintoinen ns. kerrallinen savi l. lustosavi, jonka lustot edustavat kukin vuosikertaa ja siten tarjoavat perustan maan geologisen historian selvittelylle. Lajittuneisiin maihin kuuluvat vielä kivikot ja louhikot, joiden pääaineksina siis ovat kivet ja lohkareet.

Pohjoismaiden maanviljelystutkijain seuran valitsema komitea (v. 1929) suositteli Pohjoismaissa käytettäväksi seuraavaa Ekströmin (1927) ehdottamaa luokitusta, joka vuorostaan perustuu Atterbergin aikaisemmin kehittämiin luokituksiin.

Luokituksen pääjakoperusteena on maan humuspitoisuus ja sen mukaan eroitetaan neljä ryhmää: kivennäismaat (humuspit. < n.

1 paino-%), humuksensekaiset kivennäismaat (n. 1—15 % humusta), kivennäismaan sekaiset humusmaat (n. 15—40 % humusta) ja humusmaat (> n. 40 % humusta). Tässä yhteydessä lähinnä kysymykseen tulevat kivennäismaat jaetaan seuraavalla tavalla:

A. Lajittuneet maat.
   lohkare- ja kivimaat
   sora- ja hiekkamaat (karkeammat hiekkaiset maat)
   hieta- ja hiesumaat (hienommat hiekkaiset maat)
   hietasavimaat
   plastilliset savimaat
B. Lajittumattomat maat (pääasiallisesti morenimaita).
   savettomat ja saviköyhät morenimaat
   saviset morenimaat
   morenisavimaat

Näissä luokissa eroitetaan vielä maan hienousasteen mukaan lukuisia alaluokkia. Esim. hiekkamaita eroitetaan: hiekkamaa, karkea h., keskikarkea h., sorainen h., hietainen h. ja hietainen keskikarkea h. Hietamaat jaetaan 7 alaluokkaan jne. Kaikkiaan kertyy maalajeja tällä tavalla yli 40.

Meillä käytetyistä luokitustavoista mainittakoon esim. seuraava, jota Maatalouskoelaitoksen maatutkimusosasto sovelluttaa agrogeologisissa kartoituksissa:

1. Soramaa.
   a) somero
   b) hietasora (jaetaan: kiviset hietasoramaat, joissa savea on <5 %, ja savensekaiset hietasoramaat, joissa kiviä on vain vähän ja savea >5 %).
2. Hiekkamaa.
   a) karkea hiekkamaa (vallitseva lajite 2.0—0.6 mm)
   b) tavallinen hiekkamaa (vallitseva lajite 0.6—0.2 mm)
   c) hieno hiekkamaa (vallitseva lajite 0.2—0.06 mm)
3. Hietamaa.
   a) tavallinen hietamaa (vallitseva lajite 0.06—0.02 mm)
   b) hiesu (vallitseva lajite 0.02—0.002 mm)
4. Savimaat.
   a) jäykkä l. lihava savi
   b) hietasavet
   c) kepeät savet: 1) urpasavet, 2) hiekanpitoiset savet.

Valtakunnan metsien toisessa arvioinnissa luokitettiin maalajit seuraavasti (Ilvessalo 1936):

1. Harjusora.
2. Morenisora: a) hietainen, b) hiesuinen ja savinen.
3. Hiekkamaa (vallitseva lajite 2.0—0.2 mm).
4. Hietamaa (vallitseva lajite 0.2—0.02 mm).
5. Hiesu- ja savimaa.

Pohjois-Ruotsissa on viljelyskelpoisten maiden inventoinnissa käytetty seuraavaa luokitustapaa:

Maat jaetaan ensinnä kahteen pääluokkaan: veteen kerrostuneet sedimentit ja morenimaat.

Sedimenttejä eroitetaan:

1. Kivinen sora *(stenigt grus)*, kiviä (200—20 mm) ja soraa (20—2 mm).
2. Sora *(grus)*, vallitseva lajite 20—2 mm.
3. Karkea hiekka *(grovsand)*, vallitseva lajite 2.0—0.6 mm.
4. Keskikarkea hiekka *(mellansand)*, vallitseva lajite 0.6—0.2 m.
5. Karkea hieta *(grovmo)*, vallitseva lajite 0.2 —0.06 mm.
6. Hieno hieta *(finmo)*, » » 0.06—0.02 »
7. Hiesu *(mjäla)*, » » 0.02—0.002 »
8. Savi *(lera)*, » » < 0.002 »

Morenimaat jaetaan kivisyytensä mukaan kolmeen luokkaan ja hienousasteensa mukaan seuraavasti:

1. Savinen moreni *(lerig morän, moränlera)*.
2. Hiesuinen moreni *(mjälig morän)*.
3. Hietainen moreni *(moig morän, normal morän)*.
4. Hietahiekkainen moreni *(moig-sandig morän)*.
5. Hiekkainen moreni *(sandig morän)*.
6. Sorainen moreni *(grusig morän, resp. ytgrusig l. svallad morän)*.

2. Eräitä maan käytön kannalta tärkeitä maalajien fysikallisia ja kemiallisia ominaisuuksia.

Vaikka tässä yhteydessä yleensä onkin maalajien ominaisuuksiin nähden viitattava alan oppikirjallisuuteen, on syytä kuitenkin huomauttaa muutamista niitä koskevista, varsinkin maan käytön kannalta tärkeimmistä seikoista. Kemialliseen kokoomukseen nähden voidaan sitäpaitsi mainita eräitä uusiakin, metsämaitamme koskeneista tutkimuksista saatuja tuloksia. (Myöskin edempänä maalajien määräyksessä käytettäviä kenttämetodeja selostettaessa kosketellaan muutamia maalajien fysikallisia ominaisuuksia).

Kuten tunnetaan, soramaa ja karkea hiekkamaa pidättävät heikosti vettä eikä vesi niissä nouse kapillarisesti sanottavasti ollenkaan. Ne ovat siten kuivimpia maita, jotka huonosti soveltuvat m. m. viljeltäviksi ja metsämaina kuuluvat huonoimpiin tuottoluokkiin. Useihin muihin tarkoituksiin ne sitävastoin ovat hyvin käyttökelpoisia (betoni- ja maantiesoraksi, valuhiekaksi, lasiteollisuuteen y. m.).

Karkea hietamaa pystyy jo pidättämään vettä huomattavasti enemmän kuin hiekkamaa ja siinä vesi voi nousta kapillarisesti ½—1 m, joten maa ei kuivanakaan aikana kuivu vallan helposti. Kosteussuhteidensa puolesta karkea hietamaa on epäilemättä parhaita metsämaitamme ja se soveltuu hyvin myöskin useiden viljelyskasvien kasvattamiseen. Ojitusteknillisesti karkea hietamaa on m. m. sikäli edullinen, että siihen kaivetut ojat pysyvät verraten hyvin kunnossa. Maa on myöskin siksi karkearakeista, ettei se ole altista routimaan. Routiminen edellyttää, että jäätymisen kestäessä vesi helposti nousee syvempää pintaosiin, siis hyvää kapillarista johtokykyä. Lisäksi maan on oltava hienoa voidakseen riittävästi pidättää vettä (vrt. esim.: Beskow 1935).

Hienossa hietamaassa vesi nousee kapillarisesti n. 2 m ja nopeammin kuin karkeassa hietamaassa, hietasavessa nousukorkeus on suurempi, mutta nousu tapahtuu paljon hitaammin. Hienossa hietamaassa ja vielä hiesumaassakin on savilajitteen määrä verraten

pieni. Tällainen maa imee vettä helposti, mutta sitoo sitä heikosti, ja jos maahan tulee runsaasti vettä, se muuttuu »juoksevaksi». Atterbergin mukaan raesuuruus 0.06 mm suunnilleen eroittaisi toisistaan »juoksevat» ja »juoksemattomat» maalajit. Hieno hietamaa ja hiesumaa routivat voimakkaasti, ojien seinät sortuvat helposti, ja maa on vaikeasti muokattavaa sekä kuivattavaa. Varsinaiset plastilliset savimaat, tavallinen savi ja jäykkä savi, läpäisevät vettä hyvin vaikeasti ja pidättävät sitä voimakkaasti. Viljelys- ja ojitusteknillisesti ovat varsinkin jäykät savimaat monessa suhteessa epäedullisia. Savimaan kylmyys, suuri vedenpidätyskyky ja huono ilmanvaihto vaikuttavat, että se metsämaana tuottokykynsä puolesta tuskin on hietamaan veroista.

Kemiallisen kokoomuksensa puolesta lajittuneet maat ovat yleensä kaikkialla pääpiirtein samanlaatuisia, mutta morenimaiden laatu saattaa vaihdella enemmän, koska se riippuu etupäässä paikallisen ja lähiympäristön kallioperän laadusta. Morenimaa, jossa on runsaasti ns. emäksisiä ja kalkkirikkaita kivilajeja, on viljavampaa kuin yksistään graniiteista syntynyt maa. Laihimpia ovat hiekkakivestä syntyneet maat. Maan kemiallinen kokoomus riippuu kuitenkin myös raekokoomuksesta ja siten, että maan hienontuessa piihapon määrä vähentyy ja varsinkin seskvioksidien sekä maa-alkalien määrä kasvaa. Esim. Granlundin ja Wennerholmin (1935) mukaan myöskin fosfaattipitoisuus on suurin hienoimmissa raefraktioissa. Siksi lajittuneidenkin maiden kemiallinen kokoomus on samanlaatuinen vain jos toisiinsa verrattavat maat ovat yhtä hienoja l. yhtä karkeita. Morenimaihin nähden on huomattava, että niiden kokoomus riippuu kivilajista paitsi suoraan edellä mainitulla tavalla myöskin välillisesti siten, että morenimaan hienousaste vaihtelee kivilajien mukaan, joista se on syntynyt. Niinpä Granlundin ja Wennerholmin (1935) tutkimusten mukaan esim. graniittimoreni on karkeampaa kuin fylliittimoreni ja karkeinta on porfyriittimoreni. Eri kivilajeille ilmoittavat Granlund ja Wennerholm seuraavat saven, hiesun ja hienon hiedan yhteenlasketut määrät:

fylliitti	45 %
tunturikivilajit, gabbro ja migmatiitti	20 »
graniitti ja leptiitti	25 »
porfyriitti	15 »

Maantutkimusosastomme suorittamien maan vesikapasiteetin l. kosteusekvivalentin (merk. Vk) määräyksen ja mekanisen analyysin lisäksi on maanäytteistä määrätty myöskin kalkki käyttämällä

liuottimena 10-prosenttista suolahappoa, ja ns. minerali-indeksi, jolla tarkoitetaan niiden kivennäisten %-määrää, joiden ominaispaino on 2.68 ja suurempi (Tamm 1934).

Kuten seuraavat Vk-luokille saadut keskimäärät osoittavat, kasvaa liuennut kalkkimäärä Vk-n suurentuessa (ja maan hienontuessa):

Vk %	Ca mval/100 g
< 5	4.3
5—10	5.6
10—15	6.6
15—20	8.6
20—25	12.6
25—30	12.9
>30	14.3

Näiden määräysten lisäksi tehdyt kokonais- l. silikaattianalyysit osoittavat maan kalkkipitoisuuden myöskin kokonaisuudessaan kasvavan suolahappeon liuenneen kalkin määrän noustessa. Paitsi kalkkia on tässä yhteydessä määrätty magnesia, piihappo, alumini ja rauta. Tulokset on esitetty taulukossa 1 järjestettynä kasvavan suolahappoon liuenneen kalkkimäärän mukaan.

Taul. 1. Muutamien kokonaisanalyysien tuloksia.
Tabelle 1. Resultate einiger Bauschanalysen.

N:o *Nr.*	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	MgO %
1	82.87	10.31	0.26	0.93	0.89
2	82.69	10.10	0.28	0.96	0.11
3	88.69	6.12	0.34	0.52	0.44
4	74.26	11.78	2.71	1.02	1.17
5	77.31	11.91	2.23	1.38	1.02
6	75.37	14.02	1.34	1.66	0.42
7	73.58	13.73	2.12	1.66	1.14
8	73.26	13.23	3.25	1.63	1.24
9	72.44	12.63	4.60	1.42	1.98
10	76.17	11.94	2.47	1.64	1.42
11	73.57	13.84	2.45	1.81	1.27
12	75.21	12.93	2.45	1.84	1.07
13	67.32	15.26	4.51	2.12	1.67
14	71.74	14.58	2.84	1.79	1.19
15	75.06	12.60	2.25	1.80	1.18
16	75.39	12.50	2.15	2.05	1.23
17	75.27	12.65	2.29	2.18	1.34
18	71.72	13.58	3.64	2.52	1.86
19	54.51	17.21	8.37	2.70	3.03
20	74.14	13.31	2.59	2.29	1.21
21	70.38	14.88	3.84	2.50	1.54
22	55.90	18.67	8.11	2.99	3.33
23	72.81	13.94	3.28	1.83	1.30
24	69.01	14.75	4.09	2.46	1.90
25	58.66	16.75	7.36	2.29	2.91

Laskemalla keskiarvot esim. 5 näytettä käsittävin ryhmin saadaan eri aineille seuraavat %-luvut:

Ca (10 % HCl) mval/100 g	SiO_2	Al_2O_3	F_2O_3	CaO	MgO
			%:na ilmakuivasta maasta *in % des lufttrockenen Bodens*		
1.8	81.16	10.04	1.16	0.96	0.73
5.2	74.16	13.11	2.76	1.60	1.24
8.0	72.58	13.84	2.90	1.87	1.28
11.0	70.21	13.85	3.81	2.35	1.73
18.4	65.35	15.80	5.34	2.41	2.20

Kuten todetaan, kokonaisanalyysin seskvioksidien sekä maa-alkalien määrät kasvavat ja piihapon määrä vähentyy suolahappoon liuenneen kalkin määrän noustessa.

Minerali-indeksin arvot ovat seuraavat:

Vk	< 5	5.9 %
»	5—10	7.3 »
»	10—15	8.7 »
»	15—20	9.1 »
»	20—25	8.8 »
»	25—30	9.0 »

Arvot vaihtelevat enemmän kuin kalkin määrät, mutta ne osoittavat kuitenkin nousevaa suuntaa Vk:n kasvaessa aineiston ollessa riittävän suuri (Vk-luokille 20—25 % ja 25—30 % on aineistoa verraten vähän ja luokalle >30 % riittämättömästi).

3. Maalajin määräys.

Tavalliset kenttämetodit

Maalaji voidaan määrätä eri tavoin riippuen siitä, miten yksityiskohtainen ja tarkka luokituksen on oltava, ts. mitä tarkoitusta varten luokitus suoritetaan. Tavallisia käytännön tarkoituksia varten maalaji on yleensä määrättävä ulkona luonnossa ilman erikoisia apuneuvoja ja kojeita, tarkempaa määräystä varten voidaan käyttää ja on käytettävä laboratoriomenetelmiä.

Jos luokituksessa käytetään esim. edellä mainittuja tavallisia, raekokoomuksensa perusteella eroitettuja maalajeja, ovat kentällä verraten helposti määrättävissä ainakin hiekkamaat ja niitä karkeammat maalajit, vaikeampaa on jo eroittaa toisistaan erilaiset hietamaat ja vielä vaikeammin ovat tunnettavissa niitä hienommat maalajit.

H i e k k a- j a h i e t a m a i d e n eroittelua varten tavallisesti annetuissa ohjeissa mainitaan maalajin vallitseva lajite ja neuvotaan vertaamaan maata tarkoitusta varten valmistettuun, mukana kuljetettavaan näytelajitteeseen. Karkeassa hietamaassa ovat yksityiset rakeet jo vaikeammin eroitettavissa kuin hiekkamaissa, mutta esim. kiillehiukkaset ja tummat kivennäiset näkyvät verraten selvästi. Hiekkamaan ollessa yleensä hieman punertavaa karkea hietamaa on useammin vaalean harmaata. Kuten hiekkamaa ei karkea hietamaakaan sanottavasti muodosta kokkareita (kuivana).

H i e n o n h i e t a m a a n rakeet ovat jo siksi pieniä, että yksityiset rakeet ovat selvästi eroitettavissa vain heikon suurennuksen avulla. Kuivana tämä maalaji usein muodostaa kokkareita, jotka hieman paineltaessa helposti särkyvät hienoksi jauhoksi. Jos hienon hietamaan kovaksi paineltua pintaa pyyhkäistään sormella, pölyää maa, ja pöly tuntuu sormien välissä hierottaessa hieman karkealta. Väriltään hieno hietamaa on vaalean harmaata (kuivana vaaleampaa); maasälpärakeet saattavat kyllä olla punertavia, mutta ne ovat siksi pieniä, ettei niiden väri tunnu silmään. Kuivana maa-

laji muistuttaa hyvin hienoa hiekkaa, mutta kosteana sillä jo alkaa olla saven ominaisuuksia.

Edellä mainitut maalajien tuntomerkit kohdistuvat siis verraten karkeisiin lajittuneisiin maalajeihin, eikä niiden tunteminen, kuten jo huomautettiin, esim. näytelajitteiden avulla tuota erikoisia vaikeuksia. Huomattava kuitenkin on, että hyvin lajittuneita maita itse asiassa on varsin vähän. Suuri osa metsämaistamme on epätäydellisesti lajittuneita ja valtaosa lajittumattomia.

Lajittuneiden hiesumaiden ja erilaisten savimaiden sekä yleensä lajittumattomien hienompien maiden tunteminen on vaikeampi tehtävä.

H i e s u m a a muodostaa, kuten hieno hietamaa, kokkareita, jotka paineltaessa helposti särkyvät. Se pölyää voimakkaasti ja tulee kosteana limaiseksi, mutta ei sitkeäksi. Hiesumaasta puuttuu kaikkein hienoin aines tai sitä on vähän; maa ei siksi voi sitoa runsaammin vettä ja se muuttuu märkänä »juoksevaksi». Maan hienousasteen kasvaessa väri muuttuu kuivana vaalean harmaasta tumman harmaaksi ja maan kyky pölytä pienentyy. Tavallisen tai jäykän saven kuivaa pintaa pyyhkäistäessä sormella ei synny »jauhoa» sanottavasti eikä maa pölyä. Hiesumaa ja hienoimmat hietamaat sitävastoin pölyävät voimakkaasti.

H i e s u- j a s a v i m a i d e n luokituksessa voidaan käyttää apuna m. m. eräitä A t t e r b e r g i n kehittämiä konsistenssikokeita, joilla määrätään maan plastillisuus, kiinteys, juoksuraja ym. ominaisuuksia. Tavallisimpia kenttätöissä käytettyjä kokeita ovat ns. p y ö r i t y s- l. rullauskoe *(utrollningsprov)* ja r a a p u t u s k o e *(strykningsprov)*.

Pyörityskokeessa otetaan vähän maata kämmenelle, siihen lisätään jonkin verran vettä ja maa vatkataan »taikinaksi». Maan ollessa kosteaa, mutta ei niin märkää, että se tarttuu käteen, pannaan se pienelle laudan kappaleelle, esim. vanerilevylle, ja kämmenpohjalla maata painelemalla siitä muovataan nauhaa. Karkean maan pyörittäminen tällaiseksi nauhaksi ei onnistu, mutta mitä hienompaa maa on, sitä hienompaa nauhaa siitä voidaan muokata. Hiesumaasta ei yleensä saada 4 mm hienompaa, mutta tavallisesta savesta voidaan helposti pyörittää 2—3 mm paksuista ja jäykästä savesta 1—1 ½ mm paksuista nauhaa. Maalajia pidetään tavallisesti plastillisena, jos siitä saadaan 2 mm paksua tai ohuempaa nauhaa. — Raaputuskokeessa käytetään päästään pyöristettyä, 2—3 mm paksuista lasisauvaa, ja sillä piirretään kuivan maan sileään pintaan ura vetämällä sauvaa — heikosti painaen — samaa uraa pitkin kaksi kertaa edestakaisin. Syntyneen uran syvyyden ja siitä lähtevän jauhon

määrän perusteella sitten voidaan määritellä maalajin laatu. Hyvin jäykkään saveen syntyy vain matala, kiiltävä ura ja hyvin vähän jauhoa. Tavalliseen saveen muodostuu leveä, ei erityisen syvä ura, joka ei ole kiiltävä, vaan himmeä, ja jauhoa syntyy verraten runsaasti. Hiesumaan ollessa kysymyksessä saadaan jo ensi vetäisyllä syvä, leveä ja himmeä ura, josta lähtee runsaasti jauhoa. Hienoon hietamaahan sauva uppoaa heti siksi syvälle, ettei synny mitään säännöllistä uraa.

Edellä mainittujen maalajien neljästä pääluokasta: hiekkamaat, hietamaat, hiesumaat ja savimaat, voidaan suurin piirtein hiekkamaa eroittaa hietamaasta siten, että hietamaassa vain pieni osa yksityisistä maarakeista on eroitettavissa paljain silmin, hiekkamaassa taas suurin osa. Hietamaa vuorostaan eroaa hiesumaasta sikäli, että jälkimmäinen on jo hieman plastillista ja savimaalle plastillisuus on tyypillinen ominaisuus.

Jos jo lajittuneidenkin maiden luokitus useissa tapauksissa jää vain likimääräiseksi, on asian laita näin vielä suuremmassa määrässä morenimaihin nähden, ja huomattava on, että kysymyksen ollessa metsämaiden luokituksesta useimmissa tapauksissa tehtävänä on juuri morenimaiden luokitus, sillä näitä maita on kasvullisen metsämaamme pinta-alasta n. 80 %. Hienorakeisempien morenilaatujen eroittamiseen ei yleensä ole osattu antaa muuta ohjetta kuin niiden plastillisuuden arviointi (pyörityskokeen avulla). Savisesta morenimaasta voidaan saada 2—3 mm paksuista nauhaa, hiesuisesta ja hietaisesta 4—6 mm paksuista. Hiekkainen morenimaa ei enää ole ollenkaan plastillista.

Morenimaat ja lajittuneista maista soramaat ovat yleisesti enemmän tai vähemmän kivisiä ja hienon maan maalajin määräyksen lisäksi on myöskin niiden k i v i s y y d e n m ä ä r ä tavalla tai toisella arvioitava. Tämä tehtävä tulee kysymykseen varsinkin metsämaiden viljelyskelpoisuuden arvioinnissa, ja, kuten edellä todettiin, kivisyys vaikuttaa myöskin puiden kasvuun. Koska kivipitoisuuden kasvaessa hienomman maan määrä pinta-alayksikköä kohti vastaavasti pienentyy, täytyy kivisyyden yleensä alentaa metsämaan tuottokykyä.

Kivisyyden arviointiin käytetään useimmiten vain summittaista 3-asteikkoa: lohkarerikas, kohtalaisen lohkareinen ja lohkareköyhä tai kivirikas, kohtalaisen kivinen ja kiviköyhä (l. kivetön). Kivisyyttä voidaan koetella esim. lapiolla; kivirikkaaseen morenimaahan lapio ei yleensä painu sanottavasti laisinkaan. Jos kivisyyteen sisällytetään myöskin pienemmät lohkareet (20—60 cm), voidaan lohkare- ja kiviköyhänä pitää esim. morenimaata, jonka kivipito-

suus 30 cm syvyyteen saakka nousee enintäin 250 m^3 irtomittaa hehtaria kohti. Kivisyyden arvioinnin avuksi neuvotaan m. m. tarkastelemaan morenimaiden viljelyksiä, joilta kivet ja lohkareet on kerätty kasoihin tai kiviaidoiksi. Kun lasketaan kivien kuutiomäärä ja verrataan sitä viljelyksen pinta-alaan, saadaan jonkinlainen käsitys kivien määrästä keskimäärin ha kohti.

Tarkempaa kivisyyden arviointia varten suosittelee esim. maist. Viro kokemusten perusteella, joita hän on saanut tutkiessaan kivisyyden vaikutusta metsämaan tuottokykyyn, seuraavaa menettelytapaa. Tutkittavalle paikalle kaivetaan sopivaksi katsottuun paikkaan 1 m^2 suuruinen ja 30 cm syvyinen kuoppa. Kuopasta tuleva maa seulotaan 2 cm seulan läpi. Seulaan jääneestä maasta eroitetaan yli 20 cm läpimittaiset kivet. Sekä 2—20 cm kokoisten että yli 20 cm läpimittaisten kivien tilavuus mitataan joko irtomittana jossain astiassa, jonka tilavuus tunnetaan, tai kasaamalla kivet säännölliseen kuutiomaiseen kasaan ja mittaamalla tämä, tai kiintomittana upottamalla kivet reunojaan myöten vedellä täytettyyn astiaan ja mittaamalla poistunut vesimäärä. Määräämällä tilavuus kiintomittana saadaan tarkempi tulos, sillä kivien koko ja latomistapa vaikuttavat huomattavasti irtomittaan. Jakamalla litroina ilmoitettu kivien tilavuus 3:lla saadaan kivien prosenttinen osuus maasta. Kun tilavuus litroissa kerrotaan 10:llä, saadaan kivien määrä m^3:nä ha kohti. Kivien tilavuus saadaan myös punnitsemalla kivet ja jakamalla saatu kilomäärä 2.6:lla. — Kivien eroittamiseen sopivia seuloja on kaikkialla saatavana. Maantiesora seulotaan useimmiten n. 2 cm seulalla. — Tutkittavan kuvion alan tai alueen suuruudesta ja laadusta riippuu, riittääkö kivisyyden arviointiin yksi kuoppa vai onko tutkittava useampia.

Maan hienousasteen ja kivisyyden arvioinnin lisäksi on kiinnitettävä huomiota myöskin maan kovuuteen ja rakenteeseen. Morenimaa saattaa toisinaan olla pehmeämpää, toisinaan siksi kovaa, että maan viljelykseen otto sekä ojitus tuottavat tästä syystä vaikeuksia tai ovat työläitä. Esim. Itä-Suomen vaaroilla tavataan Kivisen (1941) vaaramoreeniksi nimittämää morenilaatua, jolle on ominaista 50—80 cm paksu, löyhä pintakerros erittäin kovan pohjamorenin päällä. — Samoin on kysymyksen ollessa jäykistä savimaista eroitettava erityisen kovat maat muista.

Laboratoriometodit

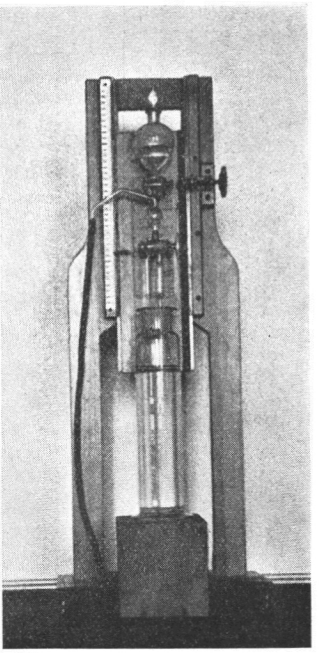
Tarkemmin ja luotettavammin kuin edellä selostetulla kentällä suoritettavalla arvioinnilla, voidaan maat luokittaa laboratoriomene-

telmien avulla. Valitettavasti nämä menetelmät ovat yleensä verraten paljon työtä ja aikaa vaativia, mutta tästä huolimatta olisi niitä käytettävä ainakin silloin kun on kysymys tavallista suurempaa tarkkuutta edellyttävistä tieteellisistä tutkimuksista ja kokeista, jotka vaativat kasvupaikan eri ominaisuuksien seikkaperäistä kuvausta ja selvitystä.

Laboratoriomenetelmistä on yleisin ja tunnetuin n. s. mekaninen maa-analyysi, jossa hieno maa (rakeiden läpimitta <2 mm) seulomalla ja vedessä liettämällä jaetaan useampiin, ainakin viiteen tai kuuteen lajitteeseen. Liettämiseen käytettiin aikaisemmin pääasiallisesti Atterbergin kehittämää menettelytapaa, mutta myöhemmin on yleisesti alettu käyttää ns. pipettimenetelmää, jossa lietteestä otetaan aina tietyn ajan kuluttua tietystä syvyydestä näyte ja määrätään sen sisältämän maan paino. Näitä ja muita metodeja sekä niiden teoreettisia perusteita on yksityiskohtaisesti selostettu m. m. teoksissa: Gessner, *»Die Schlämmanalyse» (Leipzig* 1931) ja v. Hahn, *»Dispersoidanalyse» (Dresden—Leipzig 1928).*

Maantutkimusosastomme laboratoriossa on maan raekokoomuksen määräyksessä noudatettu seuraavaa työohjetta.

Esikäsittely ja seulonta. Ilmakuivaa, hyvin sekoitettua (2 mm seulan läpäissyttä) näytettä punnitaan 15—25 g (hienoa maata vähemmän, karkeaa enemmän), pannaan pulloon ja lisätään 100 ml oksalaattiliuosta (Tamm 1922). Pullo pannaan ravistuskoneeseen ja heilutetaan ½ tuntia. Lietteen annetaan sedimentoitua, sitten pipetoidaan kirkas liuos (joka pannaan talteen) ja heilutetaan uudelleen (hyvin humus- ja rautarikkaat näytteet on heilutettava 3—5 kertaa). Talteen otetut liuokset suodatetaan *(»Membranfilter, grob N:o 2—3»)*, maa pestään 2—4 kertaa vedellä ja siirretään ruiskupullon avulla keitinlasiin sekä käsitellään vesihauteella 30 % H_2O_2:lla humuksen poistamiseksi. Sitten lisätään hiukan HCl saostuneiden seskvioksidien liuottamiseksi, suodatetaan *(»Membranfilter»)* ja pestään vedellä täysin elektrolyyttivapaaksi. Pesty näyte siirretään posliinimaljaan, haihdutetaan kuiviin, sekoitetaan, kuivataan 105—110 asteessa, sekoitetaan ja punnitaan tarkalleen 10.00—20.00 g. Näyte pehmennetään vedellä, hangataan kumisormella ja seulotaan (aluksi dekantoimalla) veden kanssa 0.2 mm seulan läpi. Seulalle jäänyt osa jaetaan kuivaseulonnalla lajitteisiin 2—0.2 ja 0.5—0.2 mm, jotka punnitaan.



Kuva 2. Näytteen ottoon lietteestä käytettävä pipettiteline.

Abb. 2. Zur Probenahme aus der Bodensuspension zu benutzender Pipettapparat (nach Köhn).

Taul. 2. **Muutamia putousnopeuksia ja -aikoja.** (Maan ominaisp. 2.65).

Tabelle 2. Einige Fallgeschwindigkeiten und — Zeiten (Sp. Gew. des Bodens 2.65).

rakeiden läpimitta *Korndurchm. mm*	lämpötila — *Temperatur*							
	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°
	putousnopeus cm/sek. — *Fallgeschwindigkeit cm/sek.*							
0.05	0.201	0.206	0.212	0.217	0.223	0.228	0.234	0.239
0.02	0.03224	0.03307	0.03392	0.03479	0.03566	0.03654	0.03744	0.03835
0.01	0.00806	0.00826	0.00848	0.00869	0.00891	0.00913	0.00936	0.00958
0.005	0.00201	0.00206	0.00212	0.00217	0.00223	0.00228	0.00234	0.00239
0.002	0.0003224	0.0003307	0.0003392	0.0003479	0.0003566	0.0003654	0.0003744	0.0003835
0.001	0.0000806	0.0000826	0.0000848	0.0000869	0.0000891	0.0000913	0.0000936	0.0000958
0.0005	0.0000201	0.0000206	0.0000212	0.0000217	0.0000223	0.0000228	0.0000234	0.0000239
0.0002	0.000003224	0.000003307	0.000003392	0.000003479	0.000003566	0.000003654	0.000003744	0.000003835
	putousaika 10 cm syvyydelle — *Fallzeit auf 10 cm Tiefe*							
0.05	50″	48′5″	47″	46″	45″	44″	43′	42″
0.02	5′10″	5′2″	4′55″	4′47″	4′40″	4′34″	4′27″	4′21″
0.01	20′40″	20′10″	19′39″	19′10″	18′42″	18′15″	17′48″	17′23″
0.005	1 t. 23′	1 t. 21′	1 t. 19′	1 t. 17′	1 t. 15′	1 t. 13″	1 t. 11′	1 t. 10′
0.002	8 t. 37′	8 t. 24′	8 t. 11′	7 t. 59′	7 t. 47′	7 t. 36′	7 t. 25′	7 t. 15′
0.001	34 t. 27′49″	33 t. 37′45″	32 t. 45′24″	31 t. 57′54″	31 t. 10′33″	30 t. 25′29″	29 t. 40′37″	28 t. 59′44″
0.0005	5 p. 18′12″	5 p. 14 t. 50′	5 p. 11 t.	5 p. 8 t.	5 p. 4 t. 34′	4 p. 25 t. 50′	4 p. 22 t. 40′	4 p. 20 t. 14′
0.0002	35 p.21 t. 35′	34 p.23 t. 58′	34 p. 2 t. 55′	33 p. 6 t. 26′	32 p.10 t. 58′	31 p.16 t. 12′	30 p. 21 t. 56′	30 p. 4 t. 20′
	putousaika 5 cm syvyydelle — *Fallzeit auf 5 cm Tiefe*							
0.002	4 t. 18′30″	4 t. 12′	4 t. 5′30″	3 t. 59′30″	3 t. 53′30″	3 t. 48′	3 t. 42′30″	3 t. 37′30″

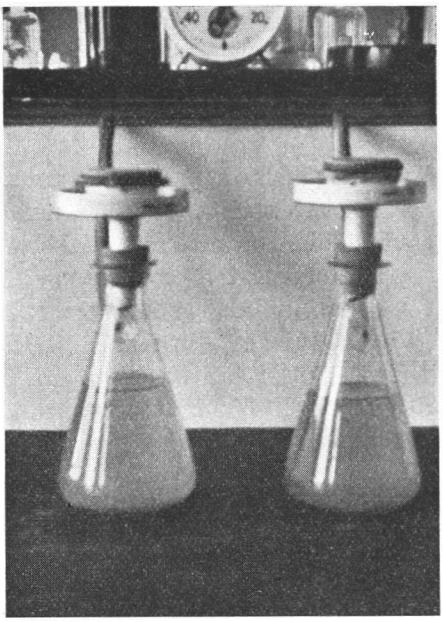
Pipetointi. 0.2 mm seulan läpi mennyt osa sekoitetaan »*Protos Drink-Mixer*»-kojeella 5—10 min. aika, kaadetaan litran sedimentatiosylinteriin, lisätään dispergointiaineeksi 50 ml 10 % NH_3, täytetään (litran) merkkiin ja määrätään pipetoimalla lajitteet <0.05, <0.02 ja <0.002 mm. Kutakin pipetointia varten suspensio sekoitetaan huolellisesti, siitä otetaan näyte 10 ml pipetillä tietyn ajan kuluttua ja tietystä syvyydestä ottamalla huomioon myöskin lämpötila. Pipetointiajat tavallisimmille lämpötiloille ja lajitteille on mainittu taulukossa 2. Pipetoitu näyte pannaan taarattuun upokkaaseen, haihdutetaan, kuivataan ja punnitaan (jos näytettä oli 10 g, lietettä 1 litra, ja pipetoitiin 10 ml, on punnittu mg-määrä = %). — Lajite 0.2—0.05 lasketaan eroituksesta 100 %:in.

Näytteen ottoon käytettävä pipetti on kiinnitetty oheisen kuvan (2, s. 23) esittämään, Köhnin kontruoimaan laitteeseen, jossa pipetti voidaan kierrettävän ruuvin avulla laskea lietteeseen vaadittuun, pipetin viereen sijoitetun cm:asteikon osoittamaan syvyyteen, aiheuttamatta lietteessä sedimentatiota häiritseviä liikkeitä. Lietettä imetään pipettiin (kuvassa vasemmalla näkyvällä) kumiletkulla 10 ml käyttämällä kolmijakohanaa, jonka avulla liika liete voidaan sulkea pois pipetistä. Kun liete on siirretty upokkaaseen huuhdotaan pipetti tiputussuppilosta (kuvassa ylinnä) juoksutettavalla tislatulla vedellä.

Paitsi sitä, että mekaninen analyysi on melko suuritöinen varsinkin kysymyksen ollessa hyvin hienorakeisista maista, ei se ole muutenkaan täysin tarkoitustaan vastaava silloin kun maalajit olisi eroitettava toisistaan erityisesti niiden vesitaloudellisten ominaisuuksien perusteella. Hyvin lajittuneeseen maahan nähden voi tosin raekokoomuksen nojalla jokseenkin arvioida, minkälaista maa on fysikallisilta ominaisuuksiltaan, mutta heikommin lajittuneissa maissa arviointi jää epävarmaksi. Esim. tavallinen hiekkamaa voi olla samanarvoinen kuin jokin morenimaa. Eri lajitteiden prosenttilukujen asemasta olisi maan luonne varsinkin hyvyysluokituksia varten saatava määritellyksi yhden lukuarvon avulla. Tähän päästään määräämällä esim. maan hygroskopisiteetti tai kosteusekvivalentti.

Hygroskopisiteetilla tarkoitetaan sitä vesipitoisuutta (%:na kuivasta maasta), joka maassa on sen seistyä ilmatyhjässä tilassa 10-prosenttisen rikkihapon yläpuolella muutaman vuorokauden ajan l. niin kauan kuin se ottaa vesihöyryä. Tämä vesipitoisuus on sitä suurempi, mitä hienojakoisempaa maa on, l. oikeastaan mitä suurempi on maahiukkasten kokonaispinta-ala. Koska hygroskopisiteetti riippuu myöskin maan humuspitoisuudesta, saadaan sen avulla kivennäismaat luokitetuksi hienousasteensa mukaan vain siinä tapauksessa, että ne eivät ole humuspitoisia tai että niistä ennen määräystä humus poistetaan. Hygroskopisiteetin määräys on huomattavasti vähemmän työtä vaativa kuin mekaninen maa-analyysi ja sitäpaitsi se antaa tulokseksi yhden tunnusluvun, jonka perusteella maat voidaan luokittaa.

Vielä yksinkertaisempi tehtävä kuin hygroskopisiteetin määräys on edellä mainittu maan ns. kosteusekvivalentin (lyhennettynä Vk) määräys Bouyoucosin (1929) suosittelemalla menettelytavalla. Mekaniseen analyysiin verrattuna tälläkin menetelmällä on se periaatteellisesti huomattava etu, että sen avulla maat saadaan luokitetuksi ensi sijassa niiden vesitaloudellisten ominaisuuksien perusteella. Menetelmä on siksi yksinkertainen, ettei pitäisi olla estettä sen käyttämiseen käytännöllisluontoisempiinkin tarkoituksiin.



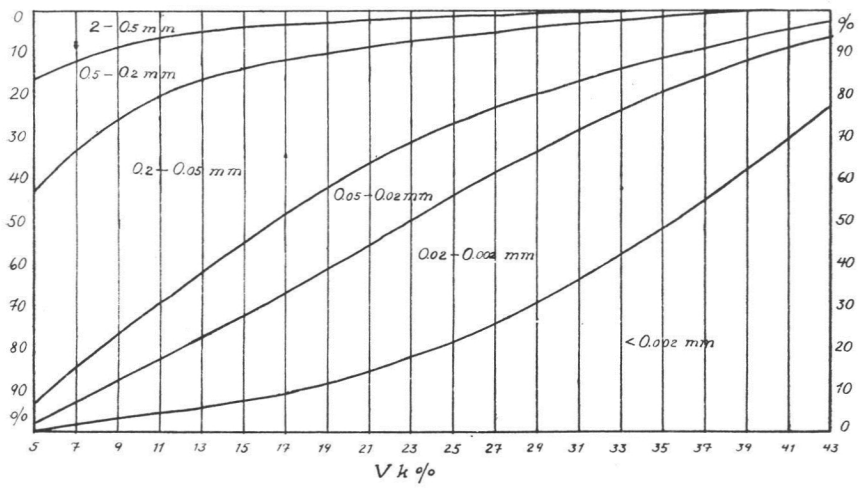
Kuva 3. Kosteusekvivalentin määräykseen käytettäviä suppiloita imupulloineen.
Abb. 3. Trichtern nebst Saugflaschen zur Bestimmung des Feuchtigkeitesäquivalents.

Maantutkimusosastomme laboratoriossa on kosteusekvivalentin määräyksessä noudatettu seuraavaa työohjetta.

Hyvin sekoitettua, ilmakuivaa, 2 mm:n seulalla seulottua maata punnitaan 25 g pieneen (20 × 43 mm) *Büchner*-suppiloon, jonka pohjalla on kaksi kovetettua, kostutettua suodatinpaperia *(»S. & S. N:o 575»)*. Paperi painetaan tiukasti suppilon pohjalle, tarvittaessa heikkoa imua käyttämällä. Maa kastellaan sitten hitaasti vedellä ruiskupullosta ja sekoitetaan lasisauvalla 2—3 kertaa ½—1 tunnin kuluessa huolehtimalla, ettei suodatinpaperi pääse liikkumaan. Liika vesi imetään pois suppilosta vesi-imupumpulla (suppiloa voi koputtaa pöytää vasten, kunnes veden vapaa pinta ei koputettaessa enää tule näkyviin, mutta näytteen pinta jää rasvakiiltoiseksi). Tämän jälkeen suppilo peitetään kaksinkertaisella, ohuella, kostealla liinakankaalla, jonka reunat kiinnitetään suppilon ulkoseiniin pingoittamalla kumirenkaalla, ja annetaan pumpun imeä tasan 10 minuuttia. On todettava, että suppilot ovat tiukasti kiinni imualustassaan ja tätä varten pannaan alustalle n. 2 mm paksuinen vesikerros; se ei vähenny, jos suppilo liittyy tiiviisti alustaan. Liikuttamalla suppiloa ja puristamalla sitä alustaan voidaan edistää kiinnittymistä. 10 minuutin kuluttua suppilo kuivataan pyyheliinalla ja punnitaan (10 mg tarkkuudella). Painoeroitus on maan pidättämä vesimäärä, ja se lasketaan %:na käytetystä ilmakuivasta ainemäärästä (= Vk). — Suppilon taarapaino määrätään kokeellisesti kostean paperin kanssa. Samasta näytteestä tehdään aina 2 rinnakkaismääräystä samanaikaisesti samalla pumpulla.

Maantutkimusosastomme suorittamissa maannostumista koskeneissa tutkimuksissa (A a l t o n e n 1935, 1939, 1941 a) on otetuista maanäytteistä määrätty myöskin kosteusekvivalentti edellä mainitulla pikametodilla, ja kun samoista näytteistä on lisäksi tehty ns. mekaninen analyysi, on kertynyt melkoisen runsas aineisto, jonka perusteella voidaan verrata toisiinsa raekokoomusta ja kosteusekvivalenttia.

Taulukkoon 3 s:lla 28 on otettu alkuperäiset mittaustulokset ja analyysitulokset järjestämällä ne kasvavan kosteusekvivalentin mukaan, sikäli kuin mahdollista 1 % suuruisin eroin. (Ilmoitetut luvut ovat, kuten huomataan, useimmissa tapauksissa keskiarvoja näytteistä, joiden Vk on ollut yhtä suuri). Koko aineistoa ei ole voitu tässä yhteydessä käyttää, vaan on ollut valittava pääasiallisesti syvempää otetut ja muut sellaiset näytteet, joiden humuspitoisuus on ollut mahdollisimman pieni, sillä humus vaikuttaa varsinkin muutamissa maalajeissa tuntuvasti vesikapasiteettiin. Joissakin tapauksissa on B-horisonttiin rikastunut seskvioksidejakin siksi runsaasti, että kosteusekvivalentti nousee niiden maksimimäärien kohdalla. — Havainnollisesti valaisee Vk:n ja raekokoomuksen välistä suhdetta kuva 4.



Kuva 4. Vk ja raekokoomus.
Abb. 4. Vk und Kornverteilung.

Taul. 3. Vk ja raekokoomus.

Tabelle 3. Vk und Kornverteilung.

Vk %	lajitteet, mm — *Kornfraktionen, mm*						näytteiden luku *Proben St.*
	2.0—0.5	0.5—0.2	0.2—0.05	0.05—0.02	0.02—0.002	<0.002	
	%						
2.0— 2.9	39.8	41.5	16.9	0.8	0.6	0.4	36
3.0— 3.9	15.7	34.6	44.7	2.4	1.8	0.8	125
4.0— 4.9	10.7	22.5	60.3	3.4	2.2	0.9	138
5.0— 5.9	8.5	17.1	59.5	8.2	5.3	1.4	134
6.0— 6.9	8.2	16.7	58.2	8.6	6.4	1.9	129
7.0— 7.9	7.7	12.9	55.7	12.2	8.6	2.9	77
8.0— 8.9	10.0	15.5	51.8	10.9	8.4	3.4	66
9.0— 9.9	10.4	14.4	47.5	12.8	11.0	3.9	53
10.0—10.9	7.1	11.4	51.4	13.9	11.5	4.7	48
11.0—11.9	7.5	10.6	50.8	13.9	12.3	4.9	51
12.0—12.9	4.8	8.6	50.0	18.0	12.2	6.4	41
13.0—13.9	7.1	10.4	46.8	15.8	14.4	5.5	34
14.0—14.9	4.6	6.3	40.8	21.3	20.6	6.4	20
15.0—15.9	6.2	8.4	37.8	19.3	20.5	7.8	17
16.0—16.9	3.7	7.2	35.7	18.5	24.9	10.0	17
17.0—17.9	3.7	6.6	35.1	22.1	24.9	7·6	13
18.1—18.9	3.3	5.7	31.6	14.8	30.9	13.7	10
19.1—19.9	1.9	2.3	21.0	17.9	41.2	15.7	12
20.0—20.8	3.0	3.2	22.5	18.6	35.0	17.7	7
21.0—21.9	1.2	2.0	23.7	21.4	43.1	8.6	16
22.0—22.9	1.0	2.1	19.0	15.9	46.3	15.7	14
23.1—23.9	3.2	5.3	27.4	16.6	30.9	16.6	7
24.0—24.8	1.6	1.3	23.2	15.2	38.6	20.1	8
25.0—25.9	0.9	1.7	15.8	19.3	33.1	29.2	7
26.1—26.8	0.6	2.0	19.0	13.7	38.7	26.0	10
27.1—27.6	1.0	1.2	11.8	16.6	29.1	40.3	6
28.0—28.1	0.3	2.0	32.3	17.2	20.8	27.4	2
29.0—29.7	1.4	2.6	8.2	9.9	48.7	29.2	5
30.3—30.6	0.6	1.1	15.6	21.3	38.7	22.7	4
31.4—31.5	0.2	0.6	27.7	26.0	17.4	28.1	2
32.7	0.2	0.2	0.0	6.8	42.6	50.2	1
33.5	0.2	0.2	13.4	10.7	27.4	48.1	1
34.0—34.9	0.3	0.2	5.5	6.3	35.6	52.1	4
35.4—35.9	0.2	0.2	7.2	8.5	28.6	55.3	3
36.3	1.6	7.2	6.8	2.0	33.8	48.6	1
37.4	0.0	0.1	5.3	5.7	30.4	58.5	1
39.1	0.0	0.0	3.6	6.1	31.8	58.5	1
41.0	0.2	0.2	4.7	6.5	25.9	62.5	1
42.5—42.6	0.0	0.4	4.8	2.9	21.4	70.5	2
43.8	0.1	0.9	6.9	4.5	21.5	66.1	1
					Yht. — *Zusamm.*		1 1≥5

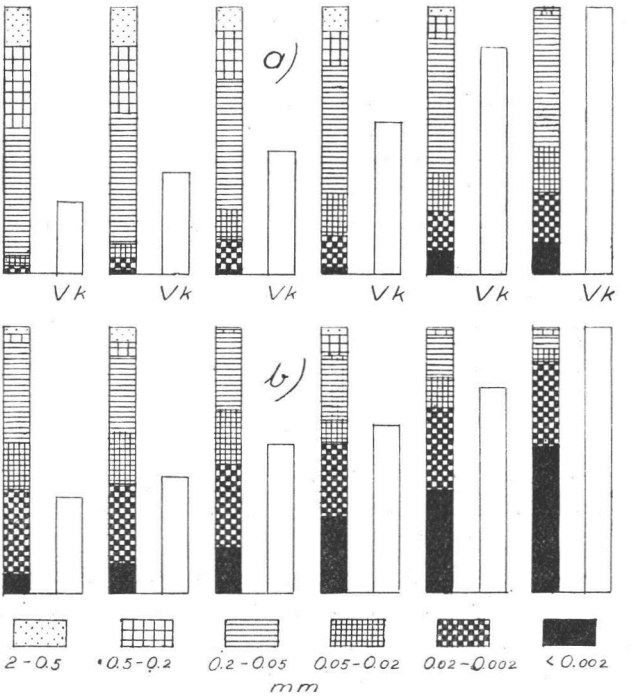
Taulukossa 4 on vielä esitetty samat tulokset käyttämällä luokkavälinä 5 (l. 4.9) Vk.

Taul. 4. Vk ja raekokoomus.

Tabelle 4. Vk und Kornverteilung.

Vk %	lajitteet, mm — *Kornfraktionen, mm*					
	2.0—0.5 %	0.5—0.2 %	0.2—0.05 %	0.05—0.02 %	0.02—0.002 %	<0.002 %
<4.9	16.1	29.8	48.6	2.7	2.0	0.8
5.0— 9.9	8.7	15.6	56.3	9.8	7.2	2.4
10.0—14.9	6.3	9.9	48.6	16.0	13.5	5.7
15.0—19.9	4.3	6.4	33.3	17.9	27.1	11.0
20.0—24.9	1.9	2.7	21.3	17.6	41.3	15.2
25.0—29.9	0.9	2.1	16.3	14.7	35.6	30.4
30.0+ >	0.3	0.8	9.5	10.4	30.0	49.0

Vk:n ja raekokoomuksen suhdetta toisiinsa valaisee edelleen kuva 5. Edellinen graafinen esitys (a) perustuu maaprofileihin, joissa lajitteen 0.2—0.05 mm määrä on kaikissa ollut n. 50 % (5 cm:n kerroksin laskettuna keskimääränä), jälkimmäinen esitys (b) profileihin, joissa lajitetta 0.02—0.002 mm on ollut n. 30 %. Vertailun vuoksi on piirroksissa esitetty eri raefraktioiden lisäksi vastaava suhteellinen Vk (suurin Vk = 100).



Kuva 5. Vk ja raekokoomus: a) lajitteen 0.2—0.05 mm määrä n. 50 %, b) lajitteen 0.02—0.002 mm määrä n. 30 %.
Abb. 5. Vk und Kornverteilung: a) Menge der Fraktion 0.2—0.05 mm c. 50 %, b) Menge der Fraktion 0.02—0.002 mm c. 30 %.

Kuten alkuperäistä analyysiaineistoa tarkastelemalla voi havaita, Vk:n suhde raekokoomukseen on toisinaan kiinteämpi, toisinaan läyhempi. On sellaisiakin tapauksia, joissa raekokoomuksen perusteella arvioiden Vk:n odottaisi olevan tuntuvasti suuremman tai pienemmän, mutta huomattava on kuitenkin, että jo pienikin ero voi ainakin eräissä tapauksissa vaikuttaa varsin paljon Vk-arvoon. Vk-määräyk-

siä tehtäessä antoivat m.m. tavalliset lentohiekkamaat, joissa lajitteen 0.2—0.05 mm määrä on n. 90 % ja joissa ei voi havaita mitään selviä eroja, hyvin vaihtelevia tuloksia (Vk = 4—9). Jos nämä maat kuitenkin pannaan Vk-arvonsa mukaiseen järjestykseen, todetaan Vk-arvon kasvaessa hienoimpien fraktioiden määrän hieman kasvavan, kuten taulukosta 5 voi todeta. Kun aineisto on siksikin suuri, täytyy näiden tulosten katsoa osoittavan, että kyseessä olevissa maissa todettu Vk-arvon vaihtelu perustuu raekokoomuksessa oleviin eroihin siitä huolimatta, että nämä erot ovat siksi pieniä, ettei luulisi niiden voivan sanottavasti vaikuttaa puoleen tai toiseen.

Taul. 5. Vk ja raekokoomus.
Tabelle 5. Vk und Kornverteilung.

Vk %	lajitteet, mm — *Kornfraktionen, mm*						näytteiden luku *Proben St.*
	2.0—0.5 %	0.5—0.2 %	0.2—0.05 %	0.05—0.02 %	0.02—0.002 %	<0.002 %	
3.9	0.9	5.8	92.0	0.6	0.3	0.4	22
4.9	1.1	3.7	91.6	2.0	0.9	0.6	17
5.6	0.1	1.3	95.2	2.1	0.9	0.5	28
7.6	0.3	3.1	90.5	2.6	1.8	1.7	15
8.7	0.8	4.3	85.4	3.7	1.9	3.9	23

Kyseessä olevaa luokitustapaa ei ole käytetty muualla eikä ole olemassa muuta tälle pohjalle perustuvaa luokitusjärjestelmää kuin aikaisemmin esittämäni (Aaltonen 1940) ehdotus, jossa käyttämällä 5 % luokkaväliä eroitettiin (ns. hienoa maata) 7 kosteusluokkaa, ja luokat nimitettiin: karkea ja hieno hiekkamaa, karkea ja hieno hietamaa, hiesumaa, hiesusavimaa ja savimaa. Luokkavälin 5 % asemasta voidaan tietenkin käyttää jotain muutakin ja ainakin pienempää väliä, mutta yleensä voitanee silmälläpitäen raekokoomuksen muuttumista kosteusekvivalentin kasvaessa pitää mainittua luokkaväliä tavallisiin luokitustehtäviin soveltuvana. Kyseessä olevan luokitusehdotuksen julkaisemisen jälkeen kertyneen lisäaineiston perusteella voi kuitenkin olla syytä hiukan muuttaa 1. yksinkertaistaa luokitusta sikäli, että alimmaksi luokaksi otetaan < 5 %, ylimmäksi > 30 %, ja välillä eroitetaan 5 luokkaa 5 %:n välein (taul. 4).

Vaikka, kuten edellä esitetyistä vertailuista selviää, Vk-arvo on yleensä tietyssä suhteessa raekokoomukseen, ovat Vk-luokat silti vain kosteusluokkia eikä maalajiluokkia, joiden nimenä käytetään vallitsevan raelajitteen nimeä. Käytännöllisistä syistä olisi suotavaa, että Vk-luokille olisi jokin nimi, josta ainakin osapuilleen selviäisi,

mistä maalajista on kysymys, ja siksi on edellä mainitulla tavalla käytetty kosteusluokille myöskin maalajinimityksiä.

Kuten edellä jo kävi selville, tavallisten lajittuneiden maalajien (kysymyksen ollessa hienosta maasta) ns. vallitsevat lajitteet ovat seuraavat:

karkea hiekkamaa, vallitseva lajite	2.0—0.6 mm
hieno » » »	0.6—0.2 »
karkea hietamaa, » »	0.2—0.06 »
hieno hietamaa, » »	0.06—0.02 »
hiesumaa, » »	0.02—0.002 »
savimaa, vaihteleva, mutta yleensä on vallitsevana lajite	< 0.002 »

Jos tässä yhteydessä käsiteltävässä analyysiaineistossa pidetään esim. sellaista lajitetta vallitsevana, jonka %-määrä on vähintäin 40 %, jakaantuvat tutkitut maat Vk-luokkiin taulukossa 6 esitetyllä tavalla.

Taul. 6. Vk ja raekokoomus.
Tabelle 6. Vk und Kornverteilung.

Vk %	lajitteet, mm — *Kornfraktionen, mm*					
	2.0—0.5	0.5—0.2	0.2—0.05	0.05—0.02	0.02—0.002	<0.002
	näytteitä, joiden yhden fraktion määrä on 40 % +>, kpl. *Proben mit 40 % +> einer Fraktion, St.*					
<5	36	72	169	—	—	—
5—10	1	11	355	—	—	—
10—15	—	—	114	—	—	—
15—20	—	—	16	—	10	—
20—25	—	—	4	1	25	—
25—30	—	—	—	3	10	10
>30	—	—	—	2	1	18

Vaikka aineisto on siksikin suuri ja erilaisia maita käsittävä, on m. m. sellaisia maita, joissa vallitsevana lajitteena on 2.0—0.5 mm, verraten vähän.

Paljon ei ole myöskään maita, joissa vallitsevana on lajite 0.5—0.2 mm. Kosteusluokkaan <5 % kuuluu, jos maalajit määritellään edellä mainitulla tavalla, enimmän karkeita hietamaita ja jonkin verran karkeita sekä hienoja hiekkamaita. Kosteusluokkien 5—10 % ja 10—15 % maat taas olisivat lähinnä karkeita hietamaita. Hienoja hietamaita on kyseessä olevan aineiston mukaan vain muutamia

Kosteusluokka 20—25 % vastaa jotakuinkin hiesumaata ja seuraavat luokat savimaita.

Savimaiden laatua tutkittaessa voivat vielä tulla kysymykseen useat muutkin laboratoriomenetelmät. Voidaan määrätä esim. juoksuraja, hienousluku, jäykkyysaste, tarttuvaisuus, plastillisuusluku ja muita ominaisuuksia, mutta niihin nähden viitataan tässä yhteydessä asianomaiseen oppikirjallisuuteen (vrt. esim. Ekström 1927).

Maan viljavuus riippuu paitsi kosteussuhteista myöskin sen kivennäiskokoomuksesta l. mineralogisesta laadusta. Maalajin määräyksessä on siksi tämäkin puoli, sikäli kuin mahdollista, otettava huomioon. Kivennäiskokoomuksen määrittely on tosin mahdollista vain laboratoriotutkimusten avulla, mutta esim. kahden kivennäisluokan, keveät ja raskaat kivennäiset, rajana ominaispaino 2.68, eroittaminen on verraten yksinkertainen tehtävä, ja jo tälläkin tavalla saadaan jonkin verran viitteitä maan viljavuudesta. Meidän oloissamme tulee harvoin kysymykseen kalkkikarbonaattia sisältävä maa, mutta joissakin tapauksissa voi olla syytä koetella maata tässäkin suhteessa. Kun tällaiseen maahan tipautetaan hieman mietoa suolahappoa, se kuohuu helposti huomattavalla tavalla.

Muuan uusi pikametodi

Edellä selostetut, kentällä suoritettavassa maalajien luokituksessa tavallisesti käytetyt menettelytavat ovat varsin karkeita ja alkeellisia. Tarkempien, vaikka samalla mahdollisimman yksinkertaisten metodien kehittäminen olisi hyvin tarpeellista varsinkin morenimaiden luokitusta varten. Voitaisiin ajatella esim. jotakin yksinkertaista seulontakoetta ja hienoimmille maille sedimentatiokoetta, mutta ainakaan toistaiseksi ei näytä yritetyn saada kenttämetodeja näiden tai muiden keinojen avulla eksaktisemmalle pohjalle.

Tässä yhteydessä on käyttämällä hyväksi sitä aineistoa, jonka ovat tarjonneet edellä mainitut muihin tutkimuksiin kuuluvat mekaniset maa-analyysit, koetettu päästä yksinkertaiseen ja nopeaan, kenttäoloihinkin soveltuvaan menetelmään, joka antaisi ainakin tavallisia käytännön tarkoituksia varten paremmin käyttökelpoisia tuloksia kuin selostetut tavalliset kenttämetodit. Monien kokeilujen jälkeen on tultu seuraavaan menetelmään.

Maalajeja eroitetaan:

1. kivikkomaa (kiviä, 2—20 cm, ja soraa, 2—20 mm)
2. soramaa, vallitsevana lajitteena 2—20 mm

3. karkea hiekkamaa, vallitsevana lajitteena 2.0—0.5 mm
4. keskikarkea hiekkamaa, » » 0.5—0.2 »
5. hieno » » » 0.2—0.05 »
6. karkea hietamaa
7. hieno hietamaa
8. hiesumaa
9. savimaa

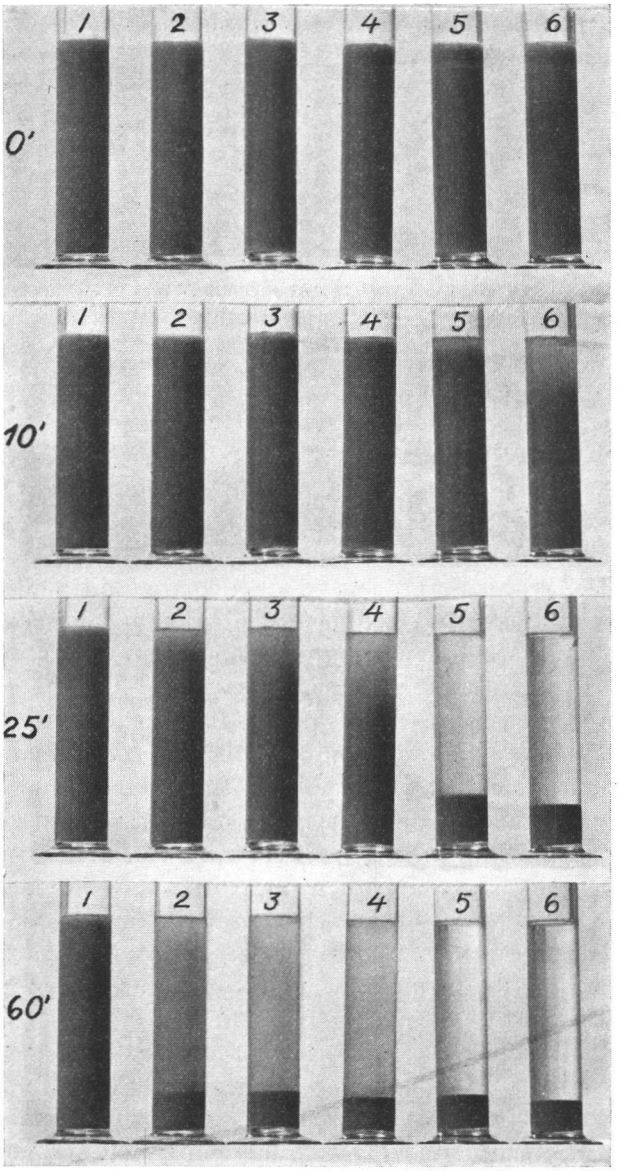
Kivikko- ja soramaat eroitetaan silmävaraisen arvioinnin avulla, hiekkamaat seulomalla ja muut liettämällä.

Hiekkamaiden luokitukseen on ainakin aluksi hyvä käyttää kolmea seulaa (2 mm, 0.5 mm ja 0.2 mm) ja myöhemminkin voivat vastaavat, tarkoitusta varten valmistetut lajitenäytteet (2—0.5 mm, 0.5—0.2 mm ja 0.2—0.05 mm) helpoittaa luokitusta. Hiekkamaat on verraten helppoa eroittaa hietamaista. Viimeksi mainituissa näet on aina enemmän tai vähemmän hienoa, pölymäistä ainesta, vaikka maa yleensä tuntuisi suhteellisen karkeahkoltakin.

Hieta-, hiesu- ja savimaiden eroittamiseen käytetään sedimentatiokoetta. Sedimentoinnin jouduttamiseksi maa lietetään suolaliuokseen ja maalajin arviointi perustuu sedimentation nopeuteen sekä syntyneen sedimentin laatuun.

Suolana on tässä yhteydessä tehdyissä kokeissa käytetty natriumkloridia, ja liuoksen väkevyys on ollut 20 %. Liettäminen on tapahtunut koeputkissa, läpim. n. 15 mm ja pituus 13 cm. Maata on pantu putkeen 3 cm paksu kerros ja suolaliuosta siksi paljon, että lietettä on tullut putkeen 10 cm korkea kerros. Putki suljetaan sormella, ravistellaan voimakkaasti noin 1 min. aika, ja lietteen annetaan laskeutua 3 minuuttia. Putken viereen asetettavasta cm-asteikosta luetaan sitten välimatka mm:nä nesteen pinnasta sedimentin yläreunaan ja merkitään muistiin pohjaan laskeutuneen sedimentin yleinen karkeusaste.

Menetelmää kehitettäessä käytettiin ensinnä 5 min. putousaikaa. Ravistus taas suoritettiin kolme kertaa välillä aina määräämällä putousmatka, koska maa ja varsinkin hieno maa perusteellisemmasta käsittelystä tietenkin dispergoituu täydellisemmin ja putousmatka (samassa ajassa) pienentyy. Kaikkiaan noin 900 maanäytettä käsiteltiin tällä tavalla. Vertailevat kokeet osoittivat kuitenkin, että suhteelliset arvot 1. näytteiden väliset suhteelliset erot eivät sanottavasti muuttuneet, vaikka tyydyttiin yhteen ravisteluun ja 3 minuutin putousaikaan, ja koska tarkoituksena ei lisäksi ollut pyrkiä mihinkään tarkkuusmenetelmään, tultiin lopuksi viimeksi mainittuun paljon yksinkertaisempaan menettelytapaan.



Kuva 6. Hienon savilietteen sedimentoituminen. Sylinterissä 1 on tisl. vettä, muissa natriumkloridiliuosta, jonka väkevyys on seuraava: 2 = ½ %, 3 = 1 %, 4 = 2 %, 5 = 3 %, ja 6 = 5 %. Ylin kuva on otettu heti sekoituksen jälkeen, muut 10, 25 ja 60 minuutin kuluttua.

Abb. 6. Sedimentation der Tonsuspension. Zylinder 1 enhält dest. Wasser, die übrigen NaCl-Lösung in Konzentrationen von: 2 = ½ %, 3 = 1 %, 4 = 2 %, 5 = 3 %, und 6 = 5 %. Das oberste Bild ist gleich nach dem Schütteln aufgenommen worden, die übrigen nach 10, 25 u. 60 Minuten.

Taul. 7. Vk, raekokoomus ja sedimentin putouskorkeus.
Tabelle 7. Vk, Kornverteilung und Fallhöhe des Sediments.

näytteen n:o *Nr. der Proben*	Vk %	lajitteet, mm — *Kornfraktionen, mm* 2.0—0.5	0.5—0.2	0.2—0.05	0.05—0.02	0.02—0.002	<0.002	sedimentin putouskorkeus *Fallhöhe des Sediments* cm
		%						
		karkea hietamaa — *grober Lehmboden*						
985, 10	6.6	5.1	5.6	72.5	8.0	5.0	3.8	6.5
846, 2	6.7	12.3	20.0	48.6	10.2	6.4	2.5	5.2
1015, 2	6.8	13.7	26.6	35.4	13.0	8.5	2.8	3.8
» ,3	6.8	13.6	27.4	36.4	12.5	7.3	2.8	3.8
848, 7	6.8	1.2	7.4	74.0	9.2	5.7	2.5	5.5
1364, 4	6.8	1.2	6.2	66.4	17.9	7.8	0.5	6.0
1015, 1	6.9	13.3	27.1	34.7	12.1	9.9	2.9	5.0
846, 3	7.0	18.4	18.4	41.3	10.5	7.5	3.9	4.8
1267, 1	7.1	19.4	15.0	48.8	7.3	7.2	2.3	3.8
1059, 9	7.0	5.0	5.7	58.0	19.6	10.0	1.7	5.2
		hieno hietamaa — *feiner Lehmboden*						
1270, 3	12.2	0.9	1.8	66.2	14.3	12.5	4.3	3.2
1044, 6	12.3	10.6	20.1	30.6	11.9	17.0	10.3	2.5
983, 6	12.3	13.4	9.3	36.1	17.5	13.7	10.0	3.0
991, 5	12.3	5.6	8.0	39.4	20.2	20.3	6.5	2.2
1296, 2	12.5	0.2	1.9	63.0	10.3	12.8	11.8	2.4
1270, 7	12.6	1.9	2.8	58.9	17.6	15.1	3.7	2.6
1045, 9	12.7	1.1	4.8	30.7	37.0	18.5	7.9	2.0
983, 9	12.9	17.2	10.4	37.0	15.5	11.2	11.2	2.0
1115, 2	13.9	11.7	14.2	41.6	12.9	14.2	5.4	2.6
1034, 9	15.5	8.5	14.1	31.7	14.6	24.2	6.9	2.0
		hiesumaa — *Schluffboden*						
1343, 1	21.1	1.5	3.1	12.2	19.5	59.6	4.1	2.2
» ,4	21.4	1.7	3.2	12.9	20.2	57.6	4.4	2.3
1252, 4	21.6	0.2	0.2	17.9	48.0	27.0	6.7	3.8
1343, 3	21.9	2.1	3.5	12.8	20.5	56.6	4.5	2.0
» ,6	22.0	1.5	2.4	11.5	19.2	61.8	3.6	1.4
1035, 4	22.6	0.3	1.6	27.9	22.7	38.0	9.5	1.5
1343, 5	22.7	0.7	1.7	9.6	19.2	63.7	5.1	1.6
1035, 3	22.9	0.9	2.7	31.9	22.9	33.6	8.0	2.0
1313, 9	24.7	0.2	0.2	7.2	38.6	45.3	8.5	1.2
1077, 10	24.8	0.0	0.0	19.9	28.3	50.2	1.6	1.8
		savimaa — *Tonboden*						
1287, 5	21.1	0.7	4.4	38.6	6.3	25.5	24.5	0.4
1062, 8	24.0	7.9	3.9	14.6	5.1	30.4	38.1	0.1
» ,9	27.6	0.8	0.6	11.9	10.7	26.6	49.4	0.3
1396, 10	29.7	1.4	5.9	12.7	4.6	45.0	30.4	0.5
1374, 6	30.5	0.5	1.8	31.5	2.0	12.7	51.5	1.0
1164, 14	31.4	0.3	1.2	36.4	3.0	11.0	48.1	0.4
981, 9	32.7	0.2	0.2	0.0	6.8	42.6	50.2	1.0
1307, 9	33.5	0.2	0.2	13.4	10.7	27.4	48.1	0.5
981, 6	34.0	0.2	0.4	0.9	1.9	29.6	67.0	0.4
» ,3	34.0	1.0	0.9	12.3	11.7	34.4	39.7	0.6

Taulukossa 7 on esitetty muutamien raekokoomuksensa mukaan eri maalajeja edustavien näytteiden Vk, raekokoomus ja

sedimentatiokokeessa saatu putouskorkeus. Kuten tuloksista voi todeta, karkeat hietamaat eroittuvat selvästi hienoista hietamaista, ja savimaat hiesumaista, mutta hienoille hietamaille ja hiesumaille saadut arvot sitävastoin osittain peittävät toisiaan. Vastaavat keskiarvot ovat: karkea hietamaa: 5.0 cm, hieno hietamaa 2.5 cm, hiesumaa 2.0 cm ja savimaa 0.5 cm. Hienojen hietamaiden ja hiesumaiden eroittamiseen toisistaan ei näin ollen riitä vain putouskorkeuden määrääminen, mutta niidenkin luokitus on mahdollista, jos otetaan lisäksi huomioon pohjasedimentin laatu. Kysymyksen ollessa hienosta hietamaasta voidaan todeta, että pohjasedimentissä on melkein kokonaisuudessaan tai suurimmaksi osaksi eroitettavissa paljain silmin nähtäviä hienoja maarakeita, kun taas hiesumaan sedimentti on — mahdollisesti muutaman mm paksuista karkeampaa pohjakerrosta lukuun ottamatta — täysin homogenista, »vellimäistä» massaa. Huomattava myöskin on, että lietteen laskeuduttua pitemmän aikaa hienon hietamaan sedimentin korkeus yleensä on vähän suurempi maapatsaan alkuperäistä korkeutta (3 cm), mutta hiesumaan sedimentin tilavuus on jokseenkin sama kuin alkuperäisen (liettämättömän) maan.

Edellä mainitut putouskorkeudet kohdistuvat enemmän tai vähemmän edustaviin 1. tyypillisiin tapauksiin. Maan raekokoomus vaihtelee siksi paljon, että — kuten jo huomautettiin — ma alajeja voitaisiin eroitella suuri ja melkeinpä rajaton määrä, ja siten tässäkin selostettua luokitusta käytettäessä aina esiintyy kaikenlaisia välimuotoja, jotka ovat vaikeasti luokitettavissa. Näin on kuitenkin asianlaita yleensä kaikissa tämäntapaisissa luokituksissa. Tehtyjen kokeiden mukaan vastaavat eri maalajeja suunnilleen seuraavat putouskorkeudet:

karkea hietamaa	..	**3.5+> cm**
hieno »	..	**2.0—3.5** »
hiesumaa	..	**1.2—2.5** »
savimaa	..	**< 1.2** »

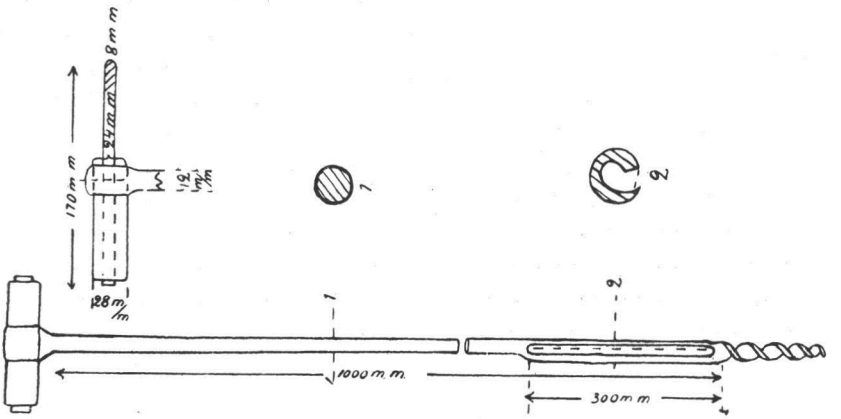
Mikäli esim. savimaita halutaan eroittaa useampia lajeja, voidaan silloinkin käyttää apuna sedimentatiokoetta, mutta yleensä on kuitenkin turvauduttava laboratoriometodeihin. Savimaissa on sitäpaitsi usein rakenteellisia ja muita käytännöllisestikin tärkeitä vaihteluita (urpasavi, lustosavi y. m.), ja hienousaste yksinään ei siten aina ole riittävä luokitusperuste.

4. Maanäytteiden otto.

Maastosuhteista sekä tutkittavan maakuvion suuruudesta ja yleisestä geologisesta luonteesta riippuu, miten monessa kohdassa maata on tutkittava. Lisäksi on aina luokituksen tarkoituksen mukaan toisissa tapauksissa hankittava maasta muutenkin perusteellisempi selvitys kuin toisissa.

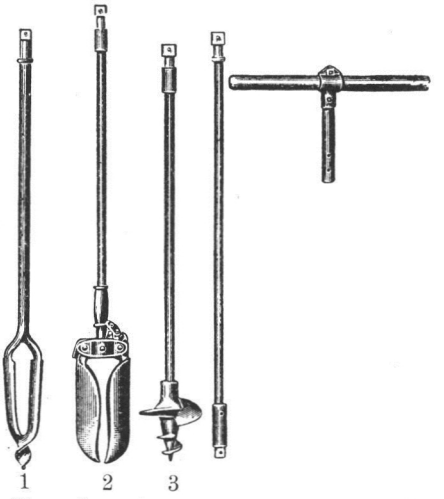
Tavallista maalajin määräystä varten esim. hyvyysluokituksissa kaivetaan yleensä n. 50 cm syvyinen kuoppa ja maalajin arviointiin käytetään sen pohjasta otettua näytettä. Syystä, että varsinkin lajittuneissa maissa karkeammat ja hienommat kerrokset vaihtelevat, ja koska on todettu, että esim. vielä 1 ½—2 metrinkin paksuisen hiekkakerroksen alla oleva hienompi maa voi vaikuttaa maan viljavuuteen, olisi tarkemmissa kasvupaikkatutkimuksissa kunkin kerroksen laatu arvioitava erikseen ja tutkimus ulotettava ainakin n. 1 ½ m syvyyteen.

Ellei maa ole kivistä, voidaan näytteiden ottoon käyttää maaporaa, joita on käytännössä monia eri malleja (keppiporia, sylinteriporia, lautas- ja lusikkaporia). Tavallisiin kentällä suoritettaviin luokituksiin soveltunee esim. Salmisen suosittelema pora, jota esittää kuva 7.



Kuva 7. Maapora. (Salmisen piirros).
Abb. 7. Erdbohrer (nach Salminen).

Maantutkimusosastollamme ei ole toistaiseksi omia kokemuksia tämän poran käytöstä. Salmisen maininnan mukaan (»Maa»-lehdessä) »pora on valmistettu 12 mm raudasta. Kädensija on puusta, jonka sisässä on rautavahviste. Poran tärkein osa on 30 cm pitkä rako poran alaosassa. Se on rakennettu siten, että raon toinen reuna on vedetty hieman ulos niinkuin poikkileikkauksesta näkyy. Kun nyt poraa maahan painettaessa kierretään oikeaan käteen, painaa ulos vedetty raon reuna maata poispäin, joten rako todella pysyy maasta tyhjänä, jos maa vain luonnostaan on niin paljon koossa pysyvää, että siihen kaivetun reiän seinämät pysyvät vierimättä. Kun pora on painunut tarpeelliseen syvyyteen, käännetään sitä vasempaan. Silloin täyttyy rako ja näyte saadaan juuri siitä syvyydestä, mistä haluttiinkin».



Kuva 8. Kolme erimallista maaporaa (1, 2, 3), niihin käytettävä jatkokappale ja vääntötanko (valmistaja »*Nagel-Forstgeräte G. m. b. H.*», Eberswalde, Saksa).

Abb. 8. Drei Erdbohrer von verschiedenem Modell (1, 2, 3) mit Verlängerungsstange u. Wechselgriff (»Nagel-Forstgeräte G. m. b. H.», Eberswalde, Deutschland).

Kuvan 8 esittämistä kolmesta poramallista on 1 ja 3 tarkoitettu käytettäviksi kivisissä maissa, 2 vähemmän kivisissä. Viimeksi mainittua mallia on hyvällä menestyksellä käytetty maantutkimusosastomme töissä. Se soveltuu tavallisille, jonkin verran kivisillekin metsämaille ja ottaa halutusta syvyydestä n. 1 dl suuruisen näytteen. Olemme myöskin kokeilleet Mitscherlichin ja Beutelspacherin (1936) suosittelemalla poralla, mutta se soveltuu vain kivettömiin maihin (jo muutama n. ½ cm läpimittainen kivi estää poran painumisen maahan), ja poralla saadun näytteen tilavuus on vain 100 ml. Karkeassa, kuivahkossa maassa on tällä poralla nostettua näytettä vaikeaa saada porasta otetuksi (kvantitativisesti) talteen, mutta se etu poralla on, että näytettä saadaan tarkalleen määrätty tilavuus sellaisesta maasta, jolle poraa yleensä voidaan käyttää.

Kirjallisuusluettelo

Aaltonen, V. T., 1935. Zur Stratigraphie des Podsolprofils. I. (Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. I). Metsätiet. tutkimuslait. julk. 20, 6.

—»— 1939. Zur Stratigraphie des Podsolprofils. II. (Selostus: Valaisua posolimaan kerrallisuuteen. II). Metsätiet. tutkimuslait. julk. 27, 4.

—»— 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Porvoo—Helsinki.

—»— 1941 a. Zur Stratigraphie des Podsolprofils. III. (Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. III). Metsätiet. tutkimuslait. julk. 29,7.

—»— 1941 b. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. (Referat: Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung). Metsätiet. tutkimuslait. julk. 29,5.

Aarnio, B., 1938. Moreenin mekaaninen kokoomus Suomessa. (Referat: Die mechanische Zusammensetzung der Moräne in Finnland). Maatalouskoelait. maatutkimusos., Agrogeol. julk. 45.

Beskow, Gunnar, 1935. Tjälbildningen och tjällyftningen. (Summary: Soil Freezing and Frost Heaving). Sveriges Geol. Undersökn. Ser. C., Avhandl. och uppsats., n:o 375. Årsbok 26 (1932), n:o 3.

Bouyoucos, George, 1929. A new, simple, and rapid method for determining the moisture equivalent of soils, and the role of soil colloids on this moisture equivalent. Soil Science 27, s. 233—41.

Ekström, Gunnar, 1927. Klassifikation av svenska åkerjordar. Sveriges Geol. Undersökn., Ser. C., Avhandl. och uppsats. n:o 345. Årsbok 20 (1926), n:o 6.

Granlund, Erik ja Wennerholm, Sten, 1935. Sambandet mellan moräntyper samt bestånd- och skogstyper i Västerbottens lappmarker. Sveriges Geol. Undersökn., Ser. C., Avhandl. och uppsats, n:o 384. Årsbok 28 (1934), n:o 4.

Ilvessalo, Yrjö, 1933. Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. (Summary: Occurence of forest types on the different soils). Metsätiet. tutkimuslait. julk. 18, 5.

—»— 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. Helsinki.

Kalela, Erkki K., 1939. Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. (Referat: Ueber den Zuwachs der herrschenden Kiefern und Fichten auf Pyrolatyp). Metsätiet. tutkimuslait. julk. 27, 6.

Kivinen, Erkki, 1941. Tutkimuksia vaara-alueiden moreenimaiden ominaisuuksista. (Referat: Über die Eigenschaften der Moränenböden in den ostfinnishen Vaara-Gebieten). Maatalouskoel. maatutkimusos., Agrogeol. julk. 51.

Mitscherlich, E. A. ja Beutelspacher, H., 1936. Ein Bohrgerät zur volumetrischen Entnahme von Bodenproben aus beliebiger Tiefe. Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. 44, s. 310—5.

Tamm, Olof, 1922. Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden. Meddel. från Stat. Skogsförsöksanst. 19, 4, s. 385—404.

—»— 1934. En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. (Referat: Eine Schnellmethode für mineralogische Bodenuntersuchung). Svenska Skogsvårdsför. Tidskr., s. 231—48.

Über die Klassifizierung der Bodenarten

Zusammenfassung

In der vorliegenden Abhandlung werden eingangs die in den nordischen Ländern benutzten Klassifizierungssysteme der Bodenarten und die für die Bestimmung der Bodenart geeigneten Methoden sowie einige vom Standpunkt der Bodennutzung wichtige physikalische und chemische Eigenschaften der Bodenarten beschrieben.

In Verfassers Untersuchungen, die die Auswaschung des Bodens in Finnland betroffen haben (A a l t o n e n 1935, 1939, 1941 a), ist an den entnommenen Bodenproben auch eine mechanische Analyse angestellt und die Wasserkapazität bzw. das Feuchtigkeitsäquivalent (Bezeichnung Vk) nach der von B o u y o u c o s (1929) empfohlenen Schnellmethode bestimmt worden. Von dem so gewonnenen reichlichen Material ist in Tabelle 3 (S. 28) ein Teil dargestellt, d. h. solche Proben, deren Humusgehalt so klein ist, dass er wenigstens nicht nennenswert auf die Vk-Werte einwirkt. Wie aus dem dargestellten Material und insbesondere aus den Tabellen 3 und 4 sowie aus dem entsprechenden Diagramm, Abb. 4, festgestellt werden kann, herrscht zwischen den Vk-Werten und den Ergebnissen der mechanischen Analyse im grossen ganzen eine deutliche Korrelation, und die in Frage stehende Bestimmung des Feuchtigkeitsäquivalents kann daher als ein Mittel bei der Klassifizierung der Bodenarten benutzt werden.

Da die zur Bestimmung der Bodenarten benutzten gewöhnlichen Feldmethoden grob und verhältnismässig unzuverlässig sind, hätte man zu versuchen, eine einfache und schnelle Methode zu entwickeln, die wenigstens für gewöhnliche Zwecke der Praxis besser brauchbare Ergebnisse lieferte. Auf S. 32—6 wird eine in diesem Zusammenhang ausgebildete Methode beschrieben, bei der die Stein- und Kiesböden durch augenscheinliche Beurteilung, die Sandböden durch Sieben und die feineren Böden durch einen Sedimentationsversuch geschieden werden. Das Schlämmen erfolgt in einem Reagenzglas (15 mm × 13 cm), in das man eine 3 cm hohe Bodenschicht (< 2 mm) legt und so viel 20 %iges NaCl hinzufügt, dass die Höhe der Suspension 10 cm beträgt. Das Reagenzglas wird (mit der Hand) eine Minute geschüttelt, und als Mass des Feinheitsgrades des Bodens dient die Strecke, um die sich die Suspension in drei Minuten absetzt. Bei feinem Lehmboden und bei Schluffboden ist ausserdem der ungefähre Grobheitsgrad des am Boden abgesetzten Sediments in Betracht zu ziehen: im grössten Teil des Sediments von Lehmboden können mit blossem Auge einzelne Körner unterschieden werden, aber das Sediment von Schluffboden ist eine homogene Masse, abgesehen von einer etwaigen, einige mm dicken gröberen untersten Schicht. In Tabelle 7 (S. 35)

sind die Fallhöhen für einige die verschiedenen Bodenarten vertretende Proben dargestellt. Nach den Versuchen entsprechen den verschiedenen Bodenarten ungefähr folgende Fallhöhen:

grober Lehmboden	3.5 + > cm
feiner »	2.0—3.5 »
Schluffboden	1.2—2.5 »
Tonboden	< 1.2 »

Verändert sich die Dispersität des Bodens, so verändert sich auch seine chemische Zusammensetzung. In diesem Zusammenhang ist für alle untersuchten Proben auch das in 10 %igem HCl lösliche Ca bestimmt und über einige Proben ist ausserdem eine Bauschanalyse angestellt worden. Wie aus der auf S. 17 wiedergegebenen Zusammenstellung hervorgeht, wächst mit zunehmendem Vk auch die Menge von Ca. Die Resultate der Bauschanalysen in Tabelle 1 sind nach der wachsenden (in HCl aufgelösten) Ca-Menge aufgeführt, und aus der Tabelle sowie der mit ihr verbundenen Zusammenstellung (S. 18 oben), die jedesmal die Mittelwerte von 5 aufeinanderfolgenden Proben darstellt, geht hervor, dass mit zunehmender Kalkmenge (also auch mit steigendem Vk) die SiO_2-Menge der Bauschanalyse abnimmt, aber die Mengen der Sesquioxyde sowie der Erdalkalien wachsen.

ZUR STRATIGRAPHIE DES PODSOLPROFILS

BESONDERS VOM STANDPUNKT DER BODENFRUCHTBARKEIT

III

V. T. AALTONEN

SELOSTUS: VALAISUA PODSOLIMAAN KERRALLISUUTEEN
SILMÄLLÄPITÄEN VARSINKIN MAAN VILJAVUUTTA

III

HELSINKI 1941

Helsinki 1941. Valtioneuvoston kirjapaino.

Inhalt

S.

III. Die feuchten Heidewälder 5
1. Untersuchte Stellen und Forschungsmethoden 5
Untersuchungsmaterial 5
Analysenmethoden 16
2. Kolloidkomplex 19
3. Kalk, austauschfähige Basen, Mineralindex und Elektrolytgehalt 26
4. Reaktion 32
5. Überblick über die Ergebnisse 37

Zusammenfassung für Referate 41
Literaturverzeichnis 42

Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen silmälläpitäen varsinkin maan viljavuutta. III. 44

III. Die feuchten Heidewälder.

1. Untersuchte Stellen und Forschungsmethoden.

Untersuchungsmaterial

Die in Frage stehenden Untersuchungen bilden in der Reihenfolge den dritten Teil einer vor etwa 10 Jahren begonnenen Forschungsarbeit, deren Zweck es ist, die Bodenbildung in Finnland aufzuklären. Wie in den Veröffentlichungen (Aaltonen 1935 und 1939) über die zwei vorhergehenden Teile der Arbeit bereits angeführt, verteilen sich die Untersuchungen folgendermassen auf 24 Bodengruppen:

Gebiet	trockene	frische	feuchte	Hainwälder
	Heidewälder			
Lappland	alter Boden	alter Boden	alter Boden	alter Boden
Nordfinnland	junger Boden alter »	junger Boden alter »	junger Boden alter »	junger Boden alter »
Südfinnland	junger Boden alter »	junger Boden alter »	junger Boden alter »	junger Boden alter »
Ausland	junger Boden alter »	— alter Boden	— —	— alter Boden

Ein Teil dieser Gruppen ist ferner nach der Bodenart oder dem Auswaschungsgrad in Untergruppen eingeteilt (Teil II umfasste 13 Gruppen).

Die allgemeinen Voraussetzungen der Bodenbildung in Finnland wie auch sonstige einschlägige Untersuchungen sind in den früheren Veröffentlichungen besprochen worden, so dass auf sie in diesem Zusammenhang nicht mehr eingegangen wird. Auch bei der Beschaffung und Behandlung des Untersuchungsmaterials sind bei dem nunmehr in Frage stehenden Teil der Arbeit hauptsächlich dieselben Verfahrensweisen wie zuvor befolgt worden.

Das Material umfasst insgesamt 108 eingehend untersuchte Bodenprofile, und ihnen sind für Laboratoriumsuntersuchungen 1 193 Bodenproben entnommen worden. Über die untersuchten Stellen, die in Tabelle 1 angeführt sind, ist eine kurze Allgemeindarstellung in Form einer Tabelle auf S. 8—15 gegeben.

Die nunmehr von den Untersuchungen betroffenen feuchten Heidewälder sind vorwiegend in ihren Feuchtigkeitsverhältnissen weit abwechslungsreicher als die früher behandelten trockenen und frischen Heidewälder gewesen. Während in den Untersuchungen über die letztgenannten Wälder die überall mehr oder weniger gleichartig auftretenden, gewissen Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens entsprechenden Waldtypen als Grundlage benutzt werden konnten, ist es bei den feuchten Heidewäldern oft schwer gewesen, auf Grund der Vegetation zu schliessen, wie beschaffen der jeweils in Frage stehende Boden seinen Feuchtigkeitsverhältnissen nach gewesen ist. Die untersuchten Stellen haben bald ein Vermoorungsstadium irgendeines bekannten Waldtypus, bald eine Zwischenform von Heide- und von Torfboden vertreten, und ein Teil hat geringmächtige Torfböden umfasst. Aus diesen Gründen hat das Material z. B. nach der Bodenart nicht immer in gleicher Weise wie bei den trockenen und den frischen Heidewäldern gruppiert werden können. Auch haben in diesem Zusammenhang nicht wie früher junge und alte Böden miteinander verglichen werden können, da keine Gewissheit darüber besteht, dass die zu vergleichenden Böden sich nur dem Alter nach voneinander unterschieden. Ebensowenig kommt einer

Tab. 1. Bodengruppen und Profilnummern.
Taul. 1. Maaryhmät ja profilien numerot.

Gruppe — *ryhmä*									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
Lappland *Lappi*	junger Boden *nuori maa*		alter Boden *vanha maa*		junger Boden *nuori maa*		alter Boden *vanha maa*		
	a	b	a	b	a	b	a	b	c
	Profilnummern — *Profilien numerot*								
848	894	891	833	1339	1296	1313	990	1319	1164
1049	1027	1002	1012	1340	1299	1382	992	1374	1165
1431	1267	1003	1014	1341	1314	1384	1366	1376	1320
1432	1358	1022	1221	1344	1390	1386	1397	1378	1324
	1360	1024	1225	1345			1400	1395	1375
		1087	1342	1346				1396	
		1269	1348	1426				1398	
		1361							
		1364							

regionalen Gruppierung des Materials nun dieselbe Bedeutung wie bei den früheren Untersuchungen zu. Zur Erleichterung der Übersicht ist ein Teil des Materials jedoch auch diesmal auf die in Tabelle 1 dargestellte Weise in Gruppen eingeteilt worden. In jede Gruppe sind einige Profile gewählt worden, die hinsichtlich ihres Podsolisationsgrades den Hauptzügen nach gleichartig sind und die, soweit es möglich ist, auch in ihrer Bodenart zum mindesten nicht in hohem Masse voneinander abweichen. Jede Gruppe (nebst ihren Untergruppen a, b, c) vertritt mehr oder weniger ihren eigenen Typus, doch ist die dargestellte Klassifizierung nicht so aufzufassen, dass die untersuchten Böden in allgemeinen in die hier auseinandergehaltenen Typen einzuteilen wären. Eine allgemeine Typeneinteilung setzte ein weit umfangreicheres Material voraus, als in diesem Zusammenhang hat in Frage kommen können.

Von den Umständen, durch welche die angestellten Untersuchungen erschwert worden sind, ist insbesondere anzuführen, dass in den feuchten Heidewäldern der Boden sich oft als in seiner Kornverteilung mehr oder weniger unhomogen erwiesen hat. Schon ein 50—60 cm starker Oberflächenteil kann bisweilen mehrere gröbere und feinere Schichten enthalten, und viele untersuchte Profile vertreten aus diesem Grunde keinen normalen Bodentyp. Die Vermoorung des Bodens setzt voraus, dass er schwer Wasser durchlässt. Wenn der Boden nicht genügend feinkörnig ist, wie der Tonboden, muss unter dem gröberen Oberflächenboden feinerer, schwach wasserdurchlässiger Boden liegen. Da feiner Boden seinerseits im allgemeinen nur schwach ausgewaschen ist und solche groben Böden, in denen unter homogenem Oberflächenboden in geeigneter Tiefe feinerer Boden vorkommt, verhältnismässig wenig auftreten, hat es sich im allgemeinen als schwer erwiesen, für die angestellten Untersuchungen völlig geeignete Böden aufzufinden. Besonders für Südfinnland ist deswegen das Material in manchen Hinsichten unvollständig geblieben.

Hinsichtlich der Beschaffenheit des Materials ist noch anzuführen, dass die untersuchten Profile nur in Ausnahmefällen zu den sog. Grundwasserböden gehören, in denen infolge des hochstehenden Grundwassers die Auswaschung verhindert ist. Im allgemeinen ist versucht worden, die Untersuchungen auf die Humuspodsolböden zu konzentrieren, doch umfasst das Material in reichlichem Masse auch andere Bodentypen vertretende Fälle. Im allgemeinen ist nur in Sandböden und sandigen Moränenböden typischer Humuspodsol anzutreffen. (Unter Humuspodsol ist hier ein Podsoltypus zu verstehen, in dem der Humusgehalt des B-Horizonts grösser als der des unteren Teils des A-Horizonts ist).

Tab. 2. Untersuchte Stellen.

Nr.	Ort	Vegetation	Bodenart	Bodentyp
		Lappland		
848	Petsamo, Höyhenjärvi	Lichter, junger, schwach vermoorter Birkenbestand, darunter Kiefer. Reichlich *Empetrum*, *Vacc. vitis idaea* und *Vacc. Myrtillus*, etwas *Ledum* und *Cladina*.	Sandiger Moränenboden, Moorrand	Humusschicht = 5—6 cm; A = 4—5 cm, deutlich; B = 25—30 cm, rötlich, fleckig.
1049	Inari, Ivalo	Lichter, vermoorter Birkenbestand, reichlich *Ledum* und *Vacc. uliginosum*.	Sandboden.	Humusschicht = 15—20 cm Torf; A = 15—20 cm, grau; B = 20—30 cm, schmutzig braun.
1431	Petsamo, Kuvernöörinkoski	Lichter, vermoorter Kiefernbestand, darunter Birke. Reichlich *Polytrichum comm.* und *Vacc. vitis idaea*, etwas *Ledum*.	Sandboden.	Humusschicht = 6—7 cm Torf; A = 10—12 cm, etwas rötlich; B = 35—40 cm, teilweise Ortstein.
1432	Inari, Törmänen	Lichter, vermoorter, junger Kiefernbestand. Reichlich *Empetrum*, *Ledum* und *Betula nana*.	Sandiger Moränenboden.	Humusschicht = 10—20 cm Torf, A = 8—10 cm; B = ca. 50 cm, oberer Teil (30 cm) dunkel.
		N-Finnland, junger Boden		
891	Nähe der Stadt Kemi	Vermoorter *Myrtillus*-Typus, unbewaldete Stelle, Zone zwischen Heide- und Bruchwald.	Steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 6—8 cm Torf; A = 15 cm, hell; B = 35 cm, braun, fleckig, teilweise Ortstein.
894	Nahe der Station Olhava ..	Fichten-Birken-Mischbestand von vermoortem *Vaccinium*-Typ.	Feinsandiger Moränenboden, Grundwasser 50 cm tief.	Humusschicht = 8—10 cm Torf; A = 4 cm, hell; B = 40 cm, dunkel, rötliche Flecken.
1002	Haukipudas	Fichtenbestand vom *Myrtillus*-Typ. Verhältnismässig reichlich *Sphagna*.	Lehmiger Moränenboden.	Humusschicht = 8 cm Torf; A = 20 cm, hell; B = 30 cm, rötlich, fleckig.
1003	Kirchdorf Ii—Pudasjärvi 5 km	Lichter Kiefern-Fichten-Mischbestand vom *Vaccinium*-Typ. *Ledum* verhältnismässig reichlich.	Sandboden, Grundwasser 65 cm tief.	Humusschicht mit Grabenaushub bedeckt; A = 10 cm, hell; B = 30 cm, dunkel, stellenweise hart.

Nr.	Ort	Vegetation	Bodenart	Bodentyp
1022	Lumijoki	Kiefernbestand mittleren Alters von vermoortem *Myrtillus*-Typ. Reichlich *Polytrichum comm.*	Feiner Sandboden.	Humusschicht = 6 cm; das ganze Profil hell, hier und da rötliche Flecken.
1024	Alavieska	Fichtenbestand von vermoortem *Vaccinium*-Typ, reichlich *Polytrichum comm.*, *Vacc. vitis idaea.*	Sandiger, steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 8 cm; A = ca. 30 cm, hell; B schwach ausgebildet.
1027	Kirchdorf Ii	Schwach vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 10—12 cm schwarzer Torf; A = 5 cm, hell; B = 20—30 cm, kaffeebraun.
1087	Hailuoto	Junger Birkenbestand, feuchte Wiese.	Sandboden.	Humusschicht undeutlich (Grabenrand); Horizonte kaum feststellbar, rötliche Flecken stellenweise.
1267	Zwischen Tornio und Kemi	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 20—30 cm Torf; Horizonte nicht unterscheidbar (in den Oberflächenteilen braune Flecken).
1269	Nähe der Stadt Kemi	Feuchter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Wie Nr. 1267 (Grundwasser ca. 1 m tief) .	Humusschicht = 6—8 cm; A = 10—15 cm, grau; B = 30 cm, fleckig.
1358	Ylitornio	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Sandboden.	Humusschicht = 15 cm Torf; A = 20 cm, schwach ausgebildet; B undeutlich, schwache rötliche Flecken.
1360	Zwischen Kemi und Tornio	Wie Nr. 1358.	Sandboden.	Humusschicht = 15 cm Torf; A = 10 cm, verhältnismässig deutlich; B = 25 cm, der obere Teil dunkel, verhärtet, im allgemeinen wie Nr. 1360.
1361	Simo	Wie Nr. 1358.	Sandboden.	
1364	Haukipudas	Wie Nr. 1358.	Lehmiger Moränenboden, das Grundwasser 60—70 cm tief.	Humusschicht = 8 cm; A = 10 cm, schwach entwickelt; B = 25 cm, braune Flecken.

Nr.	Ort	Vegetation	Bodenart	Bodentyp
		N-Finnland, alter Boden		
833	Taivalkoski	Vermoorter Kiefern-Fichten-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Lehmiger Moränenboden.	Humusschicht = 5—6 cm; A = 5—10 cm; B = 30 cm, kaffeebraun.
1012	Kirchdorf Kuusamo	Unbewaldeter Weideboden.	Sandboden.	Humusschicht unregelmässig; A = 10 cm; B = 15 cm, braun, teilweise verhärtet.
1014	Lentiira	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ, Reisermoorrand.	Lehmige Moräne.	Humusschicht = 8 cm; A = 10 cm, hell; B = 20 cm, oberer Teil (10 cm) dunkelbraun.
1221	Suomussalmi	Feuchter Fichten-Birken-Mischbestand von *Myrtillus*-Typ.	Lehmiger, steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 6 cm; A = 10—12 cm, hell; B = 30 cm, kaffeebraun.
1225	Posio	Vermoorter Fichten-Kiefern-Mischbestand, Reisermoorrand (reichlich *Ledum* und *Vacc. uliginosum*).	Schluffboden.	Humusschicht = 10—15 cm Torf; A = 10 cm, gräulich; B = 30 cm, der obere Teil (10 cm) fast schwarz.
1339	Hyrynsalmi	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand (reichlich *Vacc. myrtillus* und *uliginosum*, *Sphagna*).	Sandiger Moränenboden.	Humusschicht = 15 cm Torf; A = 25 cm, hell; B = 25 cm, dunkelbraun, oberer Teil verhärtet.
1340	Kirchdorf Suomussalmi ...	Im allgemeinen wie Nr. 1339.	Wie Nr. 1339.	Humusschicht = 20 cm Torf; A = 15 cm, hell; B = ca. 40 cm, Hauptteil ganz schwarz.
1341	Suomussalmi	Im allgemeinen wie Nr. 1339.	Sandiger, steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 20 cm Torf; A = 15—20 cm, grau; B = 20 cm, oberer Teil dunkelbraun.
1342	Posio	Vermoorter Kiefern-Fichten-Birken-Mischwald (reichlich *Ledum*, *Vacc. uliginosum*).	Sandboden.	Humusschicht = 15—20 cm Torf; A = 10 cm, hell; B = 15 cm, schwarz.
1344	Kirchdorf Kuusamo	Vermoorter, lichter Fichtenbestand, Reisermoorrand (reichlich *Betula nana* und *Ledum*).	Feiner Sandboden.	Humusschicht = 15—20 cm Torf; A = 15—20 cm, gräulich; B = 25 cm, schwarz.
1345	Nahe Nr. 1344	Wie Nr. 1344.	Wie Nr. 1344.	Humusschicht = 20—25 Torf; deutliche Horizonte nicht unterscheidbar.

Nr.	Ort	Vegetation	Bodenart	Bodentyp
1346	Kuusamo, Käylä	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand (etwas *Sphagna, Equisetum, Rubus chamaem.).*	Lehmiger, steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 10—20 cm Torf; A = 20—25 cm, grau; B = 20 cm, oberer Teil (10 cm) dunkelbraun.
1348	Salla	Vermoorter, mit Birke gemischter, lichter Kiefernbestand (reichlich *Betula nana, Ledum, Vacc. uliginosum).*	Sandiger Moränenboden, Grundwasser 50—60 cm tief.	Humusschicht = 15—20 cm Torf; A = 10 cm, gräulich; B = ca. 30 cm, dunkelbraun.
1426	Kuusamo, Käylä	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Empetrum-Myrtillus*-Typ (reichlich *Ledum).*	Sandiger Moränenboden.	Humusschicht = 15 cm Torf; A = ca. 30 cm, grau; B = 25—30 cm, schwach gefärbt.
		S-Finnland, junger Boden		
1296	Nähe von Tammisaari ...	Vermoorter Fichtenbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Lehmiger Moränenboden, das Grundwasser ca. 60 cm tief.	Humusschicht = 25 cm Torf; Horizonte nicht unterscheidbar.
1299	Raisio	Wie Nr. 1296.	Sandboden, Grundwasser ca. 60 cm tief.	Humusschicht = 8 cm Torf, A = 15—20 cm (undeutlich); B = einige rötliche Flecken.
1313	Pori, Pihlava	Wie Nr. 1296.	Sandboden, darunter Tonboden; Grundwasser 60 cm tief.	Humusschicht = 10 cm Torf; Profil hell, in reichlicher Menge rötliche Flecken, keine Horizonte.
1314	Nähe der Stadt Pori	Vermoorter Kiefernbestand vom *Vaccinium*-Typ.	Sandboden.	Humusschicht = 15—20 cm Torf; A = undeutlich (ca. 10 cm); B schwach gefärbt.
1382	Pohjankuru	Vermoorter Fichten-Kiefern-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Feiner Sandboden, weiter unten Schluffboden, Grundwasser 60—70 cm tief.	Humusschicht = 16 cm Torf; hier und da schwache rötliche Flekken, keine Horizonte.
1384	Nähe des Fleckens Salo ..	Wie Nr. 1382.	Sandboden, Grundwasser ca. 60 cm tief.	Humusschicht = 9 cm Torf; A = 10—15 cm, deutlich; B = 30—40 cm.
1386	Angelniemi	Feuchter Fichtenbestand vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ.	Schluffboden.	Humusschicht = 6—8 cm; keine Horizonte (schwache rötliche Flecken).

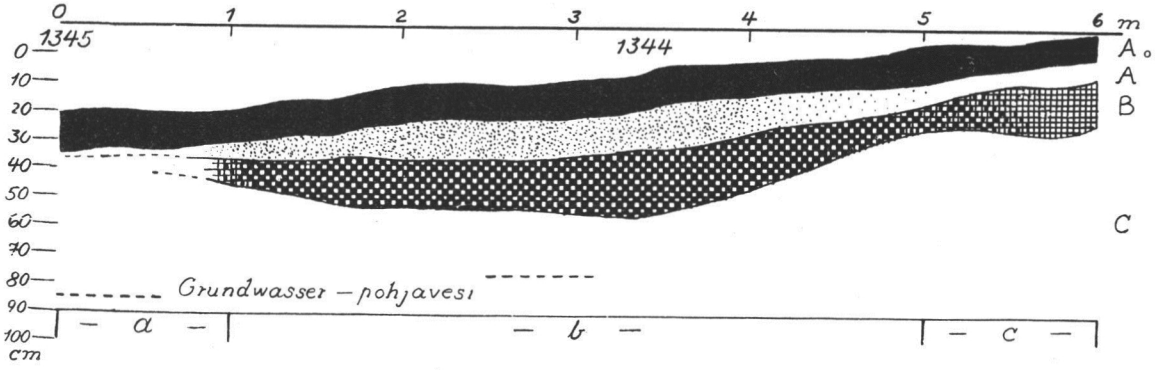


Abb. 1. Ein 6 m langes Profil von einer Stelle, an der der Standort aus sumpfigen Torfboden in den Mineralboden des Heidewaldes übergeht. a = Grundwasserboden, b = Humuspodsol, c = Eisenpodsol. 1344 und 1345 = Nummern der analysierten Profile.

Kuva 1. 6 m:n pituinen profili paikasta, jossa kasvupaikka muuttuu vetisestä turvemaasta tuoreen kangasmetsän kivennäismaaksi. a = pohjavesimaa, b = humuspodsoli, c = rautapodsoli. 1344 ja 1345 = analysoitujen profilien numerot.

Nr.	Ort	Vegetation	Bodenart	Bodentyp
1390	Köyliö	Feuchter Kiefern-Fichten-Mischbestand (Moorrand).	Lehmiger Moränenboden; in grösserer Tiefe sandig.	Humusschicht = 10 cm, A = 10—15 cm, ziemlich hell; B schwach sichtbar (kleine rötliche Flecken hier und da).
		S-Finnland, alter Boden		
990	Särkisalmi	Vermoorter Birkenbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Lehmiger Moränenboden, Grundwasser 60—70 cm tief.	Humusschicht = 5 cm; A undeutlich; B = ca. 25 cm, schwach entwickelt.
992	Vuoksenniska	Feuchte Stelle im Kiefernbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Wie Nr. 990.	Humusschicht = 8 cm; Horizonte kaum erkennbar.
1164	Tuusula, Versuchsrevier von Ruotsinkylä	Vermoorter Birkenbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Sandboden; in ca. 80 cm Tiefe Tonschicht.	Humusschicht = 15 cm Torf; A = 15 cm, grau; B = ca. 50 cm, oberer Teil (15 cm) dunkelbraun.
1165	Wie Nr. 1164	Wie Nr. 1164.	Sandboden.	Humusschicht = 15 cm Torf; A = 25—30 cm, hell; B = ca. 100 cm, oberer Teil (60 cm) schwarz, verhärtet.
1319	Kiikka	Vermoorter Fichten-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Sandiger Moränenboden, darunter Tonboden.	Humusschicht = 10 cm Torf; A = undeutlich; B = 20—25 cm, kaffeebraun.
1320	Karkku	Wie Nr. 1319.	Sandiger, steiniger Moränenboden.	Humusschicht = 10 cm Torf; A = 15 cm, grau; B = 30 cm, dunkelbraun.
1324	Vihti, Torhola	Vermoorter Fichtenbestand vom *Myrtillus*-Typ (reichlich *Sphagna*).	Sandiger Moränenboden, Grundwasser ca. 50 cm tief.	Humusschicht = 10—12 cm Torf; A = ca. 20 cm, hell; B undeutlich.
1366	Kauniainen—Espoo	Vermoorter Fichtenbestand, reichlich *Polytrichum comm.* und *Sphagna*, am Moorrand.	Lehmiger Moränenboden, tiefer tonig.	Humusschicht = 20—25 cm Torf; Horizonte können nicht unterschieden werden.
1374	Kuusjoki	Stufe zwischen Reisermoor und Heide; reichlich *Polytricha*, *Vacc. myrtillus* und *Calluna*.	Sandboden, darunter Tonboden.	Humusschicht = 15 cm Torf; Horizonte nicht erkennbar.

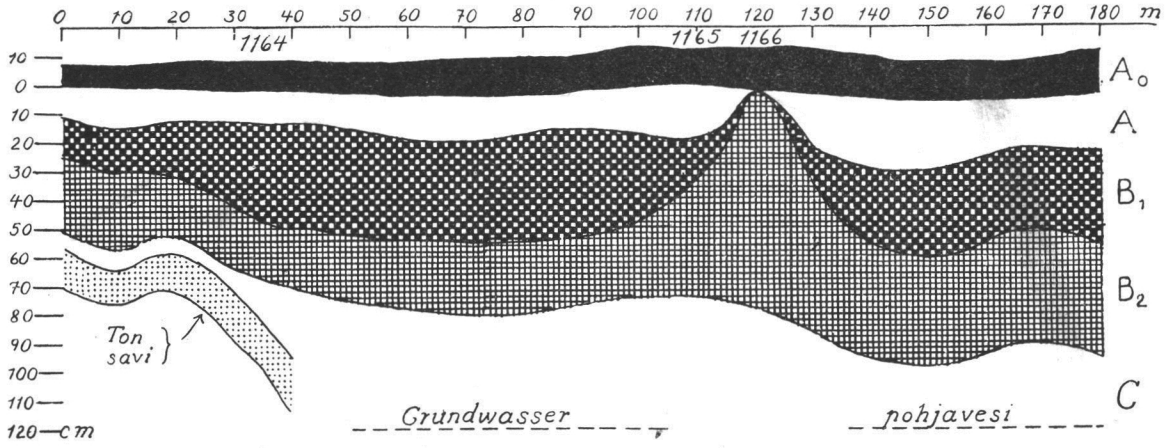


Abb. 2. Ein 180 m langes Humuspodsolprofil, in dem in Abständen von 10 m die Stärke der Horizonte gemessen worden ist. Die Nummern 1164, 1165 und 1166 bedeuten eingehend analysierte Profile. Eine besondere Ursache zum Fehlen des A-Horizontes in Profil 1166 hat nicht festgestellt werden können (das Grundwasser ist jedoch bei diesem Profil in 120 cm Tiefe noch nicht zum Vorschein gekommen). Die Bodenoberfläche fällt etwas stärker als in der Zeichnung nach rechts (0→180 m) ab.

Kuva 2. 180 m:n pituinen humuspodsoliprofili, jossa on mitattu horisonttien paksuus joka 10 m:n päässä. N:ot 1164, 1165 ja 1166 tarkoittavat yksityiskohtaisesti analysoituja profileja; mitään erikoista syytä A-horisontin puuttumiseen profilissa 1166 ei voitu todeta (pohjavesi ei kuitenkaan tullut tämän profilin kohdalla näkyviin vielä 120 cm:n syvyydessä). Maan pinta kallistuu oikealle (0→180) m) hieman enemmän kuin piirroksessa.

Nr.	Ort	Vegetation	Bodenart	Bodentyp
1375	Somero—Jokioinen	Vermoorter Fichtenbestand vom *Myrtillus*-Typ, reichlich *Polytrichum comm.*	Sandiger Moränenboden, weiter unten tonig.	Humusschicht = 10 cm Torf; A undeutlich (15—20 cm); B schwach entwickelt (30—40 cm).
1376	Lammi	Vermoorter Mischbestand vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ, reichlich *Sphagna.*	Toniger Moränenboden.	Humusschicht = 20 cm Torf; Horizonte nicht erkennbar.
1378	Orimattila	Vermoorter Kiefern-Birken-Mischbestand vom *Myrtillus*-Typ.	Sandiger Moränenboden, darunter Tonboden.	Humusschicht = 8 cm; Horizonte nicht erkennbar.
1395	Station Korkeakoski	Vermoorter Fichtenbestand vom *Myrtillus*-Typ, reichlich *Polytrichum comm.*	Schluffboden, darunter Tonboden.	Humusschicht = 8—10 cm Torf; A = 12—15 cm, deutlich; B = 15—20 cm, dunkelbraun.
1396	Kangasala	Feuchter Fichtenbestand vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ.	Schluffboden.	Humusschicht = 8—10 cm; Horizonte nicht erkennbar.
1397	Pälkäne	Feuchter Fichtenbestand vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ, reichlich *Polytrichum comm.*	Lehmiger Moränenboden.	Humusschicht = 6—8 cm; Horizonte nicht erkennbar.
1398	Hauho	Im. allgemeinen wie Nr. 1397.	Lehmiger Moränenboden, darunter Tonboden.	Humusschicht = 5—6 cm; keine Horizonte.
1400	Hyvinkää	Feuchter Mischbestand vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ.	Schluffiger Moränenboden.	Humusschicht = 5 cm; Horizonte nicht erkennbar.

Analysenmethoden

Über die entnommenen Bodenproben sind folgende Bestimmungen ausgeführt worden:

Kieselsäure, Aluminium und Eisen des anorganischen Kolloidkomplexes,

Humus (organ. C),

Kalk (löslich in 10 % HCl),

austauschbare Basen,

Mineralzusammensetzung,

Elektrolytgehalt (elektrisches Leitvermögen),

pH in Wasser, 1.0 n KCl, 0.01 n Na_2SO_4 und 0.1 n Oxalsäure,

Kornverteilung (bzw. mechanische Analyse) und Wasserkapazität (Vk).

Diese Analysen und Bestimmungen sind über ca. 970 Bodenproben angestellt worden. (Den früheren Veröffentlichungen dieser Reihe hat auch das ursprüngliche Analysenmaterial angeschlossen werden können, aber um die Kosten zu beschränken, hat dieses umfassende Material, ca. 40 Seiten, leider jetzt ungedruckt bleiben müssen.)

Die angewendeten Analysenmethoden sind im allgemeinen dieselben wie bei den früheren Untersuchungen gewesen (eine ausführliche Beschreibung in den Veröffentlichungen: Aaltonen 1935 und 1939). Kieselsäure, Aluminium und Eisen sind mit saurer Ammoniumoxalatlösung auf die von Tamm (1922, 1932) vorgeschlagene Weise und Humus unter Anwendung von nasser Verbrennung (zum Vergleich mit org. C ist für einen Teil der Proben auch der Glühverlust festgelegt worden) zur Bestimmung gelangt. Die Bestimmung des Kalkes ist mit 10 %iger Salzsäure, die der austauschfähigen Basen mit dem von Crowther und Basu konstruierten Apparat (nur bei alten Böden) ausgeführt worden. Für die bei den letztgenannten Bestimmungen erhaltenen Dialysate ist in gewissen Fällen auch eine Feststellung des Kaligehaltes (mit dem Schuknecht-Waibelschen Apparat) und bei einem Teil der Proben auch die des Kalkes durch Extrahieren sowohl mit Salzsäure als auch mit NH_4Cl zur Ausführung gekommen. Der Analyse der Mineralzusammensetzung hat die von Tamm vorgeschlagene Schnellmethode gedient, bei der die Mineralien in zwei Gruppen eingeteilt werden, als Grenze das spezifische Gewicht 2.68, und bei der der Anteil der schwereren Mineralien prozentual als sog. Mineralindex angegeben wird. Zur Bestimmung der Wasserkapazität (als Vk bezeichnet) ist die von Bouyoucos empfohlene Schnellmethode und zur Feststellung der Kornverteilung (bzw. für die mechanische Analyse) das

Pipettverfahren benutzt worden (für die Vorbehandlung ist Ammoniak, für das mechanische Dispergieren der Probe der »*Protos*»-Mischer von Siemens zur Anwendung gelangt).

Der Elektrolytgehalt ist bei den früheren Untersuchungen nicht bestimmt worden, und das benutzte Verfahren ist folgendes gewesen:

10.00 g Boden werden in eine 100 ml-Schüttelflasche gewogen und 50 ml frisch destilliertes Wasser zugesetzt. Die Flasche wird mit der Hand (im Verlaufe des Nachmittages) dreimal, mit Zwischenzeiten von 1—2 Stunden jedesmal ½—1 Minute, geschüttelt. Am nächsten Tage (20—22 Stunden nach dem letzten Schütteln) wird bei 18° (mit dem Lyograph nach Wulff u. Kordatzki) die Leitfähigkeit der klaren Suspension bestimmt unter Benutzung eines Widerstandsgefässes, dessen Volumen etwa 10 ml und dessen Kapazität etwa 0.08 beträgt. Zur Berechnung des Elektrolytgehaltes wird der erhaltene Wert der Leitfähigkeit ($\varkappa$ 10^{-6}) mit dem empirischen Faktor 2 ½ multipliziert, wodurch sich der Elektrolytgehalt des Bodens als mg in kg ergibt.

In diesem Zusammenhang braucht kaum erwähnt zu werden, dass bei den die Bodenbildung betreffenden Untersuchungen zur chemischen Charakterisierung des Bodens die verschiedensten Methoden benutzt werden und dass jeder Forscher gewöhnlich seine eigenen Methoden anwendet.

Wie ich bereits früher bemerkt habe, hat bei den nunmehr ausgeführten Untersuchungen der Einfluss der Bodenbildung auf die Fruchtbarkeit des Bodens und nicht die Klärung der theoretischen Grundlagen der Bodenbildung im Vordergrunde gestanden. Das Material hat daher möglichst reichlich sein müssen und seine Behandlung hat soviel Arbeit erfordert, dass u. a. die Zuverlässigkeit und Zweckdienlichkeit der benutzten Methoden in diesem Zusammenhang keiner eingehenden Erforschung hat unterzogen werden können und noch weniger Möglichkeiten zur Ausbildung neuer Analysenverfahren bestanden haben. Als auf der Tagung der II. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Helsinki 1938 die chemische Charakterisierung der Bodenprofile und der Bodentypen zu behandeln war, bemerkte von 'Sigmond (1938) in seinem Referat, dass die meisten Bodenlaboratorien heute wenig Zeit für rein wissenschaftliche Studien hätten, was zu bedauern sei, denn es sei nicht zu vergessen, »dass die Bodenkunde eine selbständige Naturwissenschaft ist, und je mehr neue wisschenschaftliche Erscheinungen erforscht werden, umso häufiger wird auch die Zahl der Möglichkeiten für deren praktische Anwendung». Jeder Bodenkundler mag derselben Ansicht sein wie von 'Sigmond, wenngleich es auf der anderen Seite klar ist, dass die Bodenkunde die heutige »praktische» Wissenschaft bleibt, solange sie im Lehr- und Forschungsplan der Hochschulen einer Stellung entbehrt, wie sie die übrigen ihr vergleichbaren Naturwissenschaften (Botanik, Zoologie, Geologie usw.) besitzen.

Soweit man sich nicht wie Mattson auf den Standpunkt stellt, dass man sich zur Charakterisierung der Bodentypen überhaupt nicht der chemischen Extraktionsmethoden zu bedienen habe, hat

gegenwärtig unter den gewöhnlichen Methoden anscheinend das Extrahieren mit saurer Ammoniumoxalatlösung zum mindesten in den Verhältnissen, um die es sich hier handelt, als am zweckmässigsten zu gelten. Zwar löst sich aus Tonböden und anderen feinkörnigen Böden zweifellos auch etwas dem Verwitterungskomplex nicht zugehöriges Material auf, aber im allgemeinen lässt sich mittels der in Frage stehenden Methode dennoch ein zum mindesten in grossen Zügen zuverlässiges Bild von den im Boden vorgehenden chemischen Wandlungen gewinnen. Das Verfahren ist gewiss auch insofern ziemlich roh, als die verschiedenen Stoffe sich je nach der Reaktion der benutzten Extrahierungsflüssigkeit in verschiedenen Verhältnissen auflösen, anderseits aber würden sich die Analysen recht mühsam gestalten, wenn man sich für die verschiedenen Stoffe verschiedener Extrahierungsmittel bedienen wollte.

Besonders für die Bestimmung der Kieselsäure gilt saure Oxalatlösung als schlecht geeignet, aber nach T a m m (1922, 1932) sind die durch sie erhaltenen Ergebnisse doch praktisch dieselben wie diejenigen, die man z. B. bei der Extraktion mit 3.5 %igem NaOH erhält. Mag. U r p u S o v e r i hat in dieser Hinsicht einige Versuche in unserem Laboratorium angestellt und ist hauptsächlich zu demselben Ergebnis wie T a m m gekommen. Bei den Versuchen wurden je 5 g Boden 65 ml 3 ½ %ige NaOH-Lösung von 65—70° benutzt, und die Lösung wurde 3 Minuten geschüttelt. Derselbe Boden wurde auf gleiche Weise aufs neue extrahiert, und die Versuchsergebnisse waren folgende:

Probennr.	mit Oxalatlösung	mit NaOH-Lösung I. Extrahierung	II. Extrahierung
		SiO_2 %	
1	0.03	0.10	0.20
2	0.75	0.75	0.24
3	0.81	0.78	0.20
4	0.71	0.77	0.20
5	0.67	0.68	0.20
6	0.70	0.73	0.31
7	0.76	0.80	0.26
9	0.55	0.58	0.29

Die erste Extrahierung mit NaOH hat also dasselbe Resultat wie die Extrahierung mit Oxalatlösung gegeben; bei der zweiten Extrahierung hat sich aus den verschiedenen Proben eine fast gleiche, wahrscheinlich von dem unverwitterten Teil ausgegangene Menge aufgelöst. — Im übrigen erwiesen die Parallelbestimmungen mit NaOH, dass auch kleine Veränderungen in der Temperatur der Lö-

sung erheblich auf das Ergebnis einwirkten. Da u. a. die Geschwindigkeit des Filtrierens stark vom Humusgehalt abhängig ist, befindet sich der Boden je nach seinem Humusgehalt in den verschiedenen Fällen verschieden lange Zeit mit der Lösung in Berührung, und die Ergebnisse bleiben daher unsicher. Jedenfalls kann auch aus diesen Versuchen geschlossen werden, dass man mit Oxalatlösung auch die Kieselsäure des Verwitterungskomplexes wenigstens ebenso gut und technisch viel einfacher als mit Alkalilösungen zu extrahieren vermag.

Da für die Schätzung des »Humus»-Gehaltes empfohlen worden ist, die Menge an organischem C mit dem Faktor 1.74 zu multiplizieren, ist in diesem Zusammenhang für einige Profile zur Probe ausser C auch der Glühverlust bestimmt worden. Wie aus den folgenden Zahlen, die das Verhältnis des Glühverlustes zu C darstellen, hervorgeht, wächst die relative Menge des Glühverlustes mit der Tiefe:

Tiefe cm	0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	40—45
S-Finnland a)	2.4	2.6	2.7	3.2	4.2	4.3	4.6	5.6
» b)	2.2	2.2	2.5	2.7	3.1	3.8	4.7	5.3
» c)	1.8	1.6	2.3	3.5	2.7	2.5	2.6	2.9

Auch in grobem Sandboden (Gruppe c), bei dem der Glühverlust ungefähr dem Humusgehalt entsprechen müsste, wächst also seine Menge im Vergleich zum organischen C mit der Tiefe. Die absoluten Werte geben jedoch in diesem Fall von der Verteilung des Humus im Profil in den Hauptzügen dasselbe Bild. Auch diese Versuche zeigen ihrerseits, dass beim gegenseitigen Vergleich der Methoden zur Bestimmung des Humus insbesondere auch der Beschaffenheit des Humus Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

2. Kolloidkomplex.

Die Ergebnisse der Bestimmungen von Kieselsäure, Aluminium und Eisen sowie organischer Kohle sind in Tabelle 3 für die obengenannten Bodengruppen als Mittelwerte berechnet dargestellt. Um eine Auffassung von der Bodenart zu gewinnen, ist in derselben Tabelle ausserdem die Grösse der Korngruppe <0.02 mm und der Wasserkapazität (Vk) angegeben. Wie zu erkennen, sind die jungen Böden von S-Finnland verhältnismässig feinkörnig und die Gruppen a und b der alten Böden schon Tonböden. Im übrigen sind die untersuchten Böden im allgemeinen Sandböden und sandige Moränenböden.

Im Vergleich mit den für die frischen Heidewälder früher erhaltenen Werten geht aus diesem hier zu behandelnden Material nichts prinzipiell Neues hervor. Im allgemeinen sind die jetzt untersuchten

Tab. 3. Kolloidkomplex, C, Fraktion < 0.02 mm und Wasserkapazität (Vk).

Taul. 3. Kolloidikompleksi, C, lajite < 0.02 mm ja vesikapasiteetti (Vk).

Tiefe *syvyys* cm	Gruppe — *ryhmä*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lappland *Lappi*	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
		junger — *nuori*		alter — *vanha*		junger — *nuori*		alter — *vanha*		
		a	b	a	b	a	b	a	b	c
	SiO_2 %									
0—5	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.07	0.02	0.12	0.06	0.02
5—10	0.03	0.05	0.03	0.02	0.03	0.08	0.03	0.14	0.04	0.02
10—15	0.05	0.06	0.03	0.11	0.04	0.13	0.04	0.31	0.06	0.04
15—20	0.13	0.07	0.05	0.27	0.05	**0.14**	0.05	0.28	0.08	0.06
20—25	0.18	0.06	0.06	**0.32**	0.07	0.12	0.07	**0.34**	0.16	0.08
25—30	0.17	0.06	0.07	0.27	0.08	0.08	0.07	0.32	0.21	0.12
30—35	0.17	0.05	0.07	0.20	0.09	0.08	0.08	0.24	**0.22**	0.14
40—45	0.17	0.06	0.05	0.13	**0.12**	0.11	**0.12**	0.18	0.21	**0.16**
	Al_2O_3 %									
0—5	0.04	0.15	0.08	0.02	0.27	0.43	0.28	0.84	0.41	0.05
5—10	0.14	0.24	0.08	0.09	0.22	0.43	0.27	1.04	0.33	0.07
10—15	0.38	**0.33**	0.12	0.19	0.34	**0.71**	0.24	**1.58**	0.48	0.20
15—20	0.90	0.27	0.24	**2.72**	0.49	**0.69**	0.26	1.43	0.70	0.35
20—25	**1.03**	0.23	**0.26**	2.08	0.71	0.57	0.27	1.31	**0.95**	0.57
25—30	**1.16**	0.17	**0.26**	1.43	0.83	0.35	0.22	1.13	**0.93**	0.86
30—35	0.87	0.15	0.23	1.06	**0.90**	0.33	0.30	0.83	0.76	0.86
40—45	0.76	0.12	0.10	0.51	0.58	0.38	**0.38**	0.60	0.53	**0.90**
	Fe_2O_3 %									
0—5	0.10	0.45	0.10	0.04	0.08	0.34	0.18	**0.72**	0.26	0.04
5—10	0.14	0.85	0.16	0.05	0.10	0.49	0.23	0.67	0.27	0.06
10—15	0.38	**1.22**	0.30	**2.13**	0.13	**1.24**	0.29	0.65	0.28	0.11
15—20	0.73	**1.08**	0.40	2.05	0.20	**1.25**	0.33	0.59	0.35	0.20
20—25	**1.09**	0.96	0.50	1.08	0.41	0.68	**0.45**	0.57	0.67	0.27
25—30	**1.05**	0.80	**0.54**	0.81	**0.68**	0.39	0.29	0.54	0.86	**0.72**
30—35	0.72	0.80	0.48	0.66	0.57	0.33	0.37	0.45	**1.03**	0.60
40—45	0.65	0.74	0.44	0.50	0.39	0.43	0.47	0.57	0.70	0.54
	C %									
0—5	**1.16**	**1.96**	**1.00**	**1.12**	**3.52**	**1.94**	**2.21**	**3.60**	**3.04**	**1.63**
5—10	0.77	1.23	0.60	0.88	0.95	1.11	1.18	2.63	2.06	0.95
10—15	1.34	0.71	0.64	4.65	0.97	1.02	0.96	2.09	1.42	0.70
15—20	**1.80**	0.55	0.55	**5.57**	1.06	0.70	0.62	1.35	1.48	0.90
20—25	**1.82**	0.37	0.48	2.99	1.29	0.51	0.33	0.89	1.33	1.15
25—30	1.66	0.26	0.45	1.76	**1.61**	0.35	0.28	0.64	1.03	**1.58**
30—35	1.18	0.20	0.38	1.27	1.19	0.28	0.32	0.43	0.70	**1.52**
40—45	0.83	0.18	0.27	0.47	0.62	0.26	0.29	0.28	0.49	1.18

Tiefe *syvyys* cm	Gruppe — *ryhmä*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lappland *Lappi*	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
		junger — *nuori*		alter — *vanha*		junger — *nuori*		alter — *vanha*		
		a	b	a	b	a	b	a	b	c
	< 0.02 mm %									
0—5	6.9	8.0	6.3	10.0	10.1	21.2	18.0	30.0	23.5	3.7
5—10	5.7	6.4	4.9	9.9	9.5	19.9	16.9	32.0	18.1	3.0
10—15	5.3	5.4	5.0	8.8	8.2	23.3	17.3	31.3	16.0	2.4
15—20	5.3	6.7	5.6	7.6	8.3	17.8	12.8	26.5	15.9	1.6
20—25	4.6	6.3	5.6	9.0	7.7	14.9	10.4	25.0	31.4	1.4
25—30	4.3	5.9	6.0	8.8	8.3	7.3	8.8	27.9	44.5	1.4
30—35	5.1	5.9	5.9	8.6	8.5	5.1	10.2	20.7	48.8	1.3
40—45	6.6	6.5	5.6	9.2	9.4	14.3	34.9	23.6	47.0	1.8
	Vk %									
0—5	11.3	8.8	6.8	10.1	15.2	17.9	16.3	27.3	19.4	12.4
5—10	10.3	6.1	4.9	9.7	8.3	12.0	14.2	20.1	16.3	7.5
10—15	10.5	5.1	4.8	12.0	8.1	13.7	14.1	19.9	11.0	7.2
15—20	8.7	5.8	4.9	13.9	8.4	14.0	11.0	16.5	11.6	6.1
20—25	8.1	4.9	4.8	10.4	7.7	11.2	9.3	15.4	15.6	7.3
25—30	8.3	3.9	4.4	10.3	7.7	8.3	8.4	14.7	21.2	7.6
30—35	6.9	3.7	4.1	8.4	7.0	7.7	7.5	12.1	22.9	6.6
40—45	7.3	3.9	4.3	5.7	6.4	10.7	14.7	12.4	22.0	8.4

Böden bis in eine etwas grössere Tiefe ausgewaschen, aber dieses Ergebnis war in Anbetracht des grösseren Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens auch zu erwarten. Wie zuvor kann auch jetzt festgestellt werden, dass von den anorganischen Kolloiden das Eisen zuoberst ausgefällt wird, dann folgt das Aluminium, und am tiefsten dringt die Kieselsäure vor. Das Verhältnis zwischen der Kieselsäure und den Sesquioxyden in bezug auf ihre Verteilung im Profil ist also ein anderes, als es unter den jetzt in Frage stehenden Verhältnissen nach der isoelektrischen Verwitterungstheorie von M a t t s o n sein sollte. Beide Ergebnisse sind anscheinend auf ihre eigene Weise richtig. Wird der M a t t s o nsche »*Alfesic*»-Komplex mit mechanischen Mitteln vom Boden getrennt (durch Zentrifugieren, das Sedimentationsverfahren), so kommt man zu dem durch die M a t t s o nsche Theorie vorausgesetzten Resultat; benutzt man dagegen ein chemisches Extrahierungsverfahren, so ergeben sich die in diesem Zusammenhang erhaltenen Werte. — Es ist jedoch zu bemerken, dass, obgleich nach den oben für die verschiedenen Bodengruppen berechneten Mittelwerten das Eisen im allgemeinen weiter oben als das Aluminium ausgefällt wird, in vielen Fällen der jetzt untersuchten Böden und vorwiegend in jungen Böden die Höchstbeträge des Aluminiums im Profil höher liegen als die des Eisens. In den alten Böden liegen die Maximalmengen im allgemeinen entweder in derselben Tiefe oder die

des Eisens häufiger weiter oben als umgekehrt. Zur Veranschaulichung der betreffenden Erscheinung sind in Tabelle 4 die Maximalmengen von Aluminium und Eisen in den Profilen der N- und S-finnischen Gebiete angegeben.

Wie die früher angestellten Analysen zeigen auch die jetzigen, dass aus jungem Boden sich verhältnismässig mehr Eisen im Vergleich zum Aluminium auflöst und in altem Boden das Verhältnis zwischen Eisen und Aluminium umgekehrt ist. Oben ist schon bemerkt worden, dass die jungen Böden in diesem Zusammenhang nicht mit den alten verglichen werden können, soweit es darauf ankommt, über die Bedeutung des Zeitfaktors für die Entwicklung des Podsolprofils Klarheit zu gewinnen. Es besteht nämlich keinerlei Gewähr dafür, dass die untersuchten jungen und alten Böden in ihren Feuchtigkeitsverhältnissen gleichwertig wären. Die Bedeutung der Feuchtigkeitsverhältnisse ist so entscheidend, dass auch der Einfluss der klimatischen Unterschiede auf die Bodenbildung unklar bleibt.

Auf dem Kongress der II. Kommission der I. B. G. und der Alkali-Subkommission in Helsinki 1938 erwähnte A a r n i o (1938) in seinem Referat über die finnischen Böden als vorherrschende Bodentypen Finnlands die ausgewaschenen Böden und die Salzböden. An ausgewaschenen Böden gibt es zwei Typen, von denen der eine in Kies- und Sandböden, der andere in Tonböden auftritt. Ersterer ist typischer Podsolboden, aber »bei den Tonböden bildet sich meist eine Bodenform, bei welcher der Bodenhorizont stark ausgelaugt und den grauen sowie braunen Waldbodenarten ähnlich ist». In Zusammenhang mit Analysenergebnissen eines Profils nennt A a r n i o den letzteren Bodentyp »grauen Waldboden». Nach S a l m i n e n (1938, 1940) beruhe die von A a r n i o festgestellte, mit der Tiefe zunehmende Menge der Sesquioxyde und der Basen in den Tonböden jedoch nicht auf der Auswaschung, sondern darauf, dass in den fraglichen Böden infolge ihrer geologischen Entstehungsweise die relative Menge der feinsten Bodenteilchen mit der Tiefe wächst. Da die feinsten Fraktionen in reichlicherer Menge Glimmer und weniger Quarz sowie Feldspate als die gröberen Fraktionen enthalten, wechselt die chemische Zusammensetzung des Bodens nach der Korngrösse, d. h. von der Oberfläche an abwärts vermindert sich die Menge der Kieselsäure, während die der Sesquioxyde und der Basen zunimmt. Leider sind sowohl das Analysenmaterial von A a r n i o als auch das von S a l m i n e n zu wenig umfangreich, als dass daraus geschlossen werden könnte, wie der Sachverhalt in Wirklichkeit ist. Obgleich auch mein eigenes Material verhältnismässig beschränkt ist, besteht dennoch Anlass zu prüfen, inwieweit es weiteren Aufschluss über das

Tab. 4. Die Tiefen der Maximalmengen von Aluminium (○) und Eisen (●) in den Profilen.

Taul. 4. Aluminin (○) ja raudan (●) maksimimäärien syvyydet profileissa.

N-Finnland, junger Boden. — *P.-Suomi, nuori maa.*

cm	891	894	1002	1003	1004	1022	1023	1024	1027	1080	1087	1267	1268	1269	1270	1207	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365
0—5	—	—	—	—	○	—	—	○	○●	○●	—	○	—	—	○	○	—	—	○	—	○	○	—	○	●
5—10	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○●	—	●	—	—	—	●	—	—	—	○●	—	—
10—15	—	●	—	—	—	○	—	—	—	—	○	●	○●	—	—	●	—	○●	—	○●	○	—	—	●	—
15—20	—	—	—	○	—	—	—	—	●	●	●	—	—	○●	—	—	—	—	—	—	○	○●	—	—	—
20—25	○●	—	—	●	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	●	—	—	○	—	—	○●	—
25—30	—	—	○●	—	—	—	○	—	●	—	●	—	—	●	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○
30—35	—	●	—	—	●	—	●	○●	—	—	—	—	—	—	—	●	○●	—	—	—	○	○	○	●	—
35—40																									
40—45	—	—	●	●	○	—	—	—	—	—	—	●	—	—	●	—	—	—	○●	—	—	—	—	—	—
45—50																									
50—55	—			—	—						○●		—	—	—	—	○	—	—	○●	●	●	●	○●	●

N-Finnland, alter Boden. — *P.-Suomi, vanha maa.*

cm	831	833	834	835	838	1012	1013	1014	1221	1225	1261	1334	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1348	1425	1426	1427	1428
0—5	○●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○●	—	—	—	○●	—	—
5—10	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—
10—15	—	●	—	○●	—	●	○●	—	—	—	—	○●	●	—	—	●	—	—	—	—	—	●	●	—	—	—
15—20	○●	○	—	—	○●	○	—	○●	○●	○●	○●	—	○	—	—	—	○●	—	—	—	—	○	○	—	○●	●
20—25	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—	○●	—	○●	—	—	○	—	○●	○
25—30	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	●	—	—	○●	—	○●	—	—	—	—	—
30—35		—		—	—	—	○●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	○●	—	—
35—40			—		—																					
40—45	—	—	—		—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—
45—50	—	—			—																					
50—55					—				—		—	—	—	○●	○●	—	—		—		○●	—	●	●	—	—

Tabl. 4. (Forts.). Die Tiefen der Maximalmengen von Aluminium (○) und Eisen (●) in den Profilen.
Taul. 4. (Jatkoa). Aluminin (○) ja raudan (●) maksimimäärien syvyydet profileissa.

S-Finnland, junger Boden. — *E.-Suomi, nuori maa.*

cm	916	981	1184	1296	1299	1307	1313	1314	1369	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1390	1391	1410
0—5	○	○	●	—	—	—	○	—	—	○	●	—	—	—	—	○●	—	—	○●
5—10	○●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○	○	—	—	—	—	—
10—15	●	—	—	●	○●	—	—	○●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—20	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○●	—	—
20—25	—	—	—	○	—	—	—	—	—	●	—	—	○●	—	—	—	—	—	—
25—30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○●	—	—	●	—	—	—
30—35	—	—	—	—	—	○●	○●	—	—	—	—	—	○	●	○●	—	—	—	—
35—40	○		○	—	—	—	○	—	—	●	—	○●	—	—	○●	—	—	—	—
40—45	●	—								—					—				—
45—50	●				—	—	○●	—	○	—		—	—	○●	—		●	○●	—
50—55				—					○●	—									—
55—60								—	●	○●	—	—	●	—	—		—	—	—

S-Finnland, alter Boden. — *E.-Suomi, vanha maa.*

cm	976	990	992	993	997	1164 [1]	1165	1166	1304	1319	1320	1323	1324	1366	1367	1372	1374	1375	1376	1378	1395	1396	1397	1398	1399	1400
0—5	—	—	●	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	○●	—	○	—	●
5—10	—	—	—	○	—	—	—	●	○●	—	—	—	—	○	—	●	—	—	—	●	—	—	—	—	—	○
10—15	○●	○●	—	●	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—
15—20	—	—	—	—	○●	—	—	—	—	—	—	○	—	●	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
20—25	—	—	○	—	—	—	—	—	—	○●	—	○	—	—	—	—	—	—	●	—	○●	○	●	—	○	—
25—30	—	—	—	—	—	○●	●	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○●	—	—	—	—	—
30—35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	○	—	—	—	—	○	—	—	—
35—40						—			—	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	○	○	—	—	—
40—45	—	—	●	—	—	—	○	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	●	—	—
45—50						—			—	—	○●	●		●	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	●
50—55						—	—												○●							○
55—60						—			—					—	—	—	○	●	—				—	●	—	

[1]) die Tiefen der zwei untersten Proben des Profils sind 50—60 und 60—70 cm (und nicht 50—55 und 55—60 cm). — [1]) *Profilin kahden alimman näytteen syvyydet ovat 50—60 ja 60—70 cm (eikä 50—55 ja 55—60 cm).*

in Rede stehende Problem bieten könnte, da dieses vom Standpunkt der die Bodenbildung angehenden Untersuchungen von grundlegender Bedeutung ist.

Schon in den frischen Heidewäldern war ein Teil der untersuchten Böden (A a l t o n e n 1939) feine Moränenböden und Tonböden, und die über die Kornverteilung angestellten Analysen zeigten, dass in diesen Böden die relativen Mengen der feinsten Kornfraktionen mit zunehmender Tiefe etwas wachsen. Diese Veränderung war jedoch so gering, dass sie von keinem nennenswerten Einfluss auf die durch die Analyse des Kolloidkomplexes ermittelten Ergebnisse sein konnte. Die betreffenden Böden erwiesen sich als schwach ausgewaschen oder — wie insbesondere die Tonböden — als praktisch unausgewaschen. In den Tonböden war die Menge der Sesquioxyde in den Oberflächenteilen am grössten, trotzdem der Boden mit zunehmender Tiefe feiner wurde. Es ist kaum anzunehmen, dass das betreffende Verhältnis ein anderes geworden wäre, auch wenn sich das Profil noch tiefer erstreckt hätte.

Von den jetzt untersuchten Böden der feuchten Heidewälder sind in diesem Zusammenhang vorwiegend die a- und b-Gruppen der alten Böden in S-Finnland beachtenswert. In der Gruppe a wird, wie ersichtlich, der Boden weiter unten gröber, in der Gruppe b wiederum feiner. Da nun nach den Analysenergebnissen die Böden der ersteren Gruppe verhältnismässig schwach ausgewaschen erscheinen und in der letzteren Gruppe wiederum die Höchstbeträge der verschiedenen Stoffe in den unteren Teilen des Profils liegen, ist die Möglichkeit naheliegend, dass die Analysenergebnisse nicht der eigentlichen Auswaschung des Bodens entsprächen, sondern dass sie auf Grund der ursprünglichen, von der Auswaschung unabhängigen Verteilung der Kornzusammensetzung des Bodens (oder bei der Gruppe b auch dadurch, dass die feinsten Teilchen tiefer eingeschlämmt worden sind) zu erklären wären. Es ist jedoch zu bemerken, dass wenigstens bei der Gruppe a dieselbe auch anderswo allgemeine Regelmässigkeit festzustellen ist: das Eisen wird zuoberst ausgefällt, dann folgt das Aluminium und am tiefsten geht die Kieselsäure. Das Ergebnis ist in dieser Hinsicht ebenso wie auch sonst in den Hauptzügen dasselbe wie das über die Tonböden der frischen Heidewälder erhaltene, und es kann als so gut wie klar gelten, dass die Analysenergebnisse die wirkliche Auswaschung des Bodens widerspiegeln. Das Profil dürfte zwar tiefer sein, aber die auch jetzt erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass die Menge des Aluminiums und des Eisens mit der Tiefe zunächst wächst und dann abnimmt, auch wenn der Boden besonders in den unteren Teilen des Profils merklich feiner wird. Wahrschein-

lich würde auch hinsichtlich der Kieselsäure ein ähnliches Maximum festgestellt, wenn das Profil etwas tiefer wäre. Es ist zu bemerken, dass, obgleich der Boden der Gruppe b in ungefähr gleichem Masse ausgewaschen wie der der Gruppe c ist, die grobe Sandböden umfasst, auch in der Gruppe b der Boden erst in 20—25 cm Tiefe in eigentlichen Tonboden überzugehen beginnt, und ausserdem besteht die Möglichkeit, dass die Böden der Gruppe b feuchter als die der Gruppe c wären. Der Boden der Gruppe b hat also nicht ohne weiteres als tief ausgewaschener Tonboden (oder »grauer Waldboden») zu gelten.

Die Ergebnisse, die sich in den frischen wie auch in den feuchten Heidewäldern herausgestellt haben, zeigen also, dass die Tonböden im allgemeinen schwach ausgewaschen sind. Die von Aarnio dargestellten Ergebnisse müssen also hauptsächlich auf die Weise, wie Salminen sie angeführt hat, zu erklären sein, und der Bodentyp der finnischen Tonböden lässt sich nicht neben die »grauen» oder »braunen Waldbodenarten» stellen. Gegen die Auffassung, dass in den Tonböden die feinsten Teilchen im allgemeinen tiefer eingeschlämmt wären, wie es z. B. nach den Analysenresultaten von Aarnio in verhältnismässig beträchtlichem Masse geschehen ist, spricht u. a. die Tatsache, dass schon in sogar ganz jungem Boden dieselbe Erscheinung wie in den alten festgestellt werden kann, dass nämlich der Boden mit zunehmender Tiefe feiner wird.

Trotz der oben berührten Erscheinung ist zu bemerken, dass aus den in diesem Zusammenhang beschriebenen wie auch aus den früheren Untersuchungen sowie ausserdem aus den Ergebnissen der allgemeinen Linientaxation der Wälder Finnlands (Aaltonen 1941) hervorgeht, dass die Bodenart bzw. die Kornverteilung des Bodens sehr wesentlich auf die Bodenbildung einwirkt. Daher ist bei der Darstellung der Analysenergebnisse neben der chemischen Charakteristik des Bodenprofils stets auch die Beschaffenheit der Kornverteilung oder irgendein anderes Merkmal des Bodens anzugeben, das eine Vorstellung von physikalischen Eigenschaften vermittelt. Dasselbe bemerkt auch Salminen, aber seine Behauptung, dass die in Finnland angestellten, die Bodenbildung betreffenden Untersuchungen im allgemeinen als wertlos zu gelten hätten, weil sie die Bedeutung der Bodenart unberücksichtigt gelassen haben, ist jedoch übertrieben und unbegründet.

3. Kalk, austauschfähige Basen, Mineralindex und Elektrolytgehalt.

Die Auswaschung des Kalkes war schon in den frischen Heidewäldern eine allgemeine Erscheinung. In den feuchten Heidewäldern tritt, kann man erwarten, diese Auswaschung noch stärker auf, und

Tab. 5. Kalk, austauschfähige Basen (S), Mineralindex und Elektrolytgehalt.

Taul. 5. Kalkki, vaihtokykyiset emäkset (S), minerali-indeksi ja elektrolyyttipitoisuus.

Tiefe *syvyys* cm	Gruppe — *ryhmä*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lappland *Lappi*	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
		junger — *nuori*		alter — *vanha*		junger — *nuori*		alter — *vanha*		
		a	b	a	b	a	b	a	b	c
	Ca mval/100 g									
0—5	3.0	4.5	3.1	0.9	1.1	1.9	1.8	5.8	5.6	0.8
5—10	3.7	5.5	4.4	1.8	1.8	2.7	2.3	5.1	4.6	1.4
10—15	4.5	6.9	5.3	3.7	2.3	2.8	2.5	5.2	4.7	1.9
15—20	5.5	7.2	6.4	4.2	3.3	2.8	2.7	5.6	5.0	2.6
20—25	6.6	8.2	6.2	5.3	4.6	2.5	3.7	7.2	8.4	3.5
25—30	8.0	8.0	6.5	6.5	5.2	2.4	4.6	6.6	10.8	3.4
30—35	8.8	8.4	6.8	6.5	6.0	2.8	4.7	8.3	11.0	4.5
40—45	8.9	8.6	7.7	7.6	7.3	3.8	7.6	6.7	13.6	4.6
	S mval/100 g									
0—5	1.0	—	—	1.1	1.3	—	—	2.1	1.9	1.2
5—10	1.1	—	—	1.2	0.6	—	—	1.6	1.1	0.9
10—15	1.4	—	—	2.3	0.6	—	—	1.4	1.0	0.8
15—20	1.5	—	—	1.7	0.5	—	—	1.3	1.1	0.7
20—25	1.4	—	—	1.7	0.8	—	—	1.0	1.3	0.7
25—30	1.1	—	—	1.1	0.8	—	—	1.2	2.2	0.7
30—35	1.0	—	—	0.9	0.5	—	—	1.1	3.8	0.7
40—45	1.0	—	—	0.8	0.4	—	—	1.5	4.4	0.8
	Min.-ind. %									
0—5	9.2	5.1	2.6	2.4	2.1	0.9	1.4	4.4	2.7	1.0
5—10	13.4	5.4	3.3	2.6	3.6	1.3	1.2	5.1	3.5	1.7
10—15	12.5	6.4	4.1	8.8	5.1	1.4	3.1	6.0	4.7	2.4
15—20	13.0	7.4	4.4	9.4	6.3	1.6	2.7	6.5	5.2	5.4
20—25	15.4	6.9	4.9	12.5	7.9	1.8	2.6	7.2	5.5	4.9
25—30	15.8	7.6	4.8	10.0	8.3	2.1	4.5	8.9	5.8	5.4
30—35	15.8	7.8	4.6	10.3	7.8	2.3	4.1	9.2	6.0	6.4
40—45	19.4	8.7	5.0	13.1	8.0	2.4	4.6	8.0	5.9	6.2
	Elektrolyte — elektrolyyttejä mg/kg									
0—5	142	370	230	146	205	158	162	321	179	128
5—10	144	262	170	113	134	141	123	269	122	116
10—15	227	255	215	283	139	145	128	236	113	122
15—20	290	211	201	235	111	147	112	216	119	117
20—25	293	194	222	230	190	148	124	203	137	152
25—30	212	159	214	173	140	103	138	198	160	163
30—35	194	144	204	215	123	77	150	160	252	165
40—45	189	134	164	158	99	136	251	162	177	187

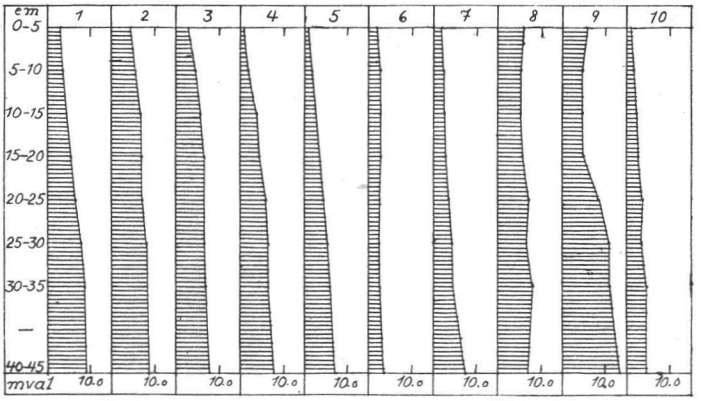


Abb. 3. Die Verteilung des Kalkes im Bodenprofil bei den Gruppen 1—10.
Kuva 3. Kalkin jakaantuminen maaprofilissa ryhmissä 1—10.

die Ergebnisse (Tab. 5) weisen auch in eine solche Richtung, wenngleich ein grosser Unterschied zwischen den frischen und den feuchten Heidewäldern nicht festzustellen ist. Dasselbe kann man auch über die durch die Bestimmungen des Mineralindexes gebotenen Ergebnisse aussagen. Der Mineralindex der lappischen Böden war in den feuchten Heidewäldern bedeutend grösser als der der übrigen Bodengruppen, und der Index der alten Böden war im allgemeinen etwas grösser als der der jungen. Diese beiden Regelmässigkeiten wiederholen sich ungefähr gleicherweise in den jetzt untersuchten Wäldern. Die festgestellten regionalen und vom Alter des Bodens abhängigen Unterschiede in der Mineralzusammensetzung sind geologisch interessant und verdienten, ausführlicher erforscht zu werden.

Die Menge der austauschfähigen Basen ist ganz gering. Sie verteilen sich im Bodenprofil in den gröberen Böden den Hauptzügen nach in gleicher Weise wie der Humusgehalt und in den feineren Böden nach der Kornzusammensetzung. Wie im allgemeinen durch alle Untersuchungen über die betreffenden Stoffe bekanntlich erwiesen worden ist, sind diese hauptsächlich Kalk. In diesem Zusammenhang ist für Profil 1304, in dem S verhältnismässig gross ist, zur Probe aus dem Dialysat der Kalk bestimmt worden, und das Ergebnis war folgendes:

Probennr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S mval/100 g	14.8	14.6	12.9	16.8	16.0	15.4	13.2	11.7	10.7	13.5	10.6	11.6
Ca »	16.0	13.8	12.5	16.3	15.8	15.5	13.0	11.3	12.8	13.0	11.8	13.5

(Dass die Kalkmenge in einigen Fällen sogar die Gesamtmenge der Basen übertroffen hat, beruht wahrscheinlich auf einem durch die

Kohlensäure verursachten Titrierfehler. Das Dialysat wäre nach der Neutralisierung zu kochen und nochmals zu titrieren.) — Nach dem Kalk ist anscheinend Kali am reichlichsten. Versuchshalber ist in diesem Zusammenhang aus den Dialysaten der S-Bestimmungen in einigen Fällen auch das Kali bestimmt worden; die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Zum Vergleich mit den S-Werten ist für einige Profile alter S-finnischer Böden noch eine Kalkbestimmung durch Extrahieren mit NH_4Cl ausgeführt worden. Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle 6 angegeben. Die Werte sind gleicher Grössenklasse wie die S-Werte der Dialyse und verteilen sich im Profil hauptsächlich in gleicher Weise wie diese.

Tab. 6. Die durch Extrahierung mit NH_4Cl erhaltenen Kalkmengen.
Taul. 6. NH_4Cl:llä uuttamalla saadut kalkkimäärät.

Tiefe[1]) *syvyys*[1]) cm	Profilnummern — *profilien numerot*													
	976	990	992	993	997	1164	1165	1166	1304	1319	1320	1323	1324	1366
	Ca mval/100 g													
0—5	0.33	0.45	2.13	0.08	1.10	0.65	0.68	0.38	17.5	0.18	0.33	1.28	0.28	3.40
5—10	0.33	1.83	1.00	0.10	1.10	0.45	0.58	0.28	15.2	0.20	0.30	0.73	0.33	2.63
10—15	0.48	0.43	0.98	0.05	2.15	0.58	0.45	0.25	16.0	0.25	0.33	1.63	0.33	2.23
15—20	0.45	0.43	0.53	0.08	1.80	1.28	0.55	0.30	16.4	0.38	0.35	1.95	0.28	2.03
20—25	0.43	—	0.40	0.15	1.15	1.73	0.75	0.23	15.6	0.63	0.30	1.75	0.28	1.73
25—30	0.40	0.50	0.63	0.18	0.80	1.78	1.85	0.30	14.6	0.68	0.33	1.50	0.28	1.35
30—35	0.30	0.43	0.63	0.28	0.95	1.10	2.78	0.45	13.8	1.28	0.38	1.28	0.23	0.75
35—40	0.52	0.38	0.85	0.30	0.63	0.83	2.08	0.28	12.0	2.73	0.35	1.15	0.30	0.83
40—45	0.50	0.20	0.78	0.28	1.25	0.70	2.08	0.23	—	1.60	0.40	0.95	0.28	1.65
45—50	0.43	0.23	0.65	0.30	1.08	0.58	1.53	0.08	—	1.63	0.35	1.58	—	6.68
—	—	—	—	—	—	—	0.55	1.70	—	—	—	0.43	—	—	4.20
—	—	—	—	—	—	—	0.45	1.23	—	—	—	0.40	—	—	5.38
—	—	—	—	—	—	—	0.78	0.93	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	7.75	0.78	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—	—	—	—	—	—	—

Sowohl die S-Werte der Dialyse als auch die mittels NH_4Cl erhaltenen Kalkmengen wechseln im grossen ganzen in gleicher Weise wie der in 10prozentiger Salzsäure lösliche Kalk. Wenn die Menge der Basen (und des Kalkes) recht klein ist, bewirken schon die Analysenfehler leicht Ausnahmen in dieser oder jener Richtung, aber im allgemeinen kann jedoch aus folgender Zusammenstellung entnommen werden, dass das obengenannte Verhältnis zwischen den auf verschiedene Weise erhaltenen Kalkmengen und S-Werten besteht (die Zahlen sind nach Profilen berechnete Mittelwerte; die ausnahms-

[1]) Die in der Tabelle nicht angegebenen Tiefen sind: — *Taulukossa ilmoittamattomat syvyydet ovat:*
Profil — *profili* 1164 = 50—60, 60—70, 70—75, 75—85 cm.
» » 1165 = 50—55, 55—65, 65—75, 75—85, 85—95 cm.
Die Profile — *profilit* 1320 und — ja — 1366 = 50—55, 55—60 cm.

Tab. 7. Der Kaligehalt der Dialysate der S-Bestimmung.
Taul. 7. S-määräyksen dialysaattien kalipitoisuus.

Tiefe *syvyys* cm	Profilnummern — *profilien numerot*															
	1304	1324	1366	1367	1368	1372	1374	1375	1376	1378	1395	1396	1397	1398	1399	1400
	K_2O mval/100 g															
0—5	0.93	0.08	0.13	0.08	0.64	0.13	0.11	0.22	0.20	0.35	0.20	0.37	0.32	0.17	0.20	0.14
5—10	0.72	0.08	0.17	0.08	0.51	0.08	0.08	0.17	0.17	0.22	0.14	0.22	0.20	0.14	0.14	0.17
10—15	0.81	0.08	0.17	0.08	0.34	0.13	0.08	0.20	0.17	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.11	0.20
15—20	0.93	0.08	0.17	0.08	0.43	0.08	0.08	0.14	0.20	0.11	0.17	0.14	0.14	0.14	0.14	0.20
20—25	0.72	0.08	0.13	+	0.51	0.08	0.08	0.14	0.20	0.14	0.14	0.30	0.14	0.14	0.11	0.17
25—30	0.81	0.08	0.17	0.08	0.43	0.08	0.30	0.11	0.20	0.14	0.14	0.51	0.17	0.17	0.11	0.22
30—35	0.85	0.08	0.13	0.08	0.32	+	0.64	0.11	0.20	0.22	0.11	0.55	0.20	0.25	0.06	0.20
35—40	0.85	0.08	0.13	0.08	0.36	++	0.70	0.11	0.20	0.45	0.14	0.76	0.17	0.22	0.06	0.22
40—45	1.15	0.08	0.13	0.08	0.36	++	0.72	0.06	0.22	0.20	0.11	1.18	0.17	0.27	0.11	0.27
45—50	1.27	—	0.25	0.08	0.21	++	0.98	0.11	0.25	0.25	0.11	1.02	0.17	0.27	0.11	0.30
50—55	0.85	—	0.13	+	0.17	++	0.89	0.11	0.30	0.47	0.11	—	0.25	0.22	0.11	0.27
55—60	1.06	—	0.25	0.08	0.13	+	1.21	0.17	—	0.32	0.14	—	0.25	0.39	0.11	0.35

weise grosse Kalkmenge von 7.75 mval in Profil 1164 in 75—85 cm Tiefe ist bei der Berechnung des Mittelwertes unberücksichtigt geblieben):

Nr.	1320	993	976	1324	1164	1165	990	1166	997	992	1366	1323	1319	1304
	mval/100 g													
Ca: mit HCl	1.1	1.9	2.2	2.8	2.9	3.3	3.6	4.2	4.3	4.9	5.0	6.5	8.1	17.9
mit NH_4Cl.	0.4	0.2	0.4	0.3	0.9	1.2	0.5	0.3	1.2	0.9	2.7	1.4	1.0	15.1
S	0.4	1.0	1.7	0.5	0.8	0.9	1.1	0.5	1.8	1.6	1.9	1.1	2.4	12.0

Zur Beleuchtung des Einflusses der Bodenauswaschung auf die Verteilung und die Menge der Elektrolyte im Podsolprofil ist ferner die elektrische Leitfähigkeit des Bodens bestimmt worden. Die Untersuchungen über den Elektrolytgehalt wie auch den Kalk, die Basen und die Mineralzusammensetzung sind vorwiegend zur Klärung der Fruchtbarkeitseigenschaften zur Ausführung gelangt.

Schon die Untersuchungen von Valmari und Europaeus (1917) erwiesen, dass der Elektrolytgehalt mit zunehmender Produktivität des Waldtyps wächst und dass der Podsolboden im allgemeinen in der Humusschicht und im B-Horizont am reichlichsten Elektrolyte enthält. Für die elektrische Leitfähigkeit ($\varkappa$ 10^{-6}) erhielten Valmari und Europaeus folgende Mittelwerte für die verschiedenen Waldtypen und Horizonte:

Horizont	*OMaT*	*OMT*	*MT*	*VT*	*CT*	*CIT*
a	179.0	138.4	80.9	49.8	62.4	—
a+b	59.0	73.9	74.2	34.0	61.3	30.3
b	73.3	92.1	35.5	25.8	26.0	36.0
c	63.7	97.8	78.0	40.8	36.4	26.7
d	51.0	89.3	52.0	27.0	20.5	15.7

(a = Humusschicht, b = A-Horizont, c = B-Horizont, d = C-Horizont; *OMaT* = *Oxalis-Majanthemum*-Typ, *OMT* = *Oxalis-Myrtillus*-Typ, *MT* = *Myrtillus*-Typ, *VT* = *Vaccinium*-Typ, *CT* = *Calluna*-Typ, *CIT* = *Cladina*-Typ).

Nach den in diesem Zusammenhang ausgeführten Bestimmungen schwankt der Elektrolytgehalt unter anscheinend sogar gleichartigen Verhältnissen beträchtlich, aber im allgemeinen verfolgt er doch, wie aus Tabelle 5 ersehen werden kann, den generellen Auswaschungsgrad des Bodens. Gleich unter der Humusschicht kommen verhältnismässig reichlich Elektrolyte vor, dann nimmt die Menge ab, um wiederum im B-Horizont zu wachsen, soweit im Boden eine deutliche Horizontierung auftritt. In schwach ausgewaschenem, feinem Boden ist der Elektrolytgehalt an der Oberfläche am grössten, in stark ausgewaschenem Boden findet sich die grösste Menge an der Oberfläche und in den untersten Teilen des Profils.

Bei den Untersuchungen über die frischen Heidewälder (Aaltonen 1939) ist die elektrische Leitfähigkeit des Bodens noch nicht bestimmt worden. Vergleichshalber ist auch für sie in diesem Zusammenhang eine Bestimmung gemacht worden, deren Ergebnisse in Tabelle 8 dargestellt sind. Wie aus den erhaltenen Werten zu entnehmen, ist die Verteilung der Elektrolyte im Profil in diesem Fall ungefähr gleichartig wie in den feuchten Heidewäldern, aber die absoluten Mengen sind im Boden der letztgenannten Wälder im allgemeinen etwas geringer. Es ist sonderbar, dass, obgleich der Elektrolytgehalt des Lehmbodens grösser als der des Sandbodens ist, der Tonboden doch weniger Elektrolyte als der Lehmboden enthält.

Tab. 8. Elektrolytgehalt der frischen Heidewaldböden.

Taul. 8. Tuoreiden kangasmetsien maan elektrolyyttipitoisuus.

Tiefe *syvyys* cm	Gruppe — *ryhmä* 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lappland *Lappi*	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
		junger — *nuori*		alter — *vanha*		junger — *nuori*		alter — *vanha*		
	Lehm *hieta*	Sand *hiekka*	Lehm *hieta*	Sand *hiekka*	Lehm *hieta*	Sand *hiekka*	Lehm *hieta*	Sand *hiekka*	Lehm *hieta*	Ton *savi*
	mg/kg									
0—5	939	248	301	189	301	261	275	339	527	455
5—10	897	283	218	105	539	223	305	235	381	353
10—15	780	215	303	261	842	232	257	318	411	327
15—20	711	213	304	304	517	222	354	276	333	266
20—25	636	260	288	337	530	217	295	293	443	292
25—30	653	275	218	435	483	229	312	284	323	269
30—35	583	294	230	217	349	202	267	270	383	262
40—45	548	239	238	269	406	203	242	247	410	307

Daraus wie auch nach den übrigen Ergebnissen zu schliessen, scheint es, dass der Elektrolytgehalt in erster Linie dem Humusgehalt folgt.

4. Reaktion.

Die Resultate der Reaktionsmessungen sind in Tabelle 9 (S. 34—5) dargestellt.

Nach den früheren Ergebnissen war der junge Boden im allgemeinen etwas saurer als der alte.[1]) Nach den nun erhaltenen Resultaten erscheint dasselbe Verhältnis eher umgekehrt, aber die jungen und die alten Böden sind jedoch in diesem Fall hinsichtlich ihrer Feuchtigkeitsverhältnisse und ihrer Bodenart so verschieden, dass sie nicht in gleicher Weise wie bei den trockenen und den frischen Heidewäldern miteinander vergleichbar sind.

Der KCl-pH ist stets in allen auch einzelnen Fällen kleiner als der H_2O-pH. Der Unterschied ist bei den verschiedenen Bodengruppen durchschnittlich folgender:

cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0—5	1.36	1.10	1.29	1.35	1.44	1.06	0.90	1.24	1.21	1.25
5—10	1.23	1.07	1.34	1.21	1.43	1.25	0.97	1.14	1.16	1.27
10—15	1.13	1.08	1.36	1.06	1.36	1.15	0.94	1.17	1.27	1.19
15—20	1.11	1.26	1.35	1.08	1.66	1.11	0.94	1.07	1.38	1.18
20—25	1.04	1.30	1.37	1.15	1.22	1.10	0.97	1.02	1.50	1.20
25—30	1.04	1.25	1.40	1.16	1.39	1.05	1.12	1.00	1.54	1.13
30—35	1.12	1.25	1.43	1.06	1.41	1.09	1.14	1.01	1.58	1.15
40—45	1.15	1.16	1.40	1.18	1.58	1.26	1.26	1.10	1.66	1.17

Ebenso wie früher (Aaltonen 1937) ist auch jetzt kein allgemeines regelmässiges Verhältnis zwischen dem in Frage stehenden Unterschied der Reaktionen und irgendeiner anderen untersuchten Eigenschaft des Bodens festzustellen. Obgleich die fraglischen Bodengruppen in mancher Hinsicht verschieden sind, bestehen in der Austauschazidität zwischen ihnen keine nennenswerten Unterschiede. Als einzige allgemeine Regel kann vielleicht festgestellt werden, dass die Differenz unmittelbar unter der Humusschicht etwas grösser als im unteren Teil des A-Horizonts ist und dass im C-Horizont oft ein anderes Maximum liegt. Zu demselben Ergebnis sind auch Mattson und Lönnemark (1939) gekommen, aber nach ihnen war der pH-Wert doch oft auch im B-Horizont höher als im Wasser.

[1]) Auf die Bemerkung des Herrn Kollegen Kruminš (von 'Sigmond 1938) ist in diesem Zusammenhang anzuführen, dass meine Untersuchungen sich weder auf Bröckeltone noch auf aus karbonathaltigem Muttergestein entstandene, sondern hauptsächlich auf granitische sandhaltige Böden bezogen haben.

Mattson gründet seine Untersuchungen über die Bodenbildung auf die amphoteren Eigenschaften des Bodens und benutzt zu deren Charakterisierung den Unterschied der pH-Werte im Wasser und in Salzlösung. Ist pH in Salzlösung niedriger als in Wasser, so handelt es sich um die Austauschazidität, und das Azidoid/Basoid-Verhältnis des Bodenkomplexes ist hoch, im entgegengesetzten Fall haben wir es mit der Austauschbasidität zu tun, was bedeutet, dass das Azidoid/Basoid-Verhältnis niedriger ist. In der Humusschicht und im A-Horizont des Podsols herrscht somit Austauschazidität und im B-Horizont Austauschbasidität (oder Austauschneutralität). Da nach den oben dargestellten Ergebnissen die KCl-pH-Werte kaum benutzt werden können, um die im Podsolprofil eingetretenen chemischen Wandlungen zu charakterisieren, ist in diesem Zusammenhang pH auch noch in dem von Mattson empfohlenen 0.01 n Na_2SO_4 bestimmt worden.

Die Na_2SO_4-pH-Werte und ihre Abweichungen von den H_2O-pH-Werten sind in Tabelle 9 dargestellt. Berechnet man die Mittelwerte nach Bodengruppen, so ist der Unterschied also nur in einem Fall mit positivem Vorzeichen versehen. In den einzelnen Fällen ist die Differenz unter Berücksichtigung des gesamten Materials auf folgende Weise positiv und negativ:

Unterschied, pH-Einheit		<0.25	0.26—0.50	0.51—0.75	0.76—1.0	>1.0
Lappland	—Fälle St.	20	18	22	12	3
	+ » »	17	7	5	1	1
N-Finnland junger Boden	—Fälle St. ..	39	36	60	64	38
	+ » » ..	25	11	4	4	1
N-Finnland alter Boden	—Fälle St. ..	27	55	85	60	39
	+ » » ..	12	3	0	0	0
S-Finnland junger Boden	—Fälle St. ..	46	60	57	26	2
	+ » » ..	15	2	2	1	1
S-Finnland alter Boden	—Fälle St. ..	39	75	82	68	5
	+ » » ..	22	5	1	0	0

Vergleicht man die Mittelwerte (von Tabelle 9) mit den entsprechenden Unterschieden in KCl, so lässt sich zwischen den Differenzen kein deutlicher Zusammenhang feststellen. Bei Betrachtung der einzelnen Fälle lässt sich ebensowenig eine Regelmässigkeit auffinden, nach der der Na_2SO_4-pH schwankte. Der Unterschied ist in den meisten Fällen negativ, bisweilen aber auch positiv, ganz unabhängig vom Humusgehalt, von der Menge der Sesquioxyde oder einer an-

Tab. 9. Ergebnisse der pH-Messungen.

Taul. 9. pH-mittausten tulokset.

Tiefe *syvyys* cm	Gruppe — *ryhmä*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lappland *Lappi*	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
		junger — *nuori*		alter — *vanha*		junger — *nuori*		alter — *vanha*		
		a	b	a	b	a	b	a	b	c
	pH/H_2O									
0—5	5.16	5.01	5.49	5.01	5.38	4.86	4.65	5.19	5.17	4.91
5—10	5.12	5.08	5.59	5.04	5.58	5.25	4.97	5.28	5.21	5.16
10—15	5.14	5.48	5.75	5.01	5.56	5.31	5.08	5.52	5.45	5.27
15—20	5.25	5.86	5.84	5.20	5.91	5.37	5.15	5.50	5.65	5.37
20—25	5.32	6.01	5.94	5.49	5.52	5.41	5.28	5.52	5.80	5.45
25—30	5.46	6.11	6.05	5.62	5.75	5.43	5.50	5.54	5.84	5.44
30—35	5.56	6.20	6.16	5.63	5.84	5.52	5.55	5.62	5.93	5.49
40—45	5.75	6.50	6.29	5.81	6.14	5.68	5.56	5.71	6.08	5.59
	pH/KCl									
0—5	3.80	3.91	4.20	3.66	3.94	3.80	3.75	3.95	3.96	3.66
5—10	3.89	4.01	4.25	3.83	4.15	4.00	4.00	4.14	4.05	3.89
10—15	4.01	4.40	4.39	3.95	4.20	4.16	4.14	4.35	4.18	4.08
15—20	4.14	4.60	4.49	4.12	4.25	4.26	4.21	4.43	4.27	4.19
20—25	4.28	4.71	4.57	4.34	4.30	4.31	4.31	4.50	4.30	4.25
25—30	4.42	4.86	4.65	4.46	4.36	4.38	4.38	4.54	4.30	4.31
30—35	4.44	4.95	4.73	4.57	4.43	4.43	4.41	4.61	4.35	4.34
40—45	4.60	5.34	4.89	4.63	4.56	4.42	4.30	4.61	4.42	4.42
	pH/Na_2SO_4									
0—5	4.68	4.96	4.48	4.48	4.64	4.55	4.37	4.76	4.63	4.76
5—10	4.64	5.23	5.18	4.52	4.74	4.65	4.55	4.83	4.65	4.82
10—15	4.78	5.47	5.32	4.37	4.70	4.80	4.63	4.96	4.79	5.00
15—20	4.82	5.56	5.38	4.54	4.70	4.84	4.67	5.16	4.94	4.94
20—25	4.96	5.58	5.44	4.80	4.75	5.05	5.00	5.20	5.08	5.06
25—30	5.06	5.65	5.50	4.86	4.81	5.07	5.16	5.30	5.15	4.95
30—35	5.25	5.77	5.66	5.02	4.93	5.09	5.21	5.30	5.30	5.05
40—45	5.40	5.96	5.69	5.27	5.18	5.29	5.22	5.44	5.45	5.19
	pH/$H_2C_2O_4$									
0—5	1.68	1.67	1.56	1.87	1.94	2.04	1.92	2.14	2.06	1.86
5—10	1.70	1.72	1.62	1.84	1.90	2.07	1.90	2.14	1.99	1.85
10—15	1.74	1.75	1.63	2.14	1.90	2.16	1.90	2.23	2.00	1.85
15—20	1.89	1.74	1.66	2.29	1.91	2.15	1.90	2.14	2.02	1.86
20—25	2.03	1.68	1.66	2.27	1.97	2.05	1.88	2.13	2.05	1.90
25—30	2.02	1.68	1.66	2.18	2.01	2.00	1.87	2.11	2.11	1.96
30—35	1.95	1.64	1.66	2.13	2.02	1.92	1.88	2.04	2.14	1.97
40—45	1.91	1.62	1.63	2.04	1.94	1.95	1.87	1.98	2.15	1.98
	pH/H_2O — pH/Na_2SO_4									
0—5	**0.48**	0.05	**1.01**	0.53	0.74	0.31	0.28	0.43	0.54	0.15
5—10	**0.48**	+0.15	0.41	0.52	0.84	**0.60**	0.42	0.45	0.56	0.34
10—15	0.36	0.01	0.43	0.64	0.86	0.51	**0.45**	**0.56**	0.66	0.27
15—20	0.43	0.30	0.46	0.66	**1.21**	0.53	**0.48**	0.34	**0.71**	0.43
20—25	0.36	0.43	0.50	0.69	0.77	0.36	0.28	0.32	**0.72**	0.39
25—30	0.40	0.46	0.55	**0.76**	0.94	0.36	0.34	0.24	0.69	**0.49**
30—35	0.31	0.43	0.50	0.61	0.91	0.43	0.34	0.32	0.63	0.44
40—45	0.35	**0.54**	**0.60**	0.54	0.96	0.39	0.34	0.27	0.63	0.40

Tiefe *syvyys* cm	Gruppe — *ryhmä*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lappland *Lappi*	N-Finnland — *P.-Suomi*				S-Finnland — *E.-Suomi*				
		junger — *nuori*		alter — *vanha*		junger — *nuori*		alter — *vanha*		
		a	b	a	b	a	b	a	b	c
	$pH/H_2C_2O_4$ + Boden, *maa* > $pH/H_2C_2O_4$									
0—5	0.06	0.07	0.00	0.14	0.18	0.29	**0.17**	0.32	**0.23**	0.04
5—10	0.08	0.12	0.04	0.11	0.14	0.32	0.15	0.32	0.16	0.03
10—15	0.12	**0.15**	0.05	0.41	0.14	**0.41**	0.15	**0.41**	0.17	0.03
15—20	0.27	**0.14**	0.08	**0.56**	0.15	**0.40**	0.15	0.32	0.19	0.04
20—25	**0.41**	0.08	0.08	**0.54**	0.21	0.30	0.13	0.31	0.22	0.08
25—30	**0.40**	0.08	0.08	0.45	**0.25**	0.25	0.12	0.29	0.28	0.14
30—35	0.33	0.04	0.08	0.40	**0.26**	0.17	0.13	0.22	0.31	0.15
40—45	0.29	0.02	0.08	0.31	0.18	0.20	0.12	0.16	**0.32**	**0.16**

deren untersuchten Eigenschaft des Bodens. Unter den Verhältnissen, auf die sich die jetzt angestellten Untersuchungen beziehen, gewinnt man demnach mittels der in Frage stehenden Reaktionsbestimmungen kein deutliches Bild von den im Podsolprofil eingetretenen chemischen Veränderungen.

Wie bei den Böden der frischen Heidewälder ist auch in diesem Zusammenhang noch pH ebenfalls in Oxalsäure bestimmt worden. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 9.

Der Unterschied der pH-Werte bzw. die Zunahme von pH in Oxalsäure entspricht, abgesehen von einigen Ausnahmen, jetzt wie auch früher der Verteilung der Sesquioxyde im Profil. Am ehesten scheint das Aluminium auf die Reaktion einzuwirken. Das ist u. a. aus Tabelle 10 zu ersehen, in die einige früher wie auch einige jetzt untersuchte Profile aufgenommen worden sind, in denen die Höchstbeträge des Aluminiums und des Eisens mehr oder weniger deutlich in verschiedenen Tiefen liegen. Bei gegenseitigem Vergleich der in der Tabelle dargestellten Profile ist zu beachten, dass die Konzentration der früher benutzten Oxalsäure 0.02 n und die der jetzt benutzten 0.1 n betragen hat (von den Profilen gehören 261, 969, 975, 1001, 1006, 1008, 1043, 1113, 1115, 1188, 1219, 1252 und 1284 zu den frischen und 894, 1003, 1165, 1267, 1270, 1296 und 1425 zu den feuchten Heidewäldern).

Die Veränderung des pH-Wertes in Oxalsäure beruht ausser auf der Konzentration der Säure auch recht beträchtlich darauf, wie die pH-Bestimmung ausgeführt wird. Über die zahlreichen in dieser Beziehung ausgeführten Versuche seien als Beispiele folgende Ergebnisse angeführt, die über das unter den frischen Heidewäldern verhältnismässig stark podsolierte Profil Nr. 1252 erhalten worden sind. Die Konzentration der benutzten Oxalsäure war in diesem

Tab. 10. Der Anstieg von pH (pH diff) in Oxalsäure im Vergleich zu der Verteilung von Eisen (Fe = Fe_2O_3) und Aluminium (Al = Al_2O_3) des Kolloidkomplexes im Profil.

Taul. 10. Oksalihapon pH:n nousu (pH diff.) verrattuna kolloidikompleksin raudan (Fe = Fe_2O_3) ja aluminin (Al = Al_2O_3) jakaantumiseen profilissa.

Tiefe *syvyys* cm	Fe %	Al %	pH diff	Fe %	Al %	pH diff	Fe %	Al %	pH diff	Fe %	Al %	pH diff	Fe %	Al %	pH diff
	Profilnummern — *profilien numerot*														
	1267			1270			894			1008			261		
0—5	0.80	**0.22**	**0.13**	0.75	**0.53**	**0.22**	0.07	0.01	0.02	0.06	0.05	0.19	0.02	+	0.06
5—10	1.32	0.21	0.08	**0.96**	0.40	0.21	1.33	**0.24**	**0.11**	**1.29**	0.66	1.03	1.73	0.47	0.95
10—15	**1.53**	0.17	0.09	0.80	0.26	0.11	**1.78**	0.17	0.06	1.06	**0.85**	**1.30**	**2.70**	1.53	2.10
15—20	1.13	0.14	0.09	0.88	0.26	0.07	1.37	0.18	0.04	0.95	0.76	1.15	1.19	**2.60**	**2.12**
20—25	1.00	0.12	0.09	0.93	0.25	0.05	1.52	0.16	0.05	0.92	0.50	0.71	0.57	0.80	1.30
25—30	1.04	0.11	0.07	0.46	0.22	0.05	0.83	0.09	0.03	0.82	0.58	0.78	—	—	—
30—35	1.20	0.13	0.07	0.41	0.19	0.05	1.01	0.14	0.02	0.79	0.63	0.90	0.54	0.21	0.87
40—45	1.21	0.11	0.06	1.04	0.19	0.04	0.88	0.10	0.01	0.77	0.51	0.71	0.50	0.09	0.80
	Profilnummern — *profilien numerot*														
	969			1043			1188			1219			1003		
0—5	0.08	+	0.07	**2.02**	1.05	1.71	**0.82**	0.37	0.95	0.02	+	0.01	0.03	0.03	0.02
5—10	0.16	0.06	0.08	1.37	1.41	2.00	0.76	0.34	0.87	0.02	0.03	0.01	0.03	0.07	0.03
10—15	**1.20**	1.00	1.19	1.48	1.70	1.95	0.71	0.69	1.04	**1.94**	1.71	1.91	0.24	0.41	0.05
15—20	0.64	**2.34**	**1.38**	1.56	**1.99**	**2.07**	0.70	**0.80**	1.27	0.76	**2.20**	**2.07**	0.52	**0.97**	**0.30**
20—25	0.30	0.37	0.41	1.13	1.48	1.96	0.65	0.77	**1.45**	0.43	1.11	1.41	**0.63**	0.93	0.28
25—30	0.16	0.25	0.28	0.77	1.21	1.80	0.50	0.54	0.98	0.51	1.06	1.22	0.56	0.78	0.24
30—35	0.18	0.32	0.43	0.66	1.32	1.69	0.48	0.29	0.60	0.47	0.95	1.00	0.38	0.53	0.16
40—45	—	—	—	0.56	1.06	1.56	0.73	0.38	0.78	0.59	0.90	1.28	0.57	0.19	0.10
	Profilnummern — *profilien numerot*														
	1006			1115			1252			1296 [1])			1425		
0—5	0.02	0.02	0.05	0.78	0.15	0.51	0.14	0.14	0.26	0.27	0.77	0.11	0.03	0.05	0.00
5—10	0.02	0.01	0.04	1.34	0.52	0.80	0.50	0.25	0.35	0.72	0.79	0.28	0.14	0.12	0.00
10—15	**1.93**	0.84	0.67	**1.44**	1.15	1.31	**2.14**	1.04	1.36	**0.81**	0.93	0.38	**3.81**	1.81	0.40
15—20	1.77	1.85	1.69	1.29	1.69	1.78	1.74	0.98	1.52	0.67	0.98	0.37	1.71	2.43	0.50
20—25	0.77	**3.02**	**1.98**	0.95	**2.38**	**2.01**	1.24	**1.66**	**2.11**	0.67	**1.14**	**0.46**	1.16	**2.46**	**0.59**
25—30	0.52	1.46	1.08	0.71	2.26	1.92	0.85	1.64	2.09	0.53	0.73	0.40	0.80	1.87	0.52
30—35	0.53	0.95	0.99	0.58	2.20	1.95	0.65	1.13	1.75	0.32	0.58	0.18	0.67	1.44	0.44
40—45	0.64	0.42	0.43	0.50	1.69	1.59	0.55	0.87	1.38	0.62	0.88	0.31	0.61	1.04	0.30
	Profilnummern — *profilien numerot*														
	975			1001			1284			1113			1165		
0—5	0.18	0.07	0.28	0.15	0.07	0.20	0.33	0.19	0.67	0.05	0.02	0.01	0.04	0.02	0.10
5—10	1.20	0.50	0.58	0.12	0.11	0.18	0.60	0.30	0.66	0.08	0.04	0.01	0.03	+	0.09
10—15	**1.37**	0.85	1.11	0.09	0.11	0.18	**0.96**	0.72	1.00	0.24	0.09	0.01	0.03	+	0.07
15—20	0.89	0.95	1.21	0.07	0.05	0.19	0.87	0.84	1.37	0.37	0.23	0.13	0.04	+	0.05
20—25	0.72	**1.30**	**1.32**	0.48	0.24	0.34	0.86	1.08	1.69	**0.55**	0.26	0.14	0.11	0.05	0.03
25—30	0.40	1.06	1.03	1.36	**1.27**	**0.40**	0.83	1.21	1.86	0.47	**0.28**	0.22	**2.26**	0.80	0.25
30—35	0.45	1.46	1.18	**1.54**	0.25	0.34	0.83	**1.37**	**1.95**	0.23	0.19	0.21	1.73	1.27	0.32
40—45	0.36	1.17	1.27	1.20	0.23	0.31	0.69	1.17	1.84	0.35	**0.27**	**0.35**	1.39	**1.41**	**0.37**

[1]) Die Probe aus 40—45 cm Tiefe rührt bei diesem Profil eigentlich aus der Tiefe von 35—40 cm her.

[1]) *Näyte syvyydestä 40—45 cm on tässä profilissa oikeastaan syvyydestä 35—40 cm.*

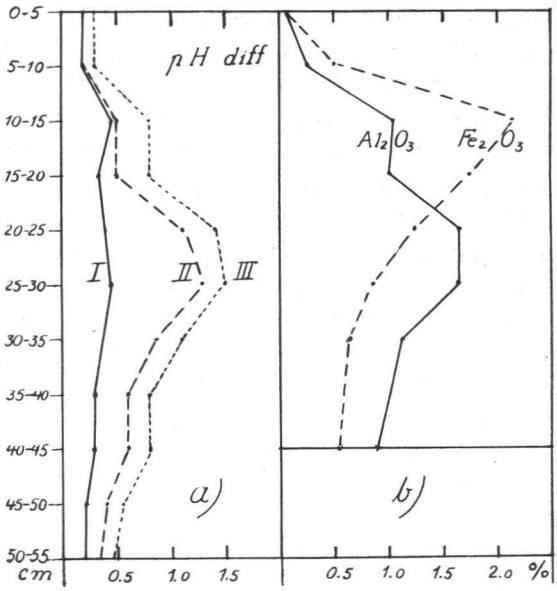


Abb. 4. Die Zunahme von pH in Oxalsäure (a) und die entsprechenden Aluminium- und Eisenmengen (b) des Kolloidkomplexes in Profil 1252. I, II und III entsprechen den verschiedenen Bestimmungsmethoden (vgl. mit dem Text).
Kuva 4. Oksalihapon pH:n nousu (a) ja vastaavat kolloidikompleksin aluminin ja raudan määrät (b) profilissa 1252. I, II ja III tarkoittavat eri määräysmetodeja (vrt. tekstiin).

Fall 0.1 n und pH ca. 1.80. Bei dem Versuch wurden die Verhältnisse derart verändert, dass bei einem Versuch pH der Boden-Oxalsäuresuspension ohne Schütteln des Gemisches nach 24 Stunden bzw. in gleicher Weise bestimmt wurde, wie es in allgemeinen bei diesen Bestimmungen geschehen ist. Bei der zweiten Probe wurde die Suspension ½ Stunde (im Apparat) geschüttelt und pH nach 24 Stunden bestimmt. Bei der dritten Probe wurde das Schütteln zweimal binnen der 24stündigen Zwischenzeit und die Messung zwei Tage nach dem ersten Schütteln ausgeführt. In Abb. 4, durch welche die Ergebnisse graphisch dargestellt werden, ist die erste Probe mit I, die zweite mit II und die dritte mit III bezeichnet. Wie zu ersehen, wirkt die Behandlungsweise der Probe besonders im Maximalpunkt der Gele (in erster Linie des Aluminiums) recht wesentlich auf die Ergebnisse ein.

5. Überblick über die Ergebnisse.

Nachdem nun die feuchten Hainwälder gemäss dem für die gesamte Arbeit aufgestellten Plan untersucht worden sind, haben meine

Studien zur Stratigraphie des Podsolprofils in dieser Form ihren Abschluss gefunden. Zwar setzen sich die Untersuchungen unter Befolgung derselben Methodik noch in den Hainwäldern fort, aber deren Boden ist im allgemeinen mehr oder weniger unausgewaschen.

Nach der Drucklegung von Teil II dieser Untersuchungsreihe haben Mattson und Lönnemark (1939), Lönnemark, Wiklander und Mattson (1940) sowie Larsen und Mattson (1941) in Schweden eine gewissermassen ähnliche Forschungsarbeit wie die nunmehr vorliegende — wenn auch viel schneller! — ausgeführt, denn sie haben ihre Untersuchungen an drei 5—6 m langen Bodenprofilen angestellt, von denen jedes eine hydrologische Reihe von trockenem Boden bis zu feuchtem Torfboden vertritt. Die Ergebnisse sind in mancher Hinsicht recht interessant. Zwar muss abfallender Boden (das feuchte Ende der Profile hat 1—2 m tiefer gelegen) als weniger geeignet für derartige Zwecke gelten, aber vielleicht hat dieser Umstand nicht störend auf die Ergebnisse eingewirkt. Mattson und Lönnemark (1939) berühren in demselben Zusammenhang auch die Entwicklung des Podsolprofils bei zunehmendem Alter des Bodens und erklären die Ergebnisse, zu denen ich selbst in dieser Hinsicht zuvor gekommen bin, im Lichte der isoelektrischen Verwitterungstheorie. Meinen Versuch, die Entwicklung des Podsolprofils durch eine schematische graphische Darstellung zu veranschaulichen (Aaltonen 1939), haben Mattson und Lönnemark etwas modifiziert, aber der Grundgedanke ist immerhin derselbe, und es handelt sich nur um die Veranschaulichung der Theorie in exakterer Form.

Die theoretisch interessanteste Erscheinung in diesem Zusammenhang ist zweifellos die oben angeführte Entwicklung des Podsolprofils bei zunehmendem Alter des Bodens. Als ich im Zusammenhang mit den Ergebnissen von Teil II der in Rede stehenden Untersuchungsreihe dieses Problem behandelte, bemerkte ich, dass seine Klärung ständiger Untersuchungen bedürfe, und dieselbe Bemerkung ist auch in diesem Zusammenhang zu wiederholen. Wie oben sich bereits gezeigt hat, kann das Material der feuchten Heidewälder seiner Heterogenität wegen nicht für den fraglichen Vergleich benutzt werden. Nach dem bei der Reichswaldschätzung der finnischen Wälder eingegangenen Beobachtungsmaterial, das in anderem Zusammenhang behandelt worden ist (Aaltonen 1941), erweist sich der A-Horizont in jungem Boden durchschnittlich dünner als in altem, aber auch dieses Material kann nicht als voll beweiskräftig gelten, und zwar teils darum, weil das Material nicht reichlich genug ist, teils aus dem Grunde, weil die Mittelwerte auch die ganz jungen,

noch mehr oder weniger unverwitterten Böden enthalten. Tatsache ist es jedenfalls, dass in jungen Böden dann und wann bedeutend dickere A-Horizonte als in alten, unter wenigstens in den Hauptzügen gleichartigen Verhältnissen, angetroffen werden. In Fällen, in denen z. B. der junge Sandboden des trockenen Heidewaldes stark ausgewaschen ist (Abb. 5), scheint es, dass er einmal früher feuchter



Abb. 5. Stark ausgewaschener, verhältnismässig junger, trockener, grober Sandboden, nahe der Station Harjavalta. Der B-Horizont ist schwach entwickelt, enthält aber doch in verhältnismässig reichlichem Masse Humus. (Photo von A. Muir.)

Kuva 5. Voimakkaasti huuhtoutunut, verraten nuori, kuiva, karkea hiekkamaa (läh. Harjavallan as.). B-horisontti kehittynyt heikosti, mutta sisältää silti humusta suhteellisen runsaasti. (Valokuv. A. Muir).

gewesen wäre, d. h. es handelte sich um Reliktboden, aber wenigstens vorläufig hat man in derartigen Fällen nicht feststellen können, warum die Feuchtigkeitsverhältnisse sich so gründlich verändert hätten.

Vom Standpunkt der Praxis bzw. der Fruchtbarkeit des Bodens aus ist vor allem die festgestellte Auswaschung des Kalkes beachtenswert, die zu einer Bodenverschlechterung führen muss. Ausser diesem, dass die Oberkrume fortgesetzt unfruchtbarer wird, führt die

Auswaschung des Mineralbodens dazu, dass die Zersetzung der Streu infolge des Mangels an den für die Mikroben erforderlichen mineralischen Nährstoffen und infolge der zunehmenden Azidität des Bodens sich verlangsamt. Die Beobachtungen weisen im allgemeinen darauf hin, dass vor allem die mineralogische Zusammensetzung des Bodens bestimmt, was für eine Humusschicht an jeder Stelle entsteht (Rohhumus, Moor oder Mull).

Insbesondere ist zu beachten, dass der Kalk unabhängig von der Podsolisation selbst ständig ausgewaschen zu werden scheint. Kieselsäure, Aluminium, Eisen und Kieselsäure sowie Humus werden im B-Horizont angereichert, aber beim Kalk ist keine entsprechende Anreicherung zu erkennen. Da auch die Menge der austauschfähigen Basen und der Elektrolyte im B-Horizont sehr gering ist, kann z. B. eine Bodenbearbeitung, bei welcher der B-Horizont mit dem A-Horizont vermengt wird, nicht von nennenswerter Wirkung auf den Nährstoffgehalt der Oberkrume sein. Mattson und Gustafsson (1935) bemerken, dass durch das Einmengen des B-Horizontes in die saurere Humusschicht und den A-Horizont die potentielle und aktuelle Azidität sowie der Kalkbedarf des Bodens abnehmen und die Tätigkeit der Mikroorganismen sowie die Zersetzung des Rohhumus gesteigert werden. Theoretisch verhält es sich denn auch zweifellos derart, aber eine länger andauernde, praktisch bedeutsamere Wandlung der Bodenfruchtbarkeit wird sich durch diese Mischung kaum erreichen lassen. Das einzige wirksame Mittel, stark ausgewaschenen Boden zu verbessern, ist die Kalkung.

ZUSAMMENFASSUNG FÜR REFERATE

V. T. Aaltonen, Zur Stratigraphie des Podsolprofils. III. Comm. instit. forest. Fenniae **29**, 7, 1941.

Die in der Veröffentlichung beschriebenen Untersuchungen bilden den dritten bzw. den die feuchten Heidewälder betreffenden Teil einer Forschungsarbeit, deren Zweck es gewesen ist, die Bodenbildung in Finnland aufzuklären. Aus den Resultaten für den anorganischen Kolloidkomplex geht jetzt wie auch früher hervor, dass in Podsolprofil das Eisen zuoberst, dann Aluminium und zutiefst Kieselsäure ausgefällt wird und dass sich aus jungem Boden verhältnismässig mehr Eisen als Aluminium auflöst. Unter den Bodenarten ist der Tonboden im allgemeinen am schwächsten ausgewaschen. Ausser Eisen, Kieselsäure und Aluminium (mit saurer Oxalatlösung) sind noch Humus, Kalk (mit 10 % HCl), austauschfähige Basen, Mineralindex, Elektrolyte sowie pH (in Wasser, in KCl, Na_2SO_4 und in Oxalsäure) bestimmt worden. Die Menge der austauschfähigen Basen ist ganz gering und verfolgt hauptsächlich den Humusgehalt. Vom Standpunkt der Praxis bzw. der Bodenfruchtbarkeit aus beachtenswert ist die Auswaschung des Kalkes, die eine fortgesetzte Verschlechterung des Bodens bedeutet. Die Vermischung des B-Horizontes mit dem A-Horizont und der Humusschicht schafft zwar in die Oberflächenteile des Bodens in gewissem Masse Nährstoffe und vermindert ihre Azidität, aber erst die Kalkung vermag stark ausgewaschenen Boden gründlicher zu verbessern.

Literaturverzeichnis

Aaltonen, V. T., 1935. Zur Stratigraphie des Podsolprofils. I. (Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. I.). Metsätiet. tutkimuslait. julk. — Comm. instit. forest. Fenniae, 20, 6.

—»— 1937. Einige pH-Bestimmungen in Waldböden. (Selostus: Muutamia pH-määräyksiä metsämaissa). Metsätiet. tutkimuslait. julk. — Comm. instit. forest. Fenniae, 25, 2.

—»— 1939. Zur Stratigraphie des Podsolprofils. II. (Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. II.). Metsätiet. tutkimuslait. julk. — Comm. instit. forest. Fenniae, 27, 4.

—»— 1941. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. (Zusammenfassung: Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung). Metsätiet. tutkimuslait. julk. — Comm. instit. forest. Fenniae, 29, 5.

Aarnio, B., 1938. Die Böden Finnlands. Verhandl. der II Kommiss. u. der Alkali-Subkommiss. der I. B. G., Helsinki, Teil A, S. 103—17.

Larsen, Holger u. Mattson, Sante, 1941. The pedography of hydrologic soil series: III. (Schwedische Zusammenfassung). The Annals of the Agric. Coll. of Sweden, Vol. 9, S. 222—38.

Lönnemark, Henning, Wiklander, Lambert u. Mattson, Sante, 1940. The pedography of hydrologic podzol series: II. (Schwedische Zusammenfassung). The Annals of the Agric. Coll. of Sweden, Vol. 8, S. 183—207.

Mattson, Sante u. Gustafsson, Yngve, 1935. The chemical characteristics of soil profiles: II. The mutual interactions of podzolic materials. (Schwedisches Resumé). From the Departm. of Soil Science of the Agric. Coll. of Sweden, Upsala, Vol. II, S. 1—30.

Mattson, Sante u. Lönnemark, Henning, 1939. The pedography of hydrologic podzol series. I. (Schwedisches Resumé). The Annals of the Agric. Coll. of Sweden, Vol. 7, S. 185—227.

von 'Sigmond, A. A. J., 1938. Ueber die chemische Charakterisierung der Böden, Verhandl. der II Kommiss. u. der Alkali-Subkommiss. der I. B. G., Helsinki, Teil B, S. 90—4.

Salminen, Antti, 1938. Maannostumisilmiöstä ja sen todellisesta merkityksestä meillä. (Summary: On the true meaning of podsolization in Finland). Suomen Kemistilehti A, S. 33—8.

—»— 1940. An error in estimating the quality and quantity of podzolization processes in Finland. (Selostus: Eräästä virheestä maannostumisilmiön laatua ja määrää arvosteltaessa Suomessa). Maataloustiet. Aikakausk. — Journal of the Scientif. Agric. Society of Finland, Vol. 12, S. 70—8.

Tamm, Olof, 1922. Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. — Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden. Meddel. från Stat. Skogsförsöksanst., 19, 4, S. 385—404.

—»— 1932. Ueber die Oxalatmethode in der chemischen Bodenanalyse (Sammanfattning: Om oxalatmetodens användning vid kemisk jordanalys). Meddel. från Stat. Skogsförsöksanst., 27, 1, S. 1—20.

Valmari, J. u. Europaeus, Ella, 1917. Sähkönjohtokyvyn määräämisen käyttö kemiallisissa maa-analyseissä. Eripain. Teknillisestä Aikakauslehdestä n:o 7—8.

Selostus

VALAISUA PODSOLIMAAN KERRALLISUUTEEN
silmälläpitäen varsinkin maan viljavuutta

III
Kosteat kangasmetsät

Tässä julkaisussa selostettavat tutkimukset muodostavat järjestyksessä kolmannen l. kosteita kangasmetsiä koskevan osan noin 10 vuotta sitten aloitetusta tutkimustyöstä, jonka tarkoituksena on ollut selvitellä maannostumista Suomessa, ja podsoliprofilin kerrallisuuteen kohdistetut tutkimukset on nyt tässä muodossaan suoritettu loppuun. Tutkimuksia tosin jatketaan saman työsuunnitelman mukaisesti vielä lehtometsissä, mutta niiden maa on kuitenkin yleensä enemmän tai vähemmän huuhtoutumatonta.

1. Tutkimusaineisto ja työmetodit.

Tutkimusaineisto on kerätty yleensä samaan tapaan kuin aikaisemminkin. Aineisto käsittää kaikkiaan 108 yksityiskohtaisesti tutkittua maaprofilia, ja niistä on otettu 1 193 maanäytettä laboratoriotutkimuksia varten.

Tutkittujen kosteiden kangasmetsien maa on ollut sekä maalajinsa että kosteussuhteidensa puolesta siksi vaihtelevaa, että aineistoa ei ole nyt voitu ryhmittää samaan tapaan kuin kuivissa ja tuoreissa kangasmetsissä. Yleiskatsauksen helpottamiseksi on osa aineistosta kuitenkin tälläkin kerralla jaettu ryhmiin, joille on laskettu kulloinkin kysymyksessä olleen arvon keskimäärä. Kuhunkin ryhmään, jotka on lueteltu taulukossa 1 (s. 6), on valittu muutamia profileja, jotka podsolisatioasteensa puolesta ovat pääpiirtein samanluontoisia, ja jotka, mikäli mahdollista, eivät maalajinsakaan puolesta ainakaan suuressa määrässä poikkea toisistaan. Huomattava on, että aineiston heterogenisuuden takia nuoria ja vanhoja maita ei nyt voida verrata toisiinsa samalla tavalla kuin aikaisemmin. Kosteussuhteet vaikuttavat siksi ratkaisevasti maannostumiseen, että myöskin ilmastollisten erojen merkitys jää niiden rinnalla syrjään.

Otetuista maanäytteistä on tehty seuraavat analyyttiset määräykset: epäorganisen kolloidikompleksin piihappo, alumini ja rauta, organinen C, kalkki (10 %:n suolahapolla), vaihtokykyiset emäkset (S), minerali-indeksi (= kivennäisten määrä, joiden ominaispaino on 2.68 tai suurempi), elektrolyyttipitoisuus (sähkönjohtokyvystä), pH vedessä, 1.0 n KCl:ssä, 0.01 n Na_2SO_4:ssa ja 0.1 n oksalihapossa, raekokoomus (1. mekaninen analyysi) ja vesikapasiteetti

(Vk). Osasta näytteitä on vielä määrätty hehkutushäviö, kalkki uuttamalla ammoniumkloridilla ja S-määräyksen dialysaateista kalipitoisuus.

2. Kolloidikompleksi.

Piihapon, aluminin ja raudan sekä organisen hiilen määräysten tulokset on esitetty taulukossa 3 (s. 20—1) eroitetuille maaryhmille laskettuina keskiarvoina. Samassa taulukossa on lisäksi mainittu vastaavat raefraktion <0.02 mm määrät ja vesikapasiteetti.

Tulokset ovat samat kuin aikaisemmin kuiville ja tuoreille kangasmetsille saadut sikäli, että podsoliprofilissa rauta saostuu ylinnä, sitten seuraa alumini ja syvimmälle huuhtoutuu piihappo. Kuten ennen niin nytkin analyysit osoittavat nuoresta maasta liukenevan rautaa suhteellisen runsaasti verrattuna aluminiin ja vanhassa maassa kyseessä oleva suhde on päinvastainen. Koko aineistoa tarkasteltaessa todetaan kuitenkin edellä mainitusta tuloksesta huolimatta, että aluminin maksimimäärä on varsinkin nuorten maiden profilissa usein ylempänä kuin raudan ja että se vasta maan vahentuessa siirtyy samalle tasolle tai syvemmälle kuin raudan maksimimäärä (taul. 4, s. 23—4).

Hienorakeisissa maissa ja varsinkin savimaissa näyttää yleensä hienoimpien raefraktioiden osuus kasvavan syvyyden mukana. Jos tällainen raekokoomuksen jakaantuminen käsitetään seuraukseksi hienoimpien maahiukkasten liettymisestä (A a r n i o 1938), on savimaitamme pidettävä syvälle huuhtoutuneina, mutta todennäköisempää on, että kyseessä olevien maiden raekokoomuksen mainittu laatu johtuu niiden geologisesta syntytavasta. Tässä yhteydessä käsiteltyjen ja aikaisemmin tuoreissa kangasmetsissä tehtyjen havaintojen mukaan savimaat ovat yleensä heikoimmin huuhtoutuneita maitamme.

3. Kalkki, vaihtokykyiset emäkset, minerali-indeksi ja elektrolyyttipitoisuus.

Kuten taulukosta 5 (s. 27) voi todeta, kalkin huuhtoutuminen on yleinen ilmiö kaikissa maaryhmissä. Valitettavasti tutkimuksia ei ole voitu ulottaa syvemmälle, ja siten jää epätietoiseksi, miten syvälle kalkin huuhtoutumista todella on tapahtunut. Tuoreissa kangasmetsissä oli Lapin maiden minerali-indeksi huomattavasti suurempi kuin muiden maaryhmien, ja vanhojen maiden indeksi oli yleensä vähän suurempi kuin nuorten. Nämä molemmat säännönmukaisuudet toistuvat suunnilleen samanlaisina nyt tutkituissa maissa (taul. 5).

Vaihtokykyiset emäkset on määrätty vain vanhoista maista (taul. 5). Niiden määrä on näissäkin varsin pieni ja näyttää seuraavan pääasiallisesti humuspitoisuuden vaihtelua. Kyseessä olevista aineista on tunnetusti kalkki tärkein ja tämä ilmenee nytkin tehdyistä analyyseistä. Muutamista näytteistä (dialysaateista) kokeeksi määrätty kalipitoisuus (taul. 7, s. 30) on aivan pieni, ja ammoniumkloridilla uuttamalla saadut kalkkimäärät ovat suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin S-arvot (taul. 6, s. 29). Sekä suolahappouutteen että ammoniumkloridiuutteen kalkkimäärät ja S-arvot näyttävät vaihtelevan suurin piirtein samansuuntaisesti.

Elektrolyyttipitoisuus (taul. 5), joka tässä yhteydessä on määrätty myöskin tuoreiden kangasmetsien maanäytteistä (taul. 8, s. 31), vaihtelee

yleensä melkoisesti näköjään muuten verraten samanlaisissakin oloissa. Yleisenä piirteenä voidaan kuitenkin todeta, että elektrolyyttejä on verraten runsaasti heti humuskerroksen alla ja että usein on toinen maksimi B-horisontin kohdalla. Elektrolyyttipitoisuuskin riippuu nähtävästi lähinnä humuspitoisuudesta.

4. Reaktio.

Reaktiomääräysten tulokset on esitetty taulukossa 9, s. 34—5. Paitsi vedessä, kalikloridissa ja oksalihapossa niinkuin aikaisemmin, pH on nyt määrätty myöskin Mattsonin suosittelemassa natriumsulfaattiliuoksessa.

Yhtä vähän kuin aikaisemmin ei vesi-pH:n ja KCl-pH:n väliseen eroon nähden nytkään voida todeta mitään aivan selvää, säännönmukaista vaihtelua, verrattuna johonkin muuhun tutkittuun maan ominaisuuteen. Ero näyttää kuitenkin yleensä heti humuskerroksen alla hieman suuremmalta kuin A-horisontin alaosassa ja usein on toinen maksimi pohjamaassa.

pH on KCl:ssa aina pienempi kuin vedessä, mutta Na_2SO_4:ssa se on joissakin tapauksissa suurempikin kuin vedessä. Eron luonne ja suuruus ei yleensä näytä olevan missään määrätyssä suhteessa muihin tutkittuihin maan ominaisuuksiin.

Oksalihapon pH-arvon nousun vaihtelu profilissa seuraa säännöllisesti seskvioksidien ja erityisesti aluminin jakaantumista. Esimerkkeinä mainittuja profileja, joissa aluminin ja raudan maksimimäärät ovat eri syvyyksissä (taul. 10, s. 36), verrattaessa toisiinsa on huomattava, että niistä on osa tuoreista kangasmetsistä ja osa kosteista, ja että edellisiä koskeneissa mittauksissa käytetyn oksalihapon normalisuus oli 0.02, mutta jälkimmäisessä tapauksessa se oli 0.1. (Profileista kuuluvat tuoreisiin kangasmetsiin 261, 969, 975, 1001, 1006, 1008, 1043, 1113, 1115, 1188, 1219, 1252 ja 1284, kosteisiin kangasmetsiin 894, 1003, 1165, 1267, 1270, 1296 ja 1425).

5. Yleiskatsaus tuloksiin.

Ilmiöistä ja problemoista, joita on esiintynyt edellä selostetuissa sekä aikaisemmin kuivissa ja tuoreissa kangasmetsissä suoritetuissa maannostumista koskeneissa tutkimuksissa ovat epäilemättä kiintoisimpia podsoliprofilissa maan vanhentuessa tapahtuvat kemialliset muutokset, ja niihin nähden ennen kaikkea se todento, että nuorten maiden A-horisontti yleensä näyttää paksummalta kuin vanhojen maiden. Kyseessä olevan tutkimussarjan toisen osan tulosten julkaisemisen jälkeen ovat Mattson ja Lönnemark (1939) muiden tutkimustensa ohella kosketelleet myöskin mainittua kysymystä ja huomauttaneet, että ne tulokset, joihin tässä suhteessa olen tullut aikaisemmista tutkimuksistani, ovat sopusoinnussa Mattsonin isoelektrisen rapautumisteorian kanssa. Vaikka näinkin olisi, ei problemaa kuitenkaan vielä voida pitää lopullisesti selvitettynä. Nyt tutkitut kosteiden kangasmetsien nuoret ja vanhat maat ovat, kuten edellä jo huomautettiin, siksi erilaisia, että niitä ei voida tässä yhteydessä verrata toisiinsa. Ei myöskään valtakunnan metsien toisen arvioinnin yhteydessä saatua aineistoa voida pitää täysin soveltuvana ja riittävänä tässä kysymyksessä olevaan vertailuun (Aaltonen 1941).

Käytännön l. maan viljavuuden kannalta ansaitsee ennen kaikkea huomiota todettu kalkin huuhtoutuminen. Piihappo, alumini, rauta ja humus

rikastuvat B-horisonttiin, mutta kalkin suhteen ei ole todettavissa mitään vastaavaa kasaantumista. Seurauksena on, että maa jatkuvasti laihtuu osaksi suoraan ravintoaineiden häviön takia, osaksi siten, että karikkeiden hajaantuminen hidastuu mikro-organismeille välttämättömien mineralisten ravintoaineiden niukkuuden ja maan happanemisen takia. Tehtyjen analyysien mukaan on B-horisontin vaihtokykyisten emästen ja elektrolyyttien määräkin siksi pieni, ettei m. m. maan muokkauksessa kysymykseen tuleva B-horisontin sekoittaminen A-horisonttiin ja humuskerrokseen voi sanottavasti muuttaa maan pintaosien ravintoainepitoisuutta. Humuskerroksen reaktio nähtävästi sekoituksesta muuttuu jonkin verran vähemmän happameksi, mutta lopulta vain kalkitus voi tehokkaammin parantaa voimakkaasti huuhtoutunutta maata.