METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN

JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

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

36

HELSINKI 1948, 1949.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN

JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

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

36

HELSINKI 1948, 1949.

Helsinki 1949. Valtioneuvoston kirjapaino

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE
36

36, 1 Lukkala, O. J., Metsäojien kunnossapito ..... 1— 56
Referat: Die Instandhaltung der Waldgräben ..... 57— 64
36, 2 Jäntti, August, Suomen aitarakenteet ..... 1— 40
Summary: Fences in Finland ..... 41— 42
36, 3 Mikola, Peitsa, On the physiology and ecology of Cenococcum graniforme especially as a mycorrhizal fungus of birch 1—101
Selostus: Cenococcum graniformen fysiologiasta ja ekologiasta erityisesti koivun mykoritsasienenä ..... 101—104
36, 4 Osara, N. A., Pöntynen, V., Erkkilä, E. E., Suomen puun käyttö ja metsätase ..... 1—156
Summary: Wood utilization and forest balance in Finland ... 157—166
36, 5 Aaltonen, V. T., Boden — Bodenkunde — Forstliche Bodenkunde. Begriffliches und Terminologisches ..... 1— 16
36, 6 Sisällysluettelo. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 1—36. — Index. — Inhaltsverzeichnis. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 1—36 ..... 1— 22

METSÄOJIEN KUNNOSSAPITO

DIE INSTANDHALTUNG DER WALDGRÄBEN

O. J. LUKKALA

HELSINKI 1948

Helsinki 1948. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällys.

Sivu

Johdanto 4
Suomen metsäojitustoiminnan historiikkia 4
Ojien kunnossapidon aikaisempia selvittelyjä 6
Esillä olevan julkaisun perusteita 7
Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa suoritettu ojien kunnon tarkastus 9
Eri kokeilualueiden ojien kunto 10
Ojan iän, syvyyden, luiskan ja putouksen vaikutus sen kunnon säilymiseen 12
Eri tekijäin osuus ojien kunnon huononemiseen 14
Vesoittuminen 14
Hakkuutähteet, karikkeet, irtoturpeet, kivet ja »pohjahaot» 16
Murtuminen, syöpyminen, pohjaliete, painuminen ja kynnyskohdat 18
Kasvillisuus 24
Vesivaot, sillat ja portaat sekä karja 28
Ojien kunnossapidon huomioiminen ojia suunniteltaessa ja kaivettaessa 30
Ojien suunnittelu 30
Ojien kaivu 33
Ojien perkauksen toimeenpano 35
Työjaksot 35
Urakka- vai päivätyö 36
Vesaaminen 37
Varsinainen perkaus 39
Puhdistus eli siivous — Pohjaus — Pohjaus ja luiskaus — Aukaistujen purojen perkaus — Työvälineet ja työskentelytapa
Vesivaot, sillat ja portaat 43
Ojien perkauksen hinnoittaminen 45
Havaintoja kesän 1946 ojanperkaustyömailta 45
Kesällä 1947 suoritettuja työaikakokeita 47
Jälkikatsaus 53
Kirjallisuutta 56
Referat 57

Johdanto.

Suomen metsäojitustoiminnan historiikkia.

Nimenomaan metsänkasvun parantamisen tarkoituksessa ryhdyttiin maassamme toimeenpanemaan ojituksia viimeksi kuluneen ja tämän vuosisadan vaihteessa. Valtion metsissä aloitettiin järjestelmällinen ojitustoiminta v. 1908 ja samoihin aikoihin rupesi ojia ilmestymään myös puutavarayhtiöiden metsiin. Yksityismetsissä oli siellä täällä kaivettu ojia jo aikaisemminkin, mutta varsinaiseen vauhtiin yksityismetsien suonkuivaus pääsi vasta ns. metsänparannuslain voimaan tultua v. 1929. Aste asteelta ojitustyöt laajenivat niin, että toiminnan huippuvuosina 1930-luvulla maassamme kaivettiin metsäojia yhteensä jopa 12 000 kilometriä vuosittain. Sotien takia metsäojitustyöt miltei keskeytyivät jo v. 1940 ja ovat siitä lähtien — parina kolmena viimeksi kuluneena vuonna suoritettuja ojien perkauksia lukuun ottamatta — olleet käytännöllisesti katsoen pysähdyksissä.

Vuoteen 1940 mennessä eri omistajaryhmien metsissä kaivettujen, tilastoihin merkittyjen ojien määrä, siihen mukaan luettuina myös aukaistut purot, näkyy taulukosta 1. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kohdalle on viety kaikki vuosien 1942 ja 1943 aikaisissa tutkimuslaitoksen kokeilualueissa olevat ojat, vaikka niistä tutkimuslaitoksen toiminnan alkuunpääsyä (1918) vanhemmat onkin kaivettu Metsähallituksen toimesta. Seurakuntien metsissä vuosijaksona 1931—1940 kaivetut ojat, yhteensä noin 1 344 km, ja puolustuslaitoksen hallinnassa olevissa metsissä samana vuosijaksona kaivetut ojat, yhteensä noin 53 km, sisältyvät Metsähallituksen sekä puolustuslaitoksen hallintaan siirtyneen, entisen Kankaanpään kokeilualueen ojat Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen ojituksiin. Yhtiöiden metsissä on taulukossa mainittujen lisäksi kaivettu ojia jo ennen vuosijaksoa 1921—1930, samoin yksityismetsänomistajien toimesta jo ennen metsänparannuslain voimaantuloa, mutta niiden määristä ei ole numeroita esitettävänä. Kuntien metsissä kaivettujen ojien määristä ei ole tietoja. Yhtä vähän on tietoa siitäkään, suuriko erä metsäojista on vuosien mittaan joutunut välittömästi viljelysten piiriin. Toistaiseksi ei ole myöskään laskettu, minkä verran metsäojia jäi rauhan teossa valtakunnan rajojen ulkopuolelle. Jos otaksumme ojituksia menetetyn samassa suhteessa kuin soitakin, siis noin 10 %, sekä pyöreästi arvioiden tilastojen ulkopuolelle jääneiden ja viljelysten piiriin joutuneiden ojien määrän, lienee maamme nykyisten rajojen sisäpuolella olevia metsän kasvatusta varten kaivettuja ojia ja aukaistuja puroja yhteensä noin 100 000 km.

Taulukko 1. Eri omistajaryhmien metsissä vuoteen 1940 mennessä kaivettujen ja perattujen, tilastoihin vietyjen ojien ja purojen määrä.

Tabelle 1. Die Menge der in den Wäldern verschiedener Eigentümergruppen bis 1940 ausgehobenen bzw. aufgereinigten, statistisch aufgenommenen Gräben und Bäche.

Vuosijakso *Jahresperiode*	Metsähallitus *Forstverwaltung*		Metsätieteellinen tutkimuslaitos *Forstliche Forschungsanstalt*		Yhtiöt *Aktiengesellschaften*		Yksityiset *Privatbesitzer*	Kaivettu yhteensä *Zusammen ausgehoben*
	kaivettu *ausgehoben*	perattu *aufgereinigt*	kaivettu *ausgehoben*	perattu *aufgereinigt*	kaivettu *ausgehoben*	perattu *aufgereinigt*	kaivettu *ausgehoben*	
	kilometriä — Kilometer							
—1910	257.6	6.5	20.1	—	—	—	—	277.7
1911—1920	2 158.6	8.6	23.4	1.7	—	—	—	2 182.0
1921—1930	5 628.0	1 229.6	104.9	56.5	10 155.4	2 602.1	492.8	16 381.1
1931—1940	25 140.0	6 018.3	490.5	234.1	16 139.1	7 538.8	42 783.6	84 553.2
Yhteensä *Insgesamt*	33 184.2	7 263.0	638.9	292.3	26 294.5	10 140.9	43 276.4	103 394.0

Niin kohta kun järjestelmällinen metsäojitustoiminta aloitettiin, oivallettiin myös ojien kunnossapidon välttämättömyys. Niinpä Metsähallitus määräsi suonkuivaustöiden suoritusta koskevassa kiertokirjeessään 5/3 1909: »Kaivetut ojat ja kanavat tulee hoitoalueen metsänhoitajan pitää kunnossa». Kiertokirjeessä 7/3 1913 annettiin ojien kunnossapidosta täydentäviä määräyksiä. Metsähallinnon johtosäännön mukaan vuodelta 1922 pidetään suurehkon suonkuivaustyön päätyttyä lopputarkastus, jolloin mm. ojien vastainen kunnossapito yleensä siirtyy aluehallinnon huoleksi. Nimenomaan vain ojien kunnossapitoa koskevassa kiertokirjeessään 19/10 1926 Metsähallitus on kehoittanut aluemetsänhoitajia huolehtimaan, että heidän hoitoalueissaan olevat ojat ovat asianmukaisessa kunnossa. Vuoteen 1940 asti valtionmetsien ojien kunnosta yleensä pidettiinkin jonkinlaista huolta, mutta sen jälkeen ojat saivat tunnetuista syistä jäädä usean vuoden ajaksi kokonaan hoitoa vaille. V. 1945 yritettiin ojien kunnostamistyöt panna taas käyntiin ja sitä seuraavina vuosina tätä toimintaa on pyritty yhä tehostamaan.

Jo ensimmäisen samoin kuin kaikkien myöhempienkin metsänparannusasetuksien säädösten mukaan keskusmetsäseurojen on huolehdittava, että heidän toimestaan kaivetut ojat pidetään kunnossa niin kauan kuin laina on kokonaan takaisin maksettu. Mikäli lainaa tai avustusta on myönnetty, ojat on pidettävä kunnossa vähintään 20 vuotta työn lopputarkastuksesta lukien. Jälkitarkastuksissa tehtyjen havaintojen perusteella laaditut tilastot (T a n t t u 1941) osoittavat mm., että Keskusmetsäseura Tapion toimesta kaivetut, vuosina 1935—40 tarkastetut ojat, yhteensä noin 9 400 km, jakaantuivat kuntoonsa katsoen kolmeen luokkaan siten, että kuntoluokkaan hyvä kuului 43 %, tyydyttävä 48 % ja huono 9 %.

Missä määrin ja milloin ojien perkauksia oli tarkastuksiin mennessä suoritettu, ei ole tiedossa, mutta todennäköisesti huomattava osa tarkaste-

tuista ojista, joista vanhimmat silloin olivat likimain 10 vuotta sitten kaivettuja, oli ollut koskematta kaivusta lähtien. Saadut luvut joka tapauksessa osoittavat, että ojien kunto oli säilynyt kohtalaisena tarkastusvuosiin asti. Sotavuosien aikana yksityismetsienkin ojat ovat jääneet hoitoa vaille, mutta v. 1946 keskusmetsäseurat ryhtyivät taas kiinnittämään metsänomistajien huomiota ojien kunnossapitoon.

Taulukon 1 numeroaineistoa tarkastaessa pistää silmään perattujen ojametrien pieni määrä kaivettuun ojamäärään verraten [1]). Niinpä Metsähallituksen ojista on tilastojen mukaan perattu yhteensä vain vajaa neljäsosa, yhtiöiden metsien ojista runsaasti kolmasosa sekä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen ojista vajaa puolet. Yksityismetsien ojien perkauksista ei ole numeroita esitettävänä. Joka tapauksessa suurin osa metsäojistamme, vaikka niiden joukossa jo v. 1940 oli 20—30 vuotta vanhoja, oli kaivun jäljiltä edelleen siinä tilassa, ettei niitä joko ollut tarvinnut perata tai että ne odottivat perkaajaansa.

Kuten edempänä edellytetään, metsäojat olisi perattava keskimäärin 6—8-vuotisin väliajoin. Siten menetellen maassamme tähän mennessä kaivettujen, vuosittain perattavien ojien yhteinen pituus voidaan arvioida noin 14 000 kilometriksi. Tämä merkitsee sitä, että 700—800 miestä saa neljän kesäkuukauden ajan olla metsäojia perkaamassa.

Ojien kunnossapidon aikaisempia selvittelyjä.

Ojien, metsäojienkin, kunnossapidosta on verraten runsaasti kirjoitettu ja ojien kuntoa ja kunnossapitokysymystä on osaksi selvitetty myös tieteellisin tutkimuksin. Kokkonen (1916) kiinnitti huomiota metsäojien syöpymisilmiöön, ja joitakin vuosia myöhemmin hän julkaisi laajan tutkimuksen (Kokkonen 1923), jossa yksityiskohtaisesti tarkastellaan ojien kuntoon vaikuttavia seikkoja. Mainittu tutkimus käsittelee pääasiallisesti viljelystarkoituksia varten kaivettujen väylien kunnossapysymistä ja vain vähässä määrin metsäojien kunnon säilymistä, mutta on silti perustavaa laatua myös metsäojien kunnossapidon kannalta.

Multamäki (1934) käsittelee valtion metsähallinnon Satakunnan suonkuivauspiiristä hankitun laajan aineiston perusteella tilastollisesti 4—20 vuotta sitten kaivettujen metsäojien mittojen ja muodon muuttuneisuutta. Saarinen (1935) julkaisi tutkimuksen metsäojien syöpymisestä, ja käsillä olevan julkaisun kirjoittaja (Lukkala 1939) esitti siihen astisten tutkimusten ja havaintojen perusteella katsauksen metsäojien kunnossapitokysymykseen yleensä. Tanttu (1941) julkaisee, kuten jo edellä mainittiin, tietoja Keskusmetsäseura Tapion toimesta yksityismetsissä suoritettujen ojien kunnosta sekä tarkastelee ojien kun-

[1]) Minkä verran perattuihin ojiin kuuluu ennen kaivettujen (aukaistujen) purojen perkauksia ei ole tiedossa.

nossapitokustannuksien vaikutusta metsäojituksen edullisuuteen. Myös alan oppikirjoissa (Hallakorpi 1917 ja 1932, Lundberg 1926, Lukkala 1931 ja 1947, Tanttu 1943, ym.) selvitellään ojien kunnossapidon yhteydessä huomioitavia näkökohtia ja metsäalan lehdistössä on tuon tuostakin esiintynyt kirjoituksia (Kaivola 1939 a ja b, Multamäki 1943, Salomaa 1946, Suominen 1946, ym.), joissa kiinnitetään huomiota metsäojien kunnossapidon välttämättömyyteen ja annetaan ohjeita töiden suoritusta varten. Mainittakoon myös Ruotsissa hiljattain ilmestynyt Jungstedtin (1946) kirjanen, jossa suoritettujen ojantarkastusten perusteella selvitellään metsäojien kunnon säilymistä ja kunnossapitoa.

Esillä olevan julkaisun perusteita.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa suoritettiin kesäkausina 1942 ja 1943 yksityiskohtaisen ohjelman mukainen ojien kunnon tarkastus. Tähän verraten suuritöiseen tehtävään ryhdyttiin, kun haluttiin saada suunnitelma kokeilualueiden ojien lähiajan perkaustöitä varten ja kun edellytettiin siten kertyvän aineistoa myös metsäojien kunnossapitokysymyksen selvittelyyn. Samassa yhteydessä tehtiin havaintoja toimeenpantujen ojitusten kuivatustehosta ja mahdollisesta täydentämisen tarpeesta, vaikkakaan näiden havaintojen tulokset eivät joudu käsillä olevassa julkaisussa esiteltäviksi. Ojien tarkastuksen kenttätyön suorittivat suontutkimusosaston metsäteknikot Aarne Rantalahti ja Toivo Välivuori.

Syksyllä 1946 osoitettiin Metsähallituksen eräille suonkuivausmetsänhoitajille ja useille suonkuivaustyönjohtajille sekä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueiden muutamille työnjohtajille joukko metsäojien kunnossapysymistä ja perkausta koskevia kysymyksiä. Näihin saapui useita asiallisia ja valaisevia vastauksia. Keväällä 1947 lähetettiin edelleen samoista suonkuivaustyönjohtajista niille, joiden tiedettiin tulevan suorittamaan ojien perkauksia kesällä 1947, esitys ja ohjeita ojien perkauksen työaikakokeita varten. Esityksen saaneista useimmat toimeenpanivatkin työmaillaan mainitunlaisia kokeita.

Ojien kunnossapidosta saamiaan kokemuksia ovat suontutkimusosastolle kirjallisesti selostaneet suonkuivausmetsänhoitajat Lauri Härö ja U. M. Pohjanpelto sekä suonkuivaustyönjohtajat, metsäteknikot K. J. Halonen, Tauno Kallio-Mannila, Yrjö Komu, T. J. Koskinen, H. L. Lammassaari, E. J. Mattila, S. J. Naakka, Väinö Nahkola, A. E. Pietikäinen, Juho A. Piironen, V. V. Päivinen, E. V. Saari, A. P. Toivonen, Heikki Tuupainen ja K. L. Välimaa. Nimenomaisia työaikakokeita suorittivat edellä mainituista Kallio-Mannila,

Komu, Mattila, Naakka, Piironen, Saari, Toivonen ja Välimaa. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueiden työnjohtajista ovat ojien perkauksesta esittäneet havaintojaan metsäteknikot Herman Anttila, Aleksi Ilmanen, Lauri Peltola, Arvo Varmola ja Viljo Vestala sekä työnjohtaja Eino Korhonen.

Täten kerätyn aineiston ja yhteisen kokemuksen perusteella laadittu tutkimusjulkaisu ilmestyy nyt ajan kohtana, jolloin poikkeuksellisten olojen takia jo vuosikaudet likimain täysin laiminlyötyyn metsäojien kunnostamiseen olisi toden teolla ryhdyttävä. Julkaisun tarkoituksena on esitellä metsäojien kunnon huononemiseen vaikuttavien tekijäin merkitystä ja ojien kunnossapidon yhteydessä huomioon otettavia näkökohtia sekä ennen kaikkea selvitellä pohjaa ja keinoja metsäojien perkauksen toistaiseksi hyvin vähän käsiteltyä etukäteen hinnoittelua varten.

Kaikki työhön osallistuneet, myös tutkimusapulainen Lyyli Ahola, joka suontutkimusosastolla pääosiltaan on suorittanut kokeilualueiden ojien tarkastuksessa kertyneen aineiston tilastokäsittelyn, sekä toimittaja Herbert Edelmann, joka on suorittanut saksannokset, ansaitsevat parhaat kiitokset.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa suoritettu ojien kunnon tarkastus.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa suoritettiin kesäkausina 1942 ja 1943, kuten jo edellä mainittiin, ojien kunnon yleinen tarkastus. Seuraavassa selostetaan lyhyesti tämän tarkastuksen tuloksia ja sen perusteella saavutettuja, ojien kunnon säilymistä ja kunnossapitokysymystä valaisevia havaintoja.

Ojat tai ojien osat jaettiin silloiseen tilaansa katsoen viiteen eri kuntoluokkaan seuraavasti:

I. Hyvä. Oja kaikin puolin tarkoitustaan vastaavassa kunnossa.
II. Tyydyttävä. Vedet virtaavat suurin piirtein esteettömästi.
III. Välttävä. Ojassa veden kulkua haittaavia esteitä, kuten turvelohkarita, irtokiviä, pohjalietettä ja kasvillisuutta, joten perkaus, vaikkakaan ei yhtäjaksoinen, on tarpeen.
IV. Huono. Ojan kunto käynyt siksi huonoksi, että sen yhtäjaksoinen perkaus pohjaamalla ja paikoin sivuluiskiakin uusien on välttämätön.
V. Erittäin huono. Oja miltei umpeutunut tai sen kunto erilaisista syistä perin huono, joten perusteellinen perkaus on viivyttelemättä toimeenpantava.

5-asteista kuntoluokitusta käytettäessä väliasteet osoittautuivat yleisiksi, minkä johdosta ojien kuntoluokkien lukumäärä, kuten edempänä (siv. 47—48) esitetään, onkin ojien perkauksen hinnoittelua varten kohotettu kymmeneen.

Kuntoluokan lisäksi merkittiin muistiin ojan kuntoa huonontanut tekijä tai tekijät, sillä useimmiten sellaisia oli samalla ojan osalla useitakin. Tämän haitan laadun, kuten sitä nimitettiin, perusteella saattoi, sikäli kuin se jyrkästi poikkesi samaankin kuntoluokkaan luetun ojan tai ojan osan eri kohdilla, käydä tarpeelliseksi erotella vielä ojan pätkiä, jotka saivat oman kuvauksensa. Lisäksi oli tällöin huomioitava ojan koon, putouksen ja ojaa reunustavan suotyypin jyrkähköt muutokset. Erikseen kuvattavien ojien ja ojan osien erottelu kävi yleensä päinsä karttojen ja ojitussuunnitelmaan liittyvien asiakirjojen perusteella, joihin mm. ojien yhtymäkohdista on tehty merkintöjä. Kun kokeilualueissa on kaivun aikana yleensä nostettu ojapaalut samalle kohdalle ojan reunalle, oli näistäkin uudempien ojien varsilla apua ojia pätkiteltäessä. Useassa tapauksessa oli turvauduttava myös askeltamiseen tai muunlaiseen mittaukseen.

Haitan laatuina huomioitiin seuraavanlaiset tekijät:

1. Vesoittuminen, erikseen luiskien ja ojan reunojen osalta, sekä vesakon laatu.
2. Hakkuutähteet. Mahdollisista risusilloista tehtiin myös merkintä.
3. Karikkeet, puista varisseet oksat, lehdet jne.
4. Turvelohkareet, kivet ja »pohjahaot».
5. Murtuminen.
6. Syöpyminen.
7. Pohjaliete.
8. Painuminen ja kokoon puristuminen.
9. Kasvillisuus, ojien »heinittyminen», ruohoittuminen ja sammaloituminen.

Edellä olevan luettelon nimikkeiden perusteella voidaan jo päätellä, mitä eri haitan laaduilla tarkoitetaan. Yksityiskohtaisemmin asia selviää jäljempänä olevasta luvusta, jossa käsitellään ojien kuntoa huonontavia tekijöitä. Havaintoja tehtiin myös vesivakojen kunnosta ja tarkoituksenmukaisuudesta sekä silloista ja portaista. Karjan ojille tuottama tuho oli eräänä ohjelman mukaisena haitan laatuna, mutta kun sitä ei kokeilualueissa todettu, on se jätetty edellä olevasta luettelosta samoin kuin tilastotaulukoista pois.

Paitsi haitan laatua pyrittiin erottamaan myös sen määrä. Tässä tarkoituksessa käytettiin asteita 1—3, esimerkiksi ht 1 = hakkuutähteitä vähän, ht 2 = runsaasti, ht 3 = erittäin runsaasti.

Tarkastuksen aikaisissa (1942—1943) kokeilualueissa oli ojia yhteensä 638 878 m. Punkaharjun ja Kolin kokeilualueiden ojat, joita on yhteensä 35 079 m, jäivät tässä yhteydessä tarkastamatta. Koko tarkastetusta ojamäärästä, joka oli 551 872 m, oli kangaskorvissa 17 %, muissa korvissa 20 %, korpikankailla 6 %, kangasrämeillä 13 %, muilla rämeillä 28 %, rämekankailla 5 %, nevoilla 9 % sekä kankailla 2 %.

Eri kokeilualueiden ojien kunto.

Taulukosta 2 näkyy niissä kokeilualueissa, joissa tarkastuksia suoritettiin, kaivettujen ja perattujen ojien yhteinen pituus sekä tarkastettujen ojien, joita oli 97 % ojien koko määrästä, jakaantuminen eri kuntoluokkien kesken. Siihen on merkitty myös, minä vuosina ojat on kaivettu sekä minä vuosina niitä on perkailtu.

Perattu ojamäärä vaihtelee kaivettuun ojamäärään verraten suuresti ja yleensä tietenkin siten, että kuta vanhempia kokeilualueen ojat ovat, suhteellisesti sitä suurempi on perattujen ojien yhteinen pituus. Siten Vilppulan kokeilualueessa, jossa on kaivettu ojia jo vuodesta 1909 alkaen, perattu ojapituus on lähes yhtä suuri kuin kaivettu. Vesijaon kokeilualueessa, jossa osa ojista on vieläkin vanhempia, perattu ojamäärä on yli kaksinkertainen kaivettuun verraten. Viimeksi mainitussa kokeilualueessa ojat ovatkin yleisesti tulleet kahteen ja eräät jo kolmeenkin kertaan peratuiksi. Anajoen ja Kymölän kokeilualueissa perattujen ojien suuri määrä

Taulukko 2. Eri kokeilualueiden ojien kunto vuosina 1942 ja 1943 suoritettujen tarkastuksien mukaan.

Tabelle 2. Zustand der Gräben in den verschiedenen Versuchsrevieren nach Besichtigungen i. d. J. 1942 und 1943.

Kokeilualue *Versuchsrevier*	Tarkastetut ojat *Besichtigte Gräben*		Ojista perattu *Von den Gräben aufgereinigt*			Ojien kunto *Zustand der Gräben*				
	kaivettu vuosina *Jahr der Anlage*	yht. metriä *Zusammen m*	vuosina *Jahr*	metriä *Meter*	%	hyvä *gut*	tyydyttävä *befriedigend*	välttävä *mittelmässig*	huono *schlecht*	erittäin huono *sehr schlecht*
						%				
Kivalo	1931—38	93 186	1933—39	10 153	11	32	48	17	2	1
Pyhäkoski	1930—40	98 984	1931—39	5 435	5	2	15	58	25	—
Vilppula	1909—40	107 163	1915, 1921—39	94 683	88	8	28	33	24	7
Vesijako	1906—14, 1923—40	45 192	1923—40	119 220	264	1	8	50	40	1
Häädetjärvi	1937—38	7 412	—	—	—	14	23	42	21	—
Solböle	1929—39	14 016	1930—40	5 098	36	9	31	33	25	2
Ruotsinkylä	1924—38	33 385	1926—40	18 694	56	2	17	38	42	1
Lapinjärvi	1936—39	21 443	1938	120	.	6	18	60	15	1
Pohjankangas	1932—37	20 056	1932—37	949	5	8	8	36	41	7
Anajoki ja Kymölä	1926—39	19 375	1926—39	10 410	54	14	—	68	18	—
Raivola	1921—39	91 660	1922—37	24 818	27	9	5	58	28	.
Yhteensä — *Insgesamt*	1906—40	551 872	1915—40	289 580	52	11	21	43	23	2

johtuu maalajisuhteista, sikäläisistä ojista kun enin osa sijaitsee ohutturpeisilla savimaan soistumilla. Häädetjärven ja Lapinjärven kokeilualueiden ojat olivat tarkastusta suoritettaessa siksi uusia, ettei niitä ole siihen mennessä vielä ennätetty perata.

Eri kokeilualueiden ojien kunto vaihtelee huomattavasti. Siten Kivalon kokeilualueen ojista, jotka ovatkin suhteellisen nuoria, ja joista jo ensimmäisen 10-vuotiskauden aikana perattiin 11 %, kokonaista 80 % kuuluu kahteen parhaaseen ja vain 3 % kahteen huonoimpaan kuntoluokkaan. Toisaalta taas esimerkiksi Vesijaon ojista, joista iso osa on hyvin vanhoja, jo Evon metsäopiston aikuisia, kahteen parhaaseen kuntoluokkaan on voitu lukea vain 9 % ja kahteen huonoimpaan 41 %. Myös Ruotsinkylän kokeilualueessa on runsaasti huonokuntoisia ojia ja puolustuslaitoksen hallintaan keväällä 1935 siirtyneessä entisessä Pohjankankaan kokeilualueessa, jossa tutkimuslaitoksella on tosin edelleen oikeus jatkaa koe- ja tutkimustoimintaansa, ojista kuului lähes puolet kahteen huonoimpaan kuntoluokkaan.

Vaikka kokeilualueiden ojituksista on pyritty pitämään hyvänlaista huolta, kuului niistä keskimäärin vain 11 % hyväkuntoisten sekä 21 % tyydyttäväkuntoisten luokkiin. Erittäin huonokuntoisia oli tosin vain nimeksi (2 %), mutta huono- ja erittäin huonokuntoisten luokkiin yhteensä kuului 25 % koko ojamäärästä, jota paitsi välttävässä kunnossa oli 43 %. Suoritetun tarkastuksen mukaan kokeilualueiden

Taulukko 3. Eri-ikäisten, eri syvyisten, eri luiskaisten ja eri putouksisten ojien jakaantuminen kuntoluokkiin.

Tabelle 3. Verteilung ihrem Alter, der Tiefe, dem Böschungswert sowie dem Gefälle nach verschiedener Gräben auf die verschiedenen Zustandsklassen.

	Yhteinen pituus m *Zusammenger. Länge m*	Kuntoluokka — *Zustandsklasse*				
		Hyvä *Gut*	Tyydyttävä *Befriedigend*	Välttävä *Mittelmässig*	Huono *Schlecht*	Erittäin huono *Sehr schlecht*
		%				
Kaivuvuosi *Jahr der Anlage*						
1921—1925	10 745	11	15	34	40	—
1926—1930	14 801	15	16	45	24	—
1931—1935	141 456	7	2	55	35	1
1936—1940	92 196	4	25	61	10	—
Syvyys, cm — *Tiefe, cm*						
—60	58 497	4	8	65	21	2
61—80	87 423	6	10	59	25	—
81—100	58 861	8	12	53	27	—
101—120	30 745	8	20	44	28	—
121—	23 672	6	16	47	31	—
Luiska — *Böschungswert*						
1/0.5—1/0.6	43 953	3	26	45	26	—
1/0.7	36 499	2	14	46	38	—
1/0.8	148 703	5	8	62	24	1
1/1.0	30 043	19	5	58	17	1
Putous — *Gefälle*						
—0.002	117 738	3	13	54	29	1
0.0021—0.005	40 540	4	11	58	27	—
0.0051—0.010	17 860	12	8	62	17	1
0.011—	23 938	19	5	61	14	1
Yhteensä — *Insgesamt*	259 198	6	12	56	25	1

ojista 68 % oli perkauksen tarpeessa. Perattavasta ojamäärästä arvioitiin 23 % odottavan helppotöistä siivousta, 29 % pohjausta sekä 16 % pohjausta ja luiskausta (vrt. s. 39).

Näinkin suuri heikkokuntoisten ojien määrä saa osaksi selityksensä sen perusteella, että tarkastusvuosiin (1942 ja 1943) mennessä oli jo kulunut 3—4 vuotta, joiden aikana perkaukset oli laiminlyötävä. Jos kyseinen tarkastus olisi suoritettu vielä 3—4 vuotta myöhemmin, tulos olisi — perkaukset kun saatiin edes jonkinlaiseen käyntiin vasta v. 1946 — osoittautunut ojien kunnon suhteen vieläkin huonommaksi. Mitä sitten maamme metsäojien — kaikki omistajaryhmät huomioon ottaen — nykyiseen (1948) kuntoon tulee, tuskin erehdytään, kun päätellään, että ojien kokonaismäärästä ainakin $^3/_4$ on perkauksen tarpeessa.

Ojan iän, syvyyden, luiskan ja putouksen vaikutus sen kunnon säilymiseen.

Tarkastuksissa kerääntyneen aineiston perusteella on koetettu selvitellä, mikä vaikutus ojan iällä, syvyydellä, luiskalla ja putouksella on

ojien eri kuntoluokkiin jakaantumiseen. Taulukossa 3 esitetään yhdistelmä tämän selvittelyn tuloksista. Siinä mainitut ojan syvyys, luiska ja putous ovat ojitussuunnitelmista saatuja, joiden mukaisiksi ojat siis on alunperin kaivettu. Kyseiseen runsaasti aikaa vaatineeseen ja sittenkin verraten vähän sanovaan tilastokäsittelyyn ei ole otettu mukaan koko aineistoa.

Taulukon numerojen perusteella havaitaan ensiksikin, että tähän tilastoon sisältyvistä ojista lähes $^2/_3$ on kaivettu 5-vuotiskautena 1931—1935, lähes $^1/_3$ sitä seuraavana ja vain vähäinen määrä vuoteen 1930 mennessä. Edelleen kiintyy huomio siihen, että 65 % ojien koko määrästä on kaivettu 1/0.8-luiskin, sekä että 47 % kyseisistä ojista on sellaisia, joissa putous on korkeintaan 0.002 (2 ‰).

Ojan iän merkitys ei osoittaudu, kun ojia on välillä perkailtu, ojien kuntoluokkiin jakaantumiseen katsoen mitenkään ratkaisevaksi. Tässä yhteydessä myös perkausvuoden huomioiminen ei ole ollut mahdollista sen takia, että tiedot yksityisiin ojiin kohdistuneiden perkausten vuosimääristä eivät ulotu kauas taaksepäin.

Ei myöskään ojan syvyydellä tai edes sivuluiskalla ole puheena olevan tilaston mukaan mitään suuntaa antavaa vaikutusta ojan kunnon säilymiseen. Putouksen merkitys sen sijaan on varsin selvä. Hyväkuntoisten ojien suhteellinen osuus lisääntyy ja huonokuntoisten osuus päinvastoin vähenee putouksen suuretessa. Taulukossa mainittujen numerojen lisäksi on syytä vielä mainita, että ojista (yhteensä 6 078 m), joissa putous on 0.021 tai sitä suurempi, kuuluu hyväkuntoisten luokkaan 21 %. Toisaalta on myös todettava, että niinkin heikolla putouksella kuin korkeintaan 0.001 varustetut ojat, jollaisia tilastoon sisältyvistä ojista on lähes 10 %, eivät sentään osoittaudu poikkeuksellisen huonokuntoisiksi.

Ojien kuntoa vertailtiin myös sen perusteella, kuinka eri kuntoluokkien ojat jakaantuivat eri tyyppiryhmien kohdalle. Tässä suhteessa tarkastelu mm. osoitti, että hyväkuntoisia ojia oli korpimailla 10 %, rämeillä 4 % ja nevoilla vain 1 %. Tällainen jakaantuminen saa selityksensä sen perusteella, että korpien ojissa putous on keskimäärin vähän parempi kuin rämeitten ojissa sekä että nevaojissa putous on keskimäärin heikoin.

Eri tekijäin osuus ojien kunnon huononemiseen.

Ojien tarkastuksen yhteydessä merkittiin muistiin, kuten edellä on selostettu, myös ojien kuntoa huonontaneet tekijät, ns. haitan laatu. Taulukosta 4 selviää, minkälaiset ja missä runsaussuhteissa eri tekijät ovat eri kuntoluokkiin vietyjen sekä eri suurella luiskalla ja putouksella varustettujen ojien kuntoa huonontaneet. Taulukon 4 aineisto on sama kuin taulukkoon 3 sisältyvä.

Jo yleissilmäys taulukkoon osoittaa, että vesoittuminen, murtuminen ja kasvillisuus esiintyvät valtavasti yleisimpinä ojien kuntoa huonontavina tekijöinä. Muiden tekijäin merkitys osoittautuu niihin verraten vähäiseksi.

Vesoittuminen.

Vesoittumisella tässä yhteydessä tarkoitetaan ojien luiskiin ja reunoille ei vain vesoina, so. vesasyntyisesti nousseita puita ja pensaita, kuten koivua, leppää, pihlajaa, pajua ym., vaan myös äsken mainittujen samoin kuin havupuidenkin siemensyntyisiä yksilöitä. Vesakoksi luetaan myös ojien reunoille noussut haitallisen korkea, ojaan kallistuva vaivaiskoivun ja suopursun varvusto sekä vatukko, vieläpä isokokoiset saniaistuppaatkin.

Vesoittumista todettiin esiintyneen 64 %:n matkalla tutkitusta ojapituudesta. Tästä oli määrältään heikkoa 37 %, kohtalaista 21 % ja voimakasta 6 %. Eri kuntoluokkien ojien suhteen huomio kiintyy siihen, että hyväkuntoistenkin ojien reunoilla on esiintynyt vesoittumista varsin yleisesti. Jos vesoittumisen määrän asteetkin, jollaisia — kuten edellä on selostettu — myös erotettiin, esiintyisivät taulukossa, havaittaisiin, että vesoittumisen voimakkuus kylläkin lisääntyy ojan kuntoasteen huonontuessa.

Ojan sivuluiskan vaikutus vesoittumiseen on ilmeinen. Luiskan loivetessa nimenomaan itse luiskan vesoittuminen käy asteittain yleisemmäksi ja voimakkaammaksi. Putouksen merkitys on vähäinen. Ojat, joissa putous on hyvin heikko, ovat tosin osoittautuneet heikoimmin vesoittuneiksi. Tämä saa selityksensä lähinnä sen perusteella, että heikoimmat putoukset ovat runsaimmin edustettuina yleensä niukahkosti vesoittuneilla nevoilla, joiden tarkastetuista ojista putous on korkeintaan 0.002 noin 70 %:n matkalla.

Taulukko 4. Eri kuntoluokkien, eri luiskaisten ja eri putouksisten ojien jakaantuminen haitan laadun mukaan.

Tabelle 4. Verteilung der ihrem Zustand, dem Böschungswert sowie dem Gefälle nach verschiedenen Gräben auf die verschiedenen Fehlergruppen.

Kuntoluokka — *Zustandklasse*	Yhteinen pituus m *Zusammenger. Länge m*	Haitan laatu — *Art des Fehlers*								
		Vesittyminen *Schlämmbildung*	Hakkuutähteet *Hiebsreste*	Karikkeet *Streu*	Irtoturpeet, kivet ym. *Torfklumpen, Steine usw.*	Murtuminen *Seitenbruche*	Syöpyminen *Erosion*	Pohjaliete *Bodenschlamm*	Painuminen *Setzung des Bodens*	Kasvillisuus *Vegetation*
		%								
Hyvä — *Gut*	15 969	58	6	3	—	77	62	.	—	70
Tyydyttävä — *Befriedigend*	30 271	21	.	5	1	71	1	4	8	80
Välttävä — *Mittelmässig*	145 349	69	9	5	1	81	—	4	5	89
Huono — *Schlecht*	65 951	76	7	4	—	77	.	6	8	90
Erittäin huono — *Sehr schlecht*	1 658	65	9	—	—	38	—	24	24	96
Luiska — *Böschungswert*										
1/0.7	80 452	58	5	5	1	78	2	3	7	86
1/0.8	148 703	61	8	4	1	73	5	4	5	85
1/1.0	30 043	87	4	8	—	87	14	7	—	95
Putous — *Gefälle*										
—0.002	120 869	58	4	4	1	75	1	5	7	84
0.0021—0.005	72 137	65	5	6	1	76	5	5	5	85
0.0051—0.010	41 618	72	13	4	1	80	11	1	2	88
0.011—	24 574	64	10	5	.	72	16	1	1	82
Yhteensä — *Insgesamt*	259 198	64	6	5	1	78	5	4	5	87

Kun havainnot tehtiin erikseen luiskien ja ojan reunojen vesittumisesta, voidaan mainita, että vesittuminen oli kumpaisenkin kohdalla jokseenkin yhtä yleistä, mutta vesittumisen voimakkuudessa oli eroa sikäli, että vesittuminen jakaantui asteisiin heikko, kohtalainen ja voimakas luiskien kohdalla suhteissa 55 %, 8 % ja 1 %, mutta ojan reunojen kohdalla suhteissa 36 %, 22 % ja 6 %. Vesittuminen oli siis ojien luiskissa paljon heikompaa kuin ojien reunoilla.

Vesakon ilmestymisen nopeus ja runsaus riippuvat ojan reunojen valaistussuhteista sekä ennen kaikkea niiden ravintopitoisuudesta, mikä on yleensä kiinteässä suhteessa perusmaan läheisyyteen ja laatuun. Herkimmin vesittuvat ohutturpeiset, paljaaksihakatut korvet, joissa ojien reunoille ja luiskiin ilmestyy nopeasti, 3—4 vuodessa, 0.5 à 1 m:n, 5—6 vuodessa jopa 2—3 m:n korkuista koivun ja eräissä tapauksissa myös harmaalepän tai muuta vesakkoa. Korkeata metsää kasvavien korpien ojanreunat vesittuvat hitaammin ja heikommin. Niissä etupäässä vain kuusen alut sekä mahdollisesti myös leppä ja paju muodostavat vesakon. Ojan etelä-pohjoinen suunta tällaisissa tapauksissa jonkin verran edistää vesittumista. Voimakasta vesittuminen on myös paraslaatuisilla, etenkin

ohutturpeisilla, harvametsäisillä rämeillä samoin kuin hyvillä nevoillakin. Mikäli itse suolle pystyy nousemaan koivua, nousee sitä erittäin runsaasti juuri ojien varsille. Laihemmilla ja paksuturpeisilla rämeillä ja nevoilla vesoittuminen on hidasta ja hajanaista sekä pääasiallisesti vain männyn nuorennosta käsittävää. Näillä sen sijaan vaivaiskoivu ja suopursu, varsinkin ensin mainittu, saattavat muodostaa ojien reunoille tuuheita varvustoja, jotka lumen painamina taipuvat ojiin siten huomattavasti jouduttaen niiden tukkeutumista.

Hakkuutähteet, karikkeet, irtoturpeet, kivet ja »pohjahaot».

Hakkuutähteitä ja risusiltoja unohtui jo ennen sotia ojiin luvattoman paljon ja sotavuosina sekä niiden jälkeen käytäntö on siinä suhteessa yhä huonontunut. Saattaa tavata esimerkiksi paljaaksihakattujen korpien ojia, jotka ovat olleet vuosikausia risuja täynnä. Ja vaikkei hakkaus olisi ollut aivan paljastavaakaan, on hakkuutähteitä nimenomaan juuri ojissa runsaasti. On selvää, mitä tämä ojien kunnolle merkitsee. Vielä tuhoisampia ovat ajoja varten tilapäisesti tehdyt täyttösillat. Niiden taakse saattaa etenkin heikkolaskuisilla kohdilla pysähtyä lietteitä jopa satojen metrien matkalla. Näin ojan kuivatusteholle aiheutetun vahingon ja ojan perkaajalle tuotetun työmäärän suuruus on helposti käsitettävissä. Metsän hakkuuttajien ja ajattajien mainitunlaisista laiminlyönneistä, jotka olisi hakkuuttajan toimesta poistettava ojista jo samana talvena tai viimeistään seuraavana keväänä, on paljon puhuttu, mutta siihen näyttää olevan mahdotonta saada parannusta aikaan.

Hakkuutähteitä todettiin kokeilualueidenkin ojissa olevan melkoisen yleisesti, 6 %:n pituudella koko tarkastetusta ojamäärästä. Kun näidenkin esiintymisen runsaus osoitettiin asteikolla 1—3, oli niitä niukasti 4 %:n, kohtalaisesti 2 %:n ja runsaasti vain 0.2 %:n ojapituudella. Kuntoluokkaan hyväkin luetuissa ojissa on voitu merkitä olevan hakkuutähteitä — tosin vain niukasti — 6 %:n matkalla niiden koko pituudesta. Hakkuutähteitä on tietenkin etupäässä vain metsäisten suotyyppien ojissa. Tämän perusteella saa myös selityksensä hakkuutähteiden niukkuus heikkojen putousten kohdalla.

Tässä yhteydessä on syytä mainita myös myrskyn ojien yli tai aivan ojiinkin kaatamat puut, jotka olisi poistettava ennen kuin ne oksistoineen ennättävät muodostua esteiksi veden vapaalle kululle.

Karikkeiden, so. puista ojiin varisseiden oksien, lehtien jne. merkitys on suhteellisen vähäinen. Niitä on todettu olleen 5 %:n matkalla tarkastetusta ojapituudesta, mutta lähes kauttaaltaan vain asteen 1 mukaisesti, siis niukasti. Karikkeiden kuten hakkuutähteidenkin yleisyys on

selvässä suhteessa ojan varren metsäisyyteen. Siten niitä on esimerkiksi korpikankaitten ojissa 26 %:n ja rämekankaitten ojissa 12 %:n matkalla, korpien ojissa 7 %:n ja rämeitten ojissa vain 3 %:n matkalla.





Kuvat 1 ja 2. V. 1914 kaivettuja ojia, vasen varsinaiseen korpeen, oikea isovarpuiselle rämeelle. Vesi seisoo ojissa hakkuutähteiden ja muiden esteiden takia. Savonlinnan hoitoalue, Säämingin valtionmaa. Valok. 1934 Arthur Bockström.
Abb. 1 und 2. Im Jahre 1914 ausgehobene Gräben, links in normalem Bruchmoor, rechts in einem Zwergstrauchmoor. Die freie Passage des Wassers ist durch Hiebsreste u. dgl. m. verhindert. Forstrevier Savonlinna. 1934.

Hyväkuntoisissakin ojissa siellä täällä tavattavien oksien lisäksi jokseenkin yleisesti esiintyvän ohuehkon lehtikarikkeen poistaminen olisi hyödyksi varsinkin niukkavetisistä ja heikkolaskuisista ojista, joihin ne yleensä jäävät kevättulvista huolimatta.

Irtoturpeiden ja kivien merkitys on karikkeitakin vähäisempi. Etenkin ensin mainittuja ojissa on vähän. Luiskista roudan tai muiden syiden takia ojiin vierähtäneitä kiviä tapaa siellä täällä kivennäismaiden kohdalla. Niiden veden kulkua haittaava ja ojien kuntoa pilaava vaikutus on sentään pienehkö. Haitaksi asti syöpyneissä ojien osissa luiskista ojaan vierineillä kivillä on päinvastoin edullinen vaikutus, joten niitä ei ole syytä ojista poistaa.

»Pohjahakoja», so. ojan luiskista tai pohjasta esiin pistäviä puiden juuria, kantoja ja liekoja, ojissa on joko huolimattoman kaivun jäljiltä tai sitten ne pistävät esille ojan reunan murtumisen, ojan syöpymisen tai turvekerroksen painumisen, turvepohjaisten ojien kohdalla nimenomaan ojan pohjan painumisen takia.



Kuva 3. Muutamia viikkoja sitten hiekkamaahan 1/0.8-luiskin kaivettu oja. Murtuminen pahoin alulla. Ruotsinkylän kokeilualue. Valok. 1929 Per Savander.
Abb. 3. Vor einigen Wochen in Sandboden angelegter Graben (1/0.8), dessen Wände bereits stark angegriffen sind. Versuchsrevier Ruotsinkylä. 1929.



Kuva 4. Yhden kevättulvan sivuuttanut oja. Murtuminen alulla. Luiska 1/0.7. Turvekerroksen paksuus 2 m. Muonion hoitoalue. Valok. 1934 U. Metsänheimo.
Abb. 4. Graben (1/0.7), der eine Frühlingsüberschwemmung hinter sich hat. Beginnender Zerfall der Seitenböschungen. Dicke der Torfschicht 2 m. Forstrevier Muonio. 1934.

Murtuminen, syöpyminen, pohjaliete, painuminen ja kynnyskohdat.

Murtumisella tarkoitetaan luiskien pintakerroksen särkymistä ja ojan pohjalle solumista sekä siitä aiheutuvaa ojien kaukalomaiseksi, so. leveän ja matalan U-kirjaimen muotoon muuttumista. Löyhään hiekkaan tai hietaan jyrkähköin luiskin kaivetussa ojassa murtumista tapahtuu yksinkertaisesti jo miltei painovoiman vaikutuksesta, mutta yleensä roudalla ja ojaan valuvalla vedellä on murtumisilmiössä osuutensa. Ojan luiskiin kohta kaivun jälkeisenä syksynä muodostuva pintarouta eli rouste kuohkeuttaa varsinkin hienojakoisissa kivennäismaissa sekä vahvasti maatuneissa turvemaissa olevan luiskan pintaa, josta jään sulamisen jälkeen kerros maa-ainesta luisuu ojan pohjalle. Tämä saattaa uusiintua jo saman syksyn kuluessa useaan otteeseen ja sitten edelleen seuraavina keväinä ja syksyinä. Luiskan märkyys lisää sen murtumisalttiutta. Aikaa myöten, kun kasvillisuus alkaa verhota luiskia, murtuminen hidastuu.

Varsinaisen roudan muodostuminen voi irroitella maa-ainesta, suuria kiviäkin, karkeammastakin kivennäismaasta. Kestävämpää rousteen ja roudan murentavaa vaikutusta vastaan on heikommin maatunut turve ja aivan raaka on käytännöllisesti katsoen täysin kestävää. Kun soiden pintaturvekerros yleensä on raaempaa kuin alempi, ojan pohjan puoleen rajoittuva kerros, tai sitten luiskan yläosa on turpeessa, alaosa turvetta yleensä helpommin murtuvassa kivennäismaassa, ojat saavat — kun

luiskan alaosa lisäksi on sen yläosaa kosteampaa — vanhetessaan jo edellä mainitun kaukalomaisen muodon siten, että ojan pohja kohoaa ja levenee, samalla kun ojan syvyys vähenee ja luiska epämääräisesti jyrkkenee.

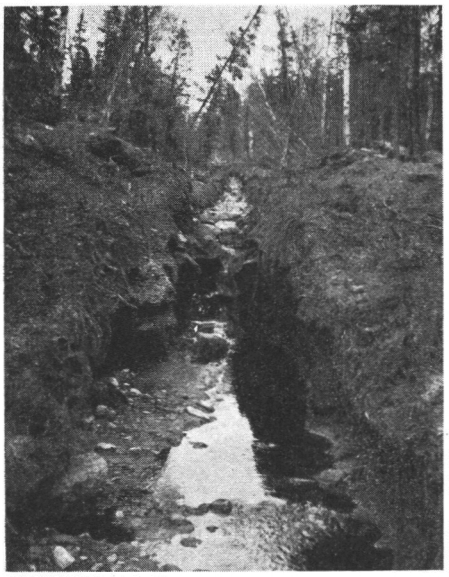
Koko tutkitusta ojapituudesta murtumista esiintyy 78 %:n matkalla. Se onkin edellä puheena olleen ojien vesoittumisen ja edempänä puheeksi tulevan kasvillisuuden ojiin pesiytymisen ohella kaikkein yleisimpiä ojien kunnon huonontajia. Murtuneiksi todettujen ojien koko määrästä on tosin asteeltaan lievää 41 %:n, kohtalaista 29 %:n ja voimakasta vain 8 %:n matkalla. Murtumisen lievähköä, ojien kuntoa suhteellisen vähän huonontavaa luonnetta osoittaa sekin, että kuntoluokkaan hyvä luetuissa ojissakin esiintyy murtumista 77 %:n matkalla. Murtuminen onkin katsottava ojan vanhenemiseen luonnostaan kuuluvaksi, mikä lievässä muodossaan ei pilaa ojan kuntoa kovin paljon.

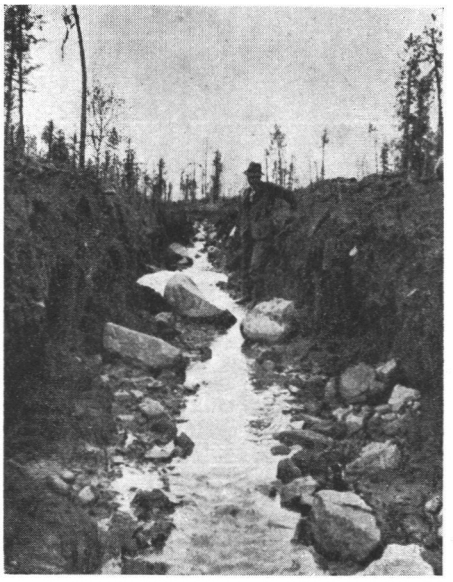
Eri sivuluiskien kohdalla murtuminen osoittautuu yleisimmäksi (87 %) loivimman (1/1.0) luiskan ojissa. Kun lisäksi mainitaan, että hyvin suuresti murtuneita ojia on 1/0.7 ja sitä jyrkempien luiskien ojissa 6 %, 1/0.8-luiskan ojissa 7 %, mutta 1/1.0-luiskan ojissa kokonaista 17 %, selviää luiskan ja murtumisen välinen riippuvaisuus toisistaan. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että loivin luiska on valittu kivennäismaata runsaasti leikkaaviin ojiin, jollaiset juuri ovat murtumiselle tunnetusti alttiita. Samassa maalajissa luiskan loiventaminen sen sijaan kylläkin merkitsee lisääntyvää kestävyyttä murtumista vastaan.

Heikoimman putouksen kohdalla, jollaisia ojia on etupäässä nevoilla, murtumista on esiintynyt jonkin verran vähemmän kuin sitä parempien putousten kohdalla, mutta muuten taulukon 4 numerot sanovat ojan putouksen ja murtumisen välisestä suhteesta varsin vähän. Jos sen sijaan mainitaan lisäksi hyvin suuresti murtuneiden eri putouksisten ojien määrät (7 %, 7 %, 11 % ja 14 %), havaitaan, että putouksen suuretessa, jolloin samalla pääasiassa kivennäismaahan kaivettujen ojien osuus asteittain kohoaa, murtumisen yleisyys ja merkitys lisääntyvät.

Murtumisen yleisyydestä eri suotyyppien kohdalla, mistä puheena olevassa taulukossa ei esitetä numerotietoja, mainittakoon, että korpiojissa oli murtumista 77 %:n, rämeojissa 82 %:n ja nevaojissa 64 %:n matkalla. Ojien murtuminen osoittautui siis yleisimmäksi rämemailla. Tosin korpiojista on hyvin voimakkaasti murtuneita 11 %, rämeojista vain 7 %. Rämeojien murtumisen yleisyys selittyy osaksi sen perusteella, että kangasrämeillä murtuminen on ollut erinomaisen yleistä (88 %). Kangasrämeitten ojien suurempi murtumisen alttius esimerkiksi kangaskorpien ojiin verraten, jotka molemmat on kaivettu isoksi osaksi perusmaahan, johtunee siitä, että kangasrämeitten pohjana yleisimmin esiintyvä hiekka tai hieta on alttiimpaa murtumiselle kuin kangaskorpien moreenipohja. Viimeksi mainituissa sitä paitsi nopeampi kasvillisuuden ojiin ja myös niiden luiskiin ilmestyminen vähentää osaltaan murtumista. Rämeojien

jonkin verran yleisempi murtuneisuus korpiojiin verraten saattaa osaksi johtua siitäkin, että rämeet ovat yleisimmin esiintyviä korpityyppejä keskimäärin märempiä, jota paitsi rämetyyppienkin joukossa on eräitä, mm. korpirämeet ja isovarpuiset rämeet, joiden turvekerros voi olla vahvanlaisesti maatunutta ja sen perusteella helposti murtuvaa. Samasta





Kuvat 5 ja 6. Vasemmalla yhden kevättulvan aiheuttama syöpyminen. Putous 0.004. Oikealla kahden kevättulvan tulos. Syöpyminen pysähtyy kivikkoon. Putous 0.008. Muonion hoitoalue. Valok. 1934 U. Metsänheimo.

Abb. 5 und 6. Links von einmaliger Frühlingsüberschwemmung hervorgerufene Unterwaschung; rechts das Resultat von zwei Frühlingsüberschwemmungen, die weitere Erosion ist hier durch den steinigen Grund verhindert worden. Gefälle links 0.004, rechts 0.008. Forstrevier Muonio. 1934.

syystä, suuremman kosteuden takia, nevojenkin murtuneisuus on suhteellisen yleistä, vaikka nevojen turve on keskimäärin heikommin maatunutta ja sen perusteella kestävämpää murtumista vastaan kuin muiden suotyyppiryhmien turve.

Syöpymistä esiintyy hiekkaan tai hietaan, harvoin pelkkään turpeeseen kaivetuissa ojissa, joista juokseva vesi irroittaa ja kuljettaa mukanaan maa-aineksia heikkolaskuisille väylän osille. Syöpyminen on voimakkainta kohta kaivun jälkeisenä keväänä, jatkuu sen jälkeen 2—3 vuoden aikana ja hidastuu sitten hidastumistaan. Täten huomattavasti avartuneita ojia tai ojien osia todettiin olleen keskimäärin 5 %:n matka koko tutkitusta ojamäärästä. Syöpyminen on ollut yleisintä kangaskorpien kohdalla sekä korpimailla yleisempää kuin rämeillä. Nevoilla syöpyminen on ollut aivan harvinaista.

Eri kuntoluokkien kohdalla esiintyviä syöpymislukuja tarkastellessa huomio kiintyy siihen, että kuntoluokkaan hyvä luetuista ojista, joita on yhteensä noin 16 km, kokonaista 62 %:n matka on jonkin verran syöpynyttä. Muissa kuntoluokissa syöpymistä on tapahtunut vain nimeksi tai ei lainkaan.

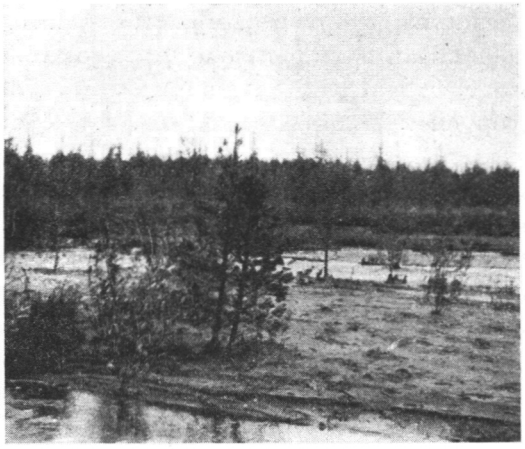
Tavallaan kiintoisaa on panna merkille, että syöpyminen yleistyy ojan sivuluiskan loivetessa. Tämän ei silti tarvitse todistaa loivaa sivuluiskaa vastaan, sillä asia saa selityksensä sen perusteella, että kivennäismaata leikkaavat ojat, jotka juuri ovatkin alttiita syöpymiselle, kaivetaan loivemmalla luiskalla kuin pelkkään turpeeseen tulevat ojat.

Selvää myös on, että syöpyminen yleistyy putouksen lisääntyessä. Lievää syöpymistä on voinut tapahtua niinkin heikon putouksen kuin 0.001—0.002 kohdalla. Useinkin optimiputoukseksi katsotun 0.005—0.010 kohdalla syöpyminen on jo verraten yleistä (11 % ojapituudesta) ja kun putous on ollut 0.020 tai sitä suurempi, niin syöpynyttä osaa on ollut tarkastetusta ojapituudesta kokonaista 21 %.

Syöpymisen voimakkuuden suhteen aineisto osoittaa, että syöpyminen on ollut lievähköä 3 %:n, kohtalaista 1.5 %:n ja runsasta 0.5 %:n matkalla. Syöpyminen on siis useimmiten ollut siksi lievää, että se on vain sopivasti avartanut, etupäässä syventänyt ojaa siten, että sen kuivatusteho on lisääntynyt sekä että sen perkaukseen ei sen jälkeen yleensä tarvitse omistaa minkäänlaista huolta.

Vähäinen, etupäässä ojan syvyyttä sopivasti lisäävä syöpyminen, kuten monesti tapahtuu jyrkähkölaskuisissa, kiviseen moreeniin kaivetuissa, verraten runsasvetisissä ojissa etenkin korpimailla, on nimittäin itse syöpymiskohdalla vain eduksi. Hyvin voimakas ojan pohjan ohella luiskiinkin kohdistunut syöpyminen voi aiheuttaa syöpymiskohdalla pahimmassa tapauksessa melkoista puuston sortumista (K o k k o n e n 1916). Aikaa myöten avara, kaukalomainen, ehkä toistakymmentäkin metriä leveä uoma, jonka kohdalle 3—4 vuotta sitten on kaivettu kenties alle metrin levyinen oja, metsittyy ehkä miltei pohjaa myöten, joten kasvuisan metsän ala siten pikemminkin lisääntyy ja valtava uoma edistää lavealti perusteellista kuivumista. Tällaiset »kanjonit», jos ne ovat pitkiä, kuten tosin vain harvoin on asian laita, ovat sikäli haitallisia, että ne saattavat jatkuvasti jonkin verran vaikeuttaa puutavaran hakkuuta ja ajoa sekä muuta metsässä liikuntaa.

Syöpymisestä johtuvat varsinaiset haitat esiintyvät toisaalla, alempana, jossa syöpyvästä kohdasta irtautunut hiekka ja hieta pysähtyvät heikkolaskuisille kohdille täyttäen ojia ja pahimmassa tapauksessa hiekoittaen laajalti niittyjä ja vainioita (S a a r i n e n 1935). Ojiin kulkeutunut hiekka on tosin löyhää poistettavaksi, mutta sen määrät ovat useinkin valtavat, ja sen poistokin miltei toivotonta, sillä etenkin kohta kaivun jälkeisinä vuosina keväisin ja rajujen sateiden aikana ojat täyttyvät yhä uudestaan.



Kuva 7. Kaksi vuotta sitten kaivetusta, suuresti syöpyneestä valtaojasta, jonka alapää jätettiin toistaiseksi kaivamatta, kulkeutunut hiekkakerros suon pinnalla. Haapajärven hoitoalue, Tupasaaren valtionpuisto. Valok. 1930 Toivo Välivuori.

Abb. 7. Die aus einem vor zwei Jahren angelegten, stark erodierten Ablaufgraben, dessen unterster Abschnitt einstweilen unausgehoben gelassen wurde, stammende Sandschicht hat sich auf das Moor ausgebreitet. Forstrevier Haapajärvi. 1930.



Kuva 8. V. 1913 kaivettu, umpeen liettynyt laskuoja. Vesi uurtanut itselleen uuden uoman (kuvassa vasemmalla). Jämsän hoitoalue, Itä-Suinulan valtionpuisto. Valok. 1931 E. K. E. Saarinen.

Abb. 8. Im Jahre 1913 ausgehobener, jetzt völlig verschlammter Abflussgraben. Das Wasser hat sich einen neuen Weg (im Bilde nach links) gesucht. Forstrevier Jämsä. 1931.

Ojien vanhetessa syöpyminen, kuten jo edellä mainittiin, hidastuu ja voi aikaa myöten loppua miltei kokonaan.

P o h j a l i e t e on syöpymisilmiön yhteydessä irtautunutta ja alemmaksi kulkeutunutta sekä heikkolaskuisille kohdille ojaan pysähtynyttä tai sitten ojan luiskista murtunutta ja samalle kohdalle jäänyttä tai sekin osaksi myös alemmaksi kulkeutunutta. Edellinen, syöpymisestä johtuva, sisältää etupäässä kivennäisaineita. Murtumisesta aiheutuneessa lietteessä voi olla joko humusta tai kivennäisaineksia, useimmiten molempia sekaisin. Tässä puheena olevan ojien tarkastuksen yhteydessä erotettiin pohjaliete ojien kunnon haittana vain silloin, kun sitä esiintyi paksuhkoksi ja löyhänlaiseksi kerrokseksi kasaantuneena. Ojan kaukalomaisuus ei siis antanut aihetta pohjalietteen esiintymismerkintään, sillä sellaiset ojan osat luettiin murtuneiden sarakkeeseen.

Kuten taulukosta 4 havaitaan, pohjalietteen esiintyminen, sellaisena kuin se kyseisessä ojien tarkastuksessa käsitettiin, on suhteellisen harvinaista. Sitä on tavattu vain 4 %:n matkalla koko ojapituudesta, josta niukasti 3 %:n ja kohtalaisesti 1 %:n osuudella. Kuntoluokkaan hyvä luetuissa ojissa pohjalietettä ei ole esiintynyt, mutta kuntoluokkaan erittäin huono luetuissa jopa 24 %:n osuudella. Vain viimeksi mainitun kuntoluokan ojissa sitä esiintyy asteeltaan runsaana.

Luiskan suhteen voidaan panna merkille, että kuta loivempi luiska sitä yleisemmin on lietettä. Tämä saa selityksensä sen perusteella, että loiva luiska on yleisin herkästi murtuvan kivennäismaan kohdalla. Mainitunlaisilla paikoilla, kuten kohta puheeksi tulevissa kangaskynnyksissä, putouskin on sitä paitsi useimmiten heikko.

Putouksella edellyttäisi olevan pohjalietteen muodostumiseen vieläkin ratkaisevamman vaikutuksen kuin sillä puheena olevan tilaston mukaan on. Heikoimmissa putouksissa ja aina putoukseen 0.005 asti pohjalietettä on esiintynyt 5 %:n, jyrkempien putouksien kohdalla 1 %:n osuudella. Nevojen yleensä heikkolaskuisissa ojissa lietettä on esiintynyt yleisemmin kuin korpien ja rämeitten ojissa.

Pohjalietteisten ryhmään olisi ehkä voitu lukea myös lähinnä murtumisen takia kaukalomaiseksi muodostuneet ojat, joiden pohjalla on yleisesti kerros tavallisesti tiiviiksi puristunutta, kivennäis- ja humusaineita sisältävää massaa. Näin menetellen pohjalietteisten ojien ryhmä olisi muodostunut hyvin suureksi. Nimenomaan myös tällaisen pohjalietteen muodostumiseen on ojan putouksella — ojan luiskan murtumisherkkyyden ohella — ratkaiseva merkitys. Ojissa, joissa putous on kyllin suuri, pohjan liettymistä ei tapahdu. Heikkolaskuisissa ja tulvienkin aikana niukkavetisissä ojissa pohjan liettymistä sen sijaan yleisesti esiintyy, ellei turvekerros ole pohjaan asti kutakuinkin raakaa ja ellei mistään ylempääkään pääse lietettä irtautumaan alempana heikompilaskuisille kohdille pysähtyäkseen.

P a i n u m i n e n, ainakin säännönmukainen, so. ojan mataloituminen ja luiskien vastaavasti loiveneminen, pyritään ottamaan tietyn suuruisena huomioon jo ojan pohjaviivoja profiileihin suunniteltaessa. Kun tähän ei kuitenkaan aina pystytä, ilmenee ojien perkauksen yhteydessä myös tapauksia, joihin voidaan sanoa painumisen antaneen aihetta. Suon pinnan painuminen on kuivatuksen vaikutuksesta voinut olla odotettua niin paljon voimakkaampaa, että ojaa on sen takia perkauksen yhteydessä ehkä syvennettävä. Hyvin yleisesti unohdetaan ojia suunniteltaessa ainakin se, että ojan pohjakin voi painua, ja tästä saattaa johtua veden patoutumista joillekin ojan osille. Herkintä ja silmäänpistävintä tämä veden patoutuminen on ns. kynnyskohtien yläpuolella. Painuminen vaikuttaa, kuten edellä mainittiin, ojan kuntoon myös siten, että sen johdosta pistää ojan pohjasta tai luiskista esille »pohjahakoja», joiden typistäminen tai poisto kohottaa osaltaan perkauskustannuksia.

Mikäli ojan mataloitumisen lisäksi sivuilta vaikuttava pohjaveden paine ja ojamaiden paino ovat puristaneet ojan samalla suhteettoman kapeaksi, kohoavat perkauskustannukset usein hyvinkin suuriksi. Mainituille ilmiöille läheisiä ovat ne erilaiset kohoutumat ja pullistumat (K o k k o n e n 1923), joita ojituksen takia muuttuneet pohjavesisuhteet sekä ojamaiden paino saattavat varsinkin luonnostaan vetisillä nevoilla aiheut-

taa. Ne samoin kuin murtumisilmiölle läheiset, savensekaiseen hietaan kaivettavien kynnyskohtien luiskien luhistumiset eli repeytymät esiintyvät tosin yleisimmin jo itse kaivutyön yhteydessä sitä suuresti vaikeuttaen.

Painumista esiintyy kuten syöpymistäkin keskimäärin 5 %:n matkalla ja ojien kuntoa huonontavana tekijänä etupäässä vain nevoilla. Missä määrin painuminen on ollut säännönmukaista, so. jo ojia suunniteltaessa odotettavissa ja määrälleen suunnilleen arvioitavissa olevaa, ei ole pääteltävissä. Painumisen esiintymistä osoittavat lukuarvot eri kuntoluokkien kohdalla viittaavat joka tapauksessa perkauksen tarpeellisuuden lisääntyvän painumisen yleistyessä. Hyvin ymmärrettävää myös on, että painumisen yleisyys vähenee ojan putouksen suuretessa.

K y n n y s k o h d a t, so. heikkolaskuisten ojan osien alapuolella olevat kivennäismaaleikkaukset, ovat kaikille ojittajille tuttuja. Ne muodostavat perkaustyön yhteydessä verraten usein hyvin tärkeän ja suuritöisen työn kohteen, joten ne on syytä tässä yhteydessä erikseen huomata, vaikkakaan niitä ei erotettu puheena olevassa ojien tarkastuksessa erillisenä ojien kuntoa huonontavana tekijänä.

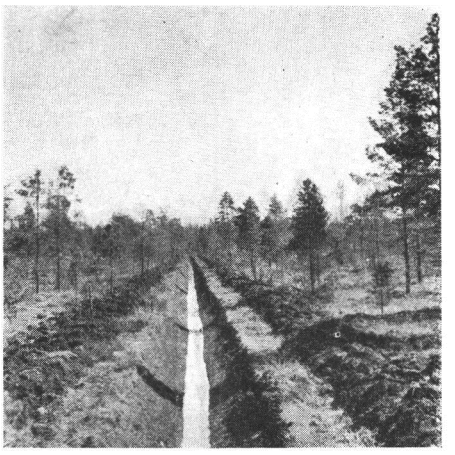
Kynnyskohtien ojien tehoa heikentävä vaikutus aiheutuu eri syistä. Ne ovat vaikeatöisinä jo kaivun aikana ehkä jääneet liian mataliksi. Ojan mataloitumista kynnyskohdissa edistää taas se, että ojan luiskista, vaikka ne olisivat loivatkin, irtautuu veden kulun, roudan ja muiden syiden takia maa-ainesta uoman pohjalle. Kun lisäksi kynnyksen yläpuolella olevan, usein paksuturpeiseen suohon kaivetun ojan pohjakin on saattanut jonkin verran painua, ja kun putous tällaisissa tapauksissa on säännöllisesti heikko, on veden patoutuminen kynnyskohdan yläpuolella, joskus laajallakin alalla, helposti käsitettävissä.

Kasvillisuus.

Kasvillisuus, so. erilaisten sarojen, heinien ja ruohojen sekä karhunja rahkasammalien ojiin ilmestyminen, on ojien kuntoa huonontavista tekijöistä ehkä pahin. T u t k i t u s t a o j a p i t u u d e s t a 8 7 %:n m a t k a l l a k a s v i l l i s u u s e s i i n t y y h a i t a n l a a t u n a. Eri asteisiin tämä kasvillisuushaitta jakaantuu siten, että se on lievää 42 %:n, kohtalaista 37 %:n ja runsasta 8 %:n ojaosuudella. Kasvillisuuden rakenteessa pyrittiin erottamaan etupäässä heinikön ja ruohikon sekä toisaalta etupäässä sammalikon haitaksi muodostuminen. Tällainen jako oli kuitenkin vaikeasti toteutettavissa, sillä erilaista kasvillisuutta esiintyy ojissa yleensä kirjavina sekotelmina. Tässä tyydytäänkin vain mainitsemaan, että heinä- ja ruohovaltaisiin kuuluvia ojia oli vähän enemmän kuin sammalvaltaisiin kuuluvia. Ero edellisten hyväksi oli suurin nevoilla. Rämeojissa sammalvaltaisuus oli vähän yleisempää kuin korpiojissa. Ojien

kuntoluokkien välillä suhde muodostui sellaiseksi, että kuntoluokan huonontuessa heinä- ja ruohovaltaisten ojien osuus asteittain lisääntyy sammalvaltaisiin ojiin verraten.





Kuvat 9 ja 10. Kolme vuotta vanhoja ojia, vasen ruohoisessa sarakorvessa Korpiselän hoitoalueessa, oikea rahkaisella niittyvillarämeellä Alajärven hoitoalueessa. Jälkimmäisestä saisi ehkä vielä nytkin, 12 vuotta myöhemmin, likimain samannäköisen kuvan. Valok. 1934 ja 1936 Arthur Bockström.

Abb. 9 und 10. Drei Jahre alte Gräben, links in kräuterreichem Seggenbruch im Forstrevier Korpiselkä, rechts in einem Wollgras-Heidemoor im Forstrevier Alajärvi. Letzterer würde vielleicht auch heute noch, nach 12 Jahren, ein annähernd ähnliches Bild ergeben. 1934 und 1936.

Kasvillisuuden ojissa esiintyminen on niin yleistä, että sitä on kuntoluokkaan hyvä luetuissa ojissakin 70 %:n matkalla. Kuntoluokan aletessa kasvillisuuden osuus asteittain lisääntyy, niin että huonoimpaan kuntoluokkaan luetuissa ojissa kasvillisuutta esiintyy miltei joka ainoalla metrillä. Kasvillisuuden runsaudessa on kuitenkin sikäli eroa, että kasvillisuusasteista voimakkaimpaan kuuluu hyvä- ja tyydyttäväkuntoisista ojista vain 1—2 % sekä välttävässä kunnossa olevistakin vain 3 %. Huonokuntoisiksi luetuista ojista on runsaimman kasvillisuusasteen ojia jo 24 % ja erittäin huonokuntoisista 30 %.

Luiskan ja kasvillisuuden välistä vuorosuhdetta tarkastellessa pistää silmään kasvillisuuden yleisyys loivimman (1/1.0) luiskan, siis pääosiltaan kivennäismaahan kaivetuissa ojissa. Aineisto osoittaa lisäksi, että loiva luiska suosii varsinkin sammaloitumista. Siten voimakasta sammaloitumista on luiskan 1/0.6 kohdalla 4 %:n, 1/0.8 kohdalla 7 %:n ja 1/1.0 kohdalla 10 %:n osuudella. Heinä- ja ruohovaltaisen kasvillisuuden runsaussuhteisiin luiskan suuruudella ei puheena olevan aineiston perusteella voida osoittaa olevan yhtä selvää vaikutusta.

Tässä yhteydessä on syytä mainita, että metsähallinnon useiden suonkuivaustyönjohtajien havainnoistaan lähettämien selostusten mukaan loiva-

luiskaiseen ojaan nimenomaan turvemaillakin ilmestyy kasvillisuutta herkemmin kuin jyrkempiluiskaiseen. Eräissä näistä selostuksista kiinnitetään huomiota myös siihen, että ojan reunojen voimakas vesoittuminen, kuten luonnollista, jossain määrin heikentää kasvillisuuden ojiin pesiytymistä.



Kuva 11. 4 vuotta vanha oja suursaranevalla. Tuuheata vaivaiskoivun varvustoa nousemassa ojan varsille. Kestävä murtumista ja kasvillisuutta vastaan. Lestin hoitoalue, Varkaudenneva. Valok. 1931 E. K. E. Saarinen.

Abb. 11. Vier Jahre alter Graben auf einem Grossseggenweissmoor. Die Grabenränder beginnen sich mit einem dichten Zwergbirkengestrüpp zu überziehen. Der Graben ist wiederstandsfähig gegen Seitenbrüche und Vegetation. Forstrevier Lesti. 1931.



Kuva 12. 7 vuotta vanha oja sararämeellä vesakon ja muun kasvillisuuden täyttämänä. Metsä ennättänyt elpyä. Ojan perkaus kiireellinen. Viitasaaren hoitoalue, Kymönkoski. Valok. 1933 O. O. J. Tirkkonen.

Abb. 12. Sieben Jahre alter, von Schösslingen und sonstiger Vegetation angefüllter Graben in einem Seggenreisermoor. Der Wald hat sich bereits erholt. Eine sofortige Aufreinigung des Grabens ist dringend notwendig. Forstrevier Viitasaari. 1933.

Putouksen ja kasvillisuuden runsauden välillä ei tilaston mukaan ole mitään selvää suhdetta. Yleensähän putouksen heikkeneminen edistää kasvillisuuden ojiin ilmestymistä, mutta ojan pohjan ja luiskien ravintopitoisuuden vaikutus on ratkaisevampi eikä putouksen ja ravintopitoisuuden tarvitse lisääntyä samaan suuntaan.

Myös ojien iän ja kasvillisuuden esiintymisen välistä suhdetta tarkasteltiin tilastollisesti. Nuorimpienkin, 3—7 vuotta vanhojen ojien ryhmässä esiintyi kasvillisuutta 81 %:n matkalla. Niissä se oli kuitenkin hyvin voimakasta vain 2 %:n sekä heikkoa 52 %:n matkalla. Keskimäärin 5 vuotta vanhemmissa ojissa vastaavat luvut olivat 11 % ja 40 % sekä niitäkin 5 vuotta vanhemmissa 13 % ja 41 %. Ojan vanhetessa kasvillisuushaitta siis yhä voimistuu.

Syvänlaiset ojat paksuturpeisilla korpimailla eivät ole erikoisen herkkiä »heinittymään» eivätkä sammaloitumaan, mutta ohutturpeisten kor-

pien osaksi pohjamaahan kaivetut, niukkavetiset ojat, olletikin jos niissä on lisäksi hakkuutähteitä, heinittyvät ja varsinkin sammaloituvat erittäin herkästi. Tuuhea karhunsammal, tavallisesti *Polytrichum commune*, ja usein myös erilaiset rahkasammalet täyttävät mm. korpien reunoilla olevat pienet niskaojat uskomattoman nopeasti, jopa 10:ssä vuodessa. Rä-





Kuvat 13 ja 14. Karhunsammalen ja harmahtavan saran muodostamat palteet v. 1927 kaivettujen ojien luiskissa kesäisen vesirajan yläpuolella. Kuvassa 13 palteet vasemmalta lietteitä tuoneen ojan yhtymäkohdasta alaspäin. Lestin hoitoalue, Kurun vartiopiiri. Valok. 1932 E. K. E. Saarinen.

Abb. 13 und 14. Von Bärenmoos und Carex canescens gebildete Wülste dicht oberhalb der sommerlichen Wasserlinie an den Seitenböschungen eines i. J. 1927 ausgehobenen Grabens. In Abb. 13 haben sich die Wülste unterhalb der Einmündungsstelle des von links kommenden schlammführenden Grabens gebildet. Forstrevier Lesti. 1932.

meillä taas rahkasammalet, useimmiten *Sphagna recurva*-lajit, täyttävät vastaavanlaiset pienet niskaojat niinikään muutamassa (10—15) vuodessa. Ehkä kaikkein herkimpiä sammaloitumaan ovat kahtaalle laskevien ojien, esimerkiksi niskaojien, tavallisesti perusmaahan ulottuvat taitekohtien ojat, joissa kivityötkin on useimmiten tehty huonosti. Myös ojien vähävetiset, osaksi perusmaahan kaivetut yläpäät ovat sammalille ja muille ojia tukkeaville kasveille erityisen otollisia kasvupaikkoja. Niskaojien ohella ojittamatta jätettyjen soiden alalaiteille kaivetut suojeluojat sekä harvojen ojastojen sarkaojat sammaloituvat nopeammin kuin tiheämpien ojastojen sarkaojat. Syvemmissä, kokonaan turpeeseen kaivetuissa rämeojissa yhtä vähän kuin nevaojissakaan sammaloituminen ei ole yhtä kiihkeätä.

Harmahtava sara *Carex canescens*, pullosara *C. rostrata*, monitähkäinen niittyvilla *Eriophorum polystachyum*, röyhyrölli *Agrostis stolonifera*, liejukorte *Equisetum limosum*, vihvilät *Juncus*, ym. esiintyvät sitä runsaampina, kuta ravintopitoisempaa ojan pohjaan ulottuva perusmaa tai pohja-

turve on, mikä useimmiten merkitsee samalla sitä, että parempien suotyyppien ojat heinittyvät herkemmin kuin huonompien tyyppien ojat. Ylempää kulkeutuneeseen ojan pohjalle pysähtyneeseen lietteeseen, usein myös palteeksi kesäisen vesirajan vaiheille, ilmestyy tosin kasvillisuutta — kuten harmahtavaa saraa, tupasvillaa *Eriophorum vaginatum* ja karhunsammalta — laihojenkin maiden ojiin. Samoin karhunsammal ja sen sekaan tunkeutuva suopursun ym. varvusto saattavat mm. huonohkoilla rämeillä muodostaa luiskan yläosaan mahtavat, melkein toisiinsa yhtyvät palteet, mutta vedellä on useinkin silti uoma ojan pohjassa.

Kasvillisuus on pahimpia ojien kuntoa pilaavia ilmiöitä ja vielä sikäli kiusallinen, että sen aiheuttama haitta ojien perkauksista huolimatta vuosien kuluessa yhä uusiintuu ja usein vain lisääntyy (vrt. K o k k o n e n 1923). Kun kasvillisuus sitä paitsi edistää lietteiden pysähtymistä, muodostuu se ojien kunnossapitokustannuksia eniten kohottavaksi tekijäksi. Toisaalta on kuitenkin huomattava, että ojien luiskiin ilmestyvä ohut kasvipeite on eräissä tapauksissa, luiskia vahvistaen, myös eduksi.

Vesivaot, sillat ja portaat sekä karja.

V e s i v a k o j e n, joilla tässä tarkoitetaan ojamaavalleihin pintavesien valumista varten jätettyjen aukkojen kohdalle kaivettuja pintavesiuria, merkitys on kaivukesänä ja vielä muutamana sitä seuraavanakin useassa tapauksessa verraten tärkeä. Kun suon pinnan painuminen on voimakkain ojan läheisyydessä, käy vesivakojen merkitys etenkin paksuturpeisilla soilla ennen pitkää vähäiseksi. Pintaan asti vahvasti maatuneissa sekä yleensä myös ohutturpeisissa soissa, varsinkin jos perusmaa on huonosti vettä läpäisevää, esimerkiksi tiivistä moreenia, vesivakojen merkitys on suurempi ja jatkuva, joten niiden sammaloituminen tai muista syistä tukkeutuminen on huomioitava ojien kunnossapidon yhteydessä. Näin on vielä suuremmassa määrässä ojamaavalleihin sopiviin kohtiin jätettyjen aukkojen laita, jotka ovat runsaitten sade- ja lumensulamisvesien ojiin valumisen helpottamiseksi kaikilla ojitetuilla soilla jatkuvasti tarpeen.

S i l l a t j a p o r t a a t rappeutuvat, vaikka ne tehtäisiin kohtalaisen vahvoista ja aisatuista havupuun rungoistakin, noin 15 vuodessa. Turvekatteiset sillat ovat lyhytikäisempiä. Kuorimattomista koivun rungoista tehdyt sillat ja portaat, joita voidaan tehdä tilapäistä käyttöä varten, sortuvat ojaan muutamassa vuodessa.

K a r j a n ojille tuottamasta haitasta puhutaan paljon. Laidunnettavilla metsämailla tavataan ojien sortumista karjan ylikulkupaikoilla, ojien reunoilla syviä polkuja ja niiden ehkä aiheuttamaa luiskan reunan vierähtämistä ojaan, karjan kulun takia ojaan vierähtäneitä turvelohkareita jne. Kun tutkimuslaitoksen kokeilualueissa, varsinkaan ojitetuilla mailla, ei ole laidunnettu, ei nyt puheena olevan ojien tarkastuksen yhtey-



Kuva 15. Kolme vuotta sitten kaivetun laskuojan syöpymisen takia sortunut silta. Raivola. Valok. 1931 E. K. E. Saarinen.
Abb. 15. Infolge Unterwaschung eines vor drei Jahren ausgehobenen Abflussgrabens eingestürzter Fahrsteg. 1931.



Kuva 16. V. 1937 kaivettu oja, johon talvitien risusilta on unohtunut. Parkano. Valok. 1941 Toivo Välivuori.
Abb. 16. Im Jahre 1937 ausgehobener Graben mit vergessener Reisigbrücke. 1941.

dessä esiintynyt mainintoja karjan tuhoista. Mikäli vastaavanlaisia tarkastuksia suoritettaisiin laidunnettavissa metsissä, varsinaisista hakamaista puhumattakaan, muodostuisi tulos epäilemättä aivan toiseksi. Mainittakoon vielä, että hirvet kulkevat mielellään ojan pohjaa pitkin, eivätkä niidenkään askeleen jäljet suinkaan ojan kuntoa paranna.

Ojien kunnossapidon huomioiminen ojia suunniteltaessa ja kaivettaessa.

Edellä selostetun ojien tarkastuksen perusteella saatiin tietoja siitä, minkälaiset tekijät eri oloissa pilaavat ojien kuntoa ja missä määrin. Vaikkakin nämä tekijät yleensä ovat sellaisia, ettei niiden vaikutusta voida kuin aivan vähässä määrin torjua asianmukaisimmallakaan ojien suunnittelulla ja toimeenpanolla, on kuitenkin paikallaan tarkastella näkökohtia, joihin tässä mielessä on syytä kiinnittää huomiota jo ojien suunnittelun ja kaivun yhteydessä.

Ojien suunnittelu.

P u t o u s ei saa olla liian heikko. Valtaväylissä pientä putousta ei voida välttää ja niissä se onkin mahdollinen, kun vesimäärä on riittävän suuri, mutta tavallisissa kuivatusojissa olisi pyrittävä, kuten on tehtykin, mikäli mahdollista vähintään putoukseen 0.002.

Syvissä ojissa pienen putouksen varjopuolet eivät tule esille yhtä räikeinä kuin matalissa ojissa. Aivan erikoista huolta on ojien pohjaviivojen vetoon, siis ojan putouksen ja samalla syvyyden määritykseen, kiinnitettävä ns. kynnyskohtien vaiheilla. Nimenomaan näiden kohdalle olisi ojaan saatava riittävä putous sekä sen ohella myös sellainen syvyys, ettei kynnyskohdalla tapahtuva luiskien murtuminen, pohjan liettyminen ja ylempänä mahdollisesti odotettavissa oleva ojan pohjan painuminen johda veden patoutumiseen.

Kuten kaikki ojittajat tietävät, esiintyy runsaasti tapauksia, jolloin edellä minimiputoukseksi mainittuun ei päästä. Tällöin jää harkittavaksi, katsotaanko mahdolliseksi toimeenpanna ojitus, vaikka olisi tyydyttävä esimerkiksi 0.001 tai ehkä sitäkin pienempään putoukseen. Tällaisia putouksia voidaan käyttää sarka- ja muidenkin varsinaisten kuivatusojien kyseenä ollen silloin, kun luiskat ovat kestävät murtumista vastaan, kun ojaan ei kulkeudu lietteitä ylempää ja kun oja ei ole herkkä kasvillisuuden ilmestymiselle. Oma merkityksensä on myös sillä, katsotaanko kyseinen oja tai ojitus siksi edulliseksi tai tarpeelliseksi, että se kestää tavallista suuremmat kunnossapitokustannukset.

Veden kulun ja ojan kunnossapysymisen kannalta olisi edullisinta, että putous olisi noin 0.005 tai suurempikin. Näin suurin putouksin varustetut ojat ja ojien osat ovat erilaisille ojien kuntoa huonontaville tekijöille

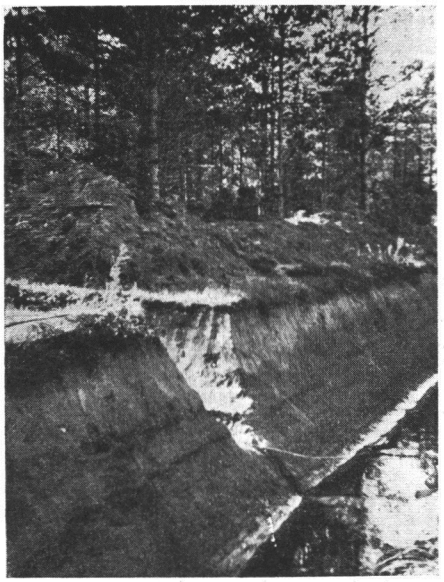
vähemmän alttiita ja vaikka niidenkin reunat saattavat vesoittua, luiskat murtua ja itse ojiin pesiytyä kasvillisuutta, ojat vastaavat silti tarkoitustaan. Tällöin onkin päähuomio kiinnitettävä siihen, mitä nämä runsasputouksiset ojat ehkä aikaansaavat alempana heikkolaskuisten väylien kohdalla.

Hiekkaisilla ja hietaisilla mailla, jolloin putous 0.005 tai sitä pienempikin voi tulvavesien aikana aiheuttaa haitallista syöpymistä, täytyy syöpymisen estämiseen ja syöpyvistä maista alempana odotettavissa olevaan tuhoon jo ojien suunnitteluvaiheessa kiinnittää vakavaa huomiota. On mikäli mahdollista vältettävä syöpyvien ojien johtamista heikkolaskuisiin ojiin yleensäkin ja varsinkin miltei poikittain, sekä erityisesti niittyjä ja vainioita ylittäviin. Lisättäköön vielä, vaikka se ehkä jääkin vain »hurskaaksi toivomukseksi», että metsäojiakin suunniteltaessa olisi pyrittävä saamaan putous alempana lisääntyväksi.

O j i e n s y v y y s ei saa olla — jyrkähkö- ja jyrkkälaskuisia ojia ja ojan osia lukuun ottamatta — aivan mitätön, edellyttäen, että oja katsotaan jatkuvasti tarpeelliseksi. Jo tavalliset putoukset ja varsinkin heikot edellyttävät, ettei varsinaisen kuivatusojan kaivusyvyys ole turvemaalla 0.6 metriä pienempi. Odotettavissa oleva painuminen on ojan tasoa suunniteltaessa riittävästi huomioitava.

L u i s k a n suuruudessa ei tunnu olevan yleensä käytännössä olevista mainittavaa korjaamista. Routa irroittaa aineksia ja muodostaa pohjalietettä kivennäismaan ja vahvasti maatuneen turpeen kohdalla likimain yhtä hyvin jyrkästä kuin loivasta luiskasta eikä loivakaan luiska pysty vastustamaan syöpymistä, jos kerran maa on syöpymiselle altista, putous suurehko tai suuri ja vettä riittävästi. Routa ei mahda mitään heikosti maatuneelle turpeelle jyrkässäkään luiskassa. Huomion arvoisia ovat myös havainnot, joiden mukaan luiskien vesoittuminen sekä ojien heinittyminen, ruohoittuminen ja sammaloituminen on loivaluiskaisessa ojassa nopeampaa ja voimakkaampaa kuin vastaavan syvyisessä jyrkkäluiskaisessa ojassa.

Ainakaan kokonaan turvemaahan kaivetuissa ojissa ei tarvitse luiskaa tähän asti yleensä käytännössä olleista loiventaa. Pikemminkin voidaan — pintaan asti hyvin vahvasti maatuneiden soiden ojia lukuun ottamatta — palata sotia edeltäneinä vuosina jossain määrin käytäntöön tulleesta 1/0.7-luiskasta takaisin 1/0.6-luiskaan. Verraten heikosti maatuneissa soissa, kuten mm. saranevoissa sekä usein myös niittyvilla- ja sararämeissä, voidaan tähän astista yleisemmin käyttää 1/0.5-, jopa 1/0.4-luiskaa. Tämä merkitsee huomattavaa kaivukustannuksien supistumista ja on mainitunlaisissa tapauksissa likimain yhtä kestävä murtumista vastaan sekä kasvillisuutta vastaan kestävämpi kuin loivaluiskainen oja. Luiskan suuruutta suunniteltaessa on sitä paitsi huomattava, että turvemaahan yleensäkin ja varsinkin vetiselle suolle kaivettujen ojien reunat jo kaivukesänä ja sitä seuraavana painuvat, mikä merkitsee samalla luiskan loivenemista.





Kuvat 17 ja 18. Hiekkamaahan kouruluiskaisiksi äskettäin kaivettuja ojia. Vasemmalta tulevista ojista toinen vähävetinen, toinen — taidokkaasti kaarrettu — runsaasti vesiä tuova. Kokemäki, Aalto—Setälän tila. Valok. 1936 Veikko Palosuo.
Abb. 17 und 18. In Sandboden neulich angelegte Gräben mit konkaven Seitenböschungen. Von den links einmündenden Gräben ist der eine spärlich, der andere — kunstfertig geschwungene — reichlich wasserführend. Kokemäki. 1936.

Sen perusteella, että märkä ojan reuna on alttiimpaa murtumiselle kuin kuiva, voidaan kuivanlaisten korpien ja rämeitten ojat kaivattaa jyrkemmin luiskin kuin vastaavanlaisen maatumisasteen märempien soiden ojat. Myös täydennysojat kestävät jyrkempiluiskaisina kuin saman suon valmistavassa ojituksessa kaivetut ojat.

Suureksi osaksi kivennäismaahan, nimenomaan hiekkaan, hietaan tai hiesuun kaivettavien ojien luiskaa ei voida entisestään jyrkentää, vaan kyseisistä ojista täytyy ainakin heikkoputouksiset ja matalat kaivattaa vähintään 1/0.8-luiskin. Erityisestikin kivennäismaata leikkaaviin kynnyskohtiin tulevien ojien luiskat on suunniteltava loiviksi. Tällaisissa kohdissa täytyy useinkin 1/1.0-luiskaa tai vieläkin loivempaa pitää sen aiheuttamista kustannuksista huolimatta normaalina.

Kouruluiskan käyttöä on suosittava ainakin sellaisilla kohdilla, joissa ojan luiskan alaosa joutuu helpommin murtuvaan maahan kuin luiskan yläosa, olipa edellinen sitten vahvasti maatunutta turvetta tai helposti murtuvaa perusmaata.

Pohjan leveys ei ole saanut ojien perkauksia koskevan selvittelyn ohella mainittavasti lisävalaistusta. Eräitten havaintojen mukaan kasvillisuutta tosin ilmestyy herkemmin ja runsaammin leveämpipohjai-

seen ojaan samoin kuin loivempiluiskaiseenkin. Vaikka asia saattaakin olla näin, ei silti voitane ryhtyä muuttamaan niitä mittoja, joita ojan pohjaleveyksiin vanhastaan on sovellettu. Tuskin on myös ollut riittäviä perusteita tavallisten kuivatusojien pohjaleveyden korottamiseen 30 cm:stä 40 cm:iin, mikä sotia edeltäneinä vuosina tuli jossain määrin tavaksi. On vain valvottava, että 30 cm:n levyisiksi suunnitellut ojan pohjat myös sellaisiksi kaivetaan, eikä sallita mainitun mitan alittamista, kuten kaivutyömailla on saanut todeta aivan yleisesti tapahtuvan.

Ojien kaivu.

Heikkolaskuiset ojat on, varsinkin jos suon pinta on epätasainen tai suo vetistä ja kokoon puristuvaa, kaivettava tähtäystaulujen avulla, jotta pohjan korkeus tulisi suunnitelman mukaiseksi. Tällaisissa ojissa on myös kulmien kaartaminen paikallaan. Kivityöt ja kivien ehkä välttämättömiksi osoittautuvat kiertämiset on suoritettava huolellisesti ja luiskista esiin pistävät kivet, joiden paikallaan pysymistä voidaan epäillä, on jo kaivun yhteydessä irroitettava ja nostettava ojasta. Niin myös puiden juurien, kantojen ja liekojen poisto ojan luiskista ja pohjasta on etenkin heikkolaskuisilla kohdilla suoritettava kunnollisesti. Pohjaleveys on yleensäkin, mutta varsinkin juuri heikon putouksen kohdalla kaivettava annettujen mittojen mukaiseksi.

Kynnyskohtien, joissa ja joiden yläpuolella putouskin on tavallisesti heikko, kaivu on suoritettava erityisen huolellisesti. Tämä koskee varsinkin ojan pohjan tasoa, mikä yleensä vaikeasti kaivettavassa kynnyskohdassa helposti jää liian ylös. Mikäli on suurehkosta leikkauksesta kysymys ja mikäli kynnyskohdan yläpuolella on pitkälti heikkoputouksisia ojia, on varminta kaivun yhteydessä valvoa pohjan korkeustasoon pääsyä punnituskoneen avulla. Mainitunlaisilla kohdilla on omistettava aivan erityistä huolta mm. kivien luiskista poistoon ja kivitöiden kunnolliseen suoritukseen.

Tuleva, so. toiseen laskeva oja on, mikäli ojat yhtyvät lähes suorassa kulmassa, aloitettava siten, että sen alapää kaartaa 1—3 m:n, isoissa ojissa 3—5 m:n matkalla loivasti laskun suuntaa kohden. Tämä on tärkeätä etenkin siinä tapauksessa, että putous laskuojassa on heikko ja ehkä heikompi kuin sivuojassa. Ylempänä mahdollisesti odotettavissa oleva syöpyminen lisää yhä ojan alapään kaartamisen välttämättömyyttä.

Ojien kulmissa, siis kääntymäkohdissa, etenkin jyrkähköissä, on varsinkin heikkoputouksisten ojien kyseenä ollen totuttauduttava käyttämään kaartamista yleisemmin kuin tähän asti on ollut tapana.

Syöpyvien kohtien kaivun yhteydessä on käytettävä keinoja odotettavissa olevien lietteiden aiheuttamien haittojen supistamiseksi sekä

ainakin niiden pysähdyttämiseksi mikäli mahdollista omalle maalle. Eräissä tapauksissa voi riittää se, että kaivu aloitetaan syöpyvän kohdan alapäästä ja siitä alaspäin oleva heikkolaskuisempi ojan osa kaivetaan vasta 3—4 vuoden kuluttua, jolloin voimakkain syöpyminen on tavallisesti jo ohi. Jotta hiekoittumisesta aiheutuva vahinko supistuisi pienemmäksi tai siitä eräissä tapauksissa johtuva hyöty, so. turvemaan sopivan vahvuinen hiekoitus, ulottuisi laveammalle, voi olla syytä johtaa syöpyvästä ojasta tulevat vedet ja hiekat sitä varten kaivettavaa, väliaikaista ojaa, ehkä kahtakin myöten suunnitelman mukaisesta, aluksi kaivamatta jätettävästä ojan alaosasta sivuille päin. Syöpyviin kohtiin jätetään kiviä, kantoja ja liekoja estämään ja hidastamaan syöpymisen kulkua. Poikkeustapauksessa voivat tulla kysymykseen suuritöisemmätkin porrastukset tai pystypaalujen lyönti ojan pohjan poikki. Jonkinlaisten lietekaivojenkin varaaminen paikoille, missä syöpymiselle alttiiden ojan osien jyrkähköt putoukset vaihtuvat heikkoihin, voi olla asiallista.

Ojien perkauksen toimeenpano.

Työjaksot.

Ensimmäinen perkaus kaivun jälkeen on suoritettava jo seuraavana tai viimeistään 2—3 vuoden kuluttua kaivusta. Tämä perkaus on sikäli tärkeä, että siinä voi esiintyä yhtä ja toista korjailtavaa kaivun jäljiltä. Mm. syöpymisestä, joka on voimakkainta kohta kaivun jälkeen, saattaa johtua hiekkakasaantumien poistoja uomasta tai muita viivyttelemättä suoritettavia toimenpiteitä, vaikka ajan mukanaan tuomat ojien kuntoa huonontavat tekijät, kuten luiskien murtuminen ja kasvillisuuden ojiin ilmestyminen, eivät ehkä ole vielä ennättäneetkään saada mainittavia haittoja aikaan.

Ojien vuotuiset siivoukset olisi suoritettava joka kevät lumen ja jään sulamisen jälkeen. Lapiota, turvekouraa ja kookasta vesuria tai kirvestä mukana kuljettaen poistetaan ojista ennen kaikkea hakkuutähteet ja täyttösillat, joita molempia kaikesta huolimatta näkyy hakkuiden jäljiltä aivan yleisesti jäävän ojiin. Samassa yhteydessä poistetaan puista ojiin varisseet oksat, niihin vierähtäneet turvelohkareet ja luiskista irtautuneet kivet sekä muut veden vapaata kulkua haittaavat esteet. Maatilametsissä, joissa saman omistajan huollossa on yleensä ojia suhteellisen vähän, tällaiset siivoukset voivat ehkä kohdistua kaikkiin ojiin. Usein samassa jaksossakin suuria ojamääriä käsittävissä valtionmetsissä tällaiset ojien joka keväiset läpikäynnit supistunevat pakostakin vain edellisen talvisten hakkuualueiden ja talviteiden piiriin. Joka tapauksessa ojien kunnosta huolehtivien on syytä muistaa se yleinen ohje, että ojien kunnossapitokustannukset jäävät sitä pienemmiksi, kuta useammin ojat läpikäydään. Edellä mainitunlaisten tilapäisten veden kulkua pidättävien esteiden poisto ojasta vaatii vain murto-osan siitä ajasta, mitä niistä aiheutuvien liejupatojen ojasta poisto myöhemmin tietäisi.

Toistuvat perkaukset lienee olosuhteista riippuen edullisinta suorittaa 6—8-vuotisin väliajoin. Ojien putoussuhteista, turpeen ja ojien leikkaaman perusmaan laadusta, ennen kaikkea ravintopitoisuudesta, karjan kulun runsaudesta ym. seikoista riippuen työn määrä vaihtelee eri ojilla ja ojien osilla suuresti. Siten toisaalla saattaa olla kohtia, joiden kunnostamiseen on uhrattava huomattavasti aikaa, kun taas toisaalla ojien perkaaja voi ohittaa pitkiäkin ojan osia miltei »käsin koskematta». Hyvän järjestyksen vuoksi ja kirjanpidonkin helpottamiseksi on ehkä kuitenkin



Kuva 19. Suonkuivaustyönjohtaja K. L. Välimaa v. 1915 korpirämeelle kaivattamansa ojan varrella. Oja perkauksen tarpeessa. Keuruun hoitoalue, Suojärven valtionpuisto. Valok. 1926 O. O. J. Tirkkonen.
Abb. 19. Arbeitsleiter K. L. Välimaa am Rande des von ihm i. J. 1915 in einem Bruchmoor-Reisermoor ausgehobenen, heute bereits aufreinigungsbedürftigen Grabens. Forstrevier Keuruu. 1926.



Kuva 20. V. 1921 kaivettu ja v. 1936 uusin luiskin perattu oja sararämeellä. Lehteviä vesakoivuryhmiä. Vakka-Suomen hoitoalue, Leijansuo. Valok. 1938 A. Korva.
Abb. 20. Im Jahre 1921 ausgehobener und i. J. 1936 unter Erneuerung der Seitenböschungen aufgereinigter Graben in einem Seggenreisermoor. Reich belaubte Gruppen von schösslingsbürtigen Birken. Forstrevier Vakka-Suomi. 1938.

paikallaan kohdistaa perkaus samana kesäkautena kaikkiin saman ojitusryhmän, osaston tai erillisen metsäpalstan ojiin.

Mitä ojien perkausten suorituksen vuodenaikaan tulee, on ilmeistä, että kyseiset työt edistyvät parhaiten keskikesän kuivina viikkoina. Hyvällä menestyksellä niitä voidaan tosin suorittaa, kuten uusien ojien kaivuakin, koko sinä aikana, jolloin maa on sulana. Esitetäänpä ajatuksia, että ojien perkaus — esimerkiksi kynnyskohtien alentaminen — varmenee, jos työ suoritetaan sellaisena aikana, jolloin ojissa on jonkin verran vettä. Näin mm. vapaudutaan punnituskoneen käytöstä, mikä ojien kuivina ollen voisi eräin kohdin olla tarpeen.

Urakka- vai päivätyö.

Metsäojien kaivun etukäteen hinnoittaminen on kutakuinkin varmaa ja ojien kaivu suoritetaankin miltei poikkeuksetta urakkatyönä. Ojien perkauksen etukäteen hinnoittaminen ei sen sijaan ole helppoa ja sen urakkatyönä suorittaminen edellyttää työnjohtajalta sekä taitoa että runsaasti kävelyä, mutta urakkatyöhön on silti epäilemättä pyrittävä ojien

perkauksiakin suoritettaessa. Urakkatyöhän lisää aina ja kaikkialla työtehoa ja on niin hyvin työn tekijälle kuin teettäjällekin yleensä edullisinta.

Urakkatyöksi ojien perkaus soveltuu varsinkin silloin, kun tukkeuma ojassa jatkuu edes suurin piirtein tasalaatuisena ja runsaanlaisena, joten sen etukäteen hinnoittaminen on suhteellisen varmaa eikä lisää kohtuuttomasti perkaustyön kokonaiskustannuksia. Toisaalta taas esimerkiksi hakkuutähteiden ja risusiltojen ojista poisto, mikä tosin kuuluisikin metsän hakkuuttajalle eikä ojittajalle, sopinee paremmin päivätyöksi. Samoin lienee vuosittain tai joka toinen-kolmas vuosi suoritettavien — mikäli niitä suoritetaan — ojien siivouksien laita, jossa yhteydessä tulee kysymykseen vain paikka paikoin esiintyvien suhteellisen vähäisten puutteellisuuksien korjaus. Päivätyönä käy ehkä paremmin myös ensimmäinen ojien kunnostelu kaivun jälkeen, jolloin yleensä esiintyy vain siellä täällä hyvin erilaista korjailtavaa. Lisäksi voi päivätyöksi soveltua suurehkon ryhmän työskentely isojen valtaojien perkauksessa tai hyvin keskitetyllä työmaalla kunnollisen työn valvojan jatkuvasti seuratessa työn kulkua.

Edellä sanottu koskee sellaisten laajahkojen ojitusten kunnossapitoa, johon käytetään vierasta palkkatyövoimaa. Vähäisissä maatilametsissä ojien perkaus tulee nähtävästi yleensä talon vakinaisen väen varassa päivätyönä suoritettavaksi. Ja kaikissakin oloissa, mikäli vain on kunnollista työvoimaa saatavissa, päivätyöllä on nimenomaan ojien perkauksen kyseenä ollen etunsa. Siten vapaudutaan huomattavan kustannusosuuden vaativasta ja usein epävarmastakin työn etukäteen hinnoittamisesta, samoin valmiin työn yksityiskohtaisesta tarkastamisesta. Päivätyönä saattaa sitä paitsi työ tulla kunnollisemmin suoritetuksi. Hyvälle työmiehelle kannattaa maksaa hyvin päivätyöstäkin.

Vesaaminen.

Ojan perkaus aloitetaan vesakon poistolla, sikäli kuin sitä on noussut ojan reunoille tai luiskiin. Tämä suoritetaan yleensä samana urakkana muun perkauksen ohella. Eräät ojien perkauttajat katsovat edullisemmaksi suorituttaa vesaamisen erillisenä urakkana ennen varsinaista perkausta. Tällöin voidaan vesaamiseen käyttää halvempaa työvoimaa kuten naisia ja lapsia, joten kenties saadaan ojien kunnossapitokustannukset jossain määrin alenemaan. Lisäksi tätä menetelmää puolustetaan sillä, että ojan perkaaja on halukkaampi ottamaan perkaustyön suorittaakseen sen jälkeen, kun runsas ja tuuhea vesakko on raivattu, oja kun tällöin näyttää tuntuvasti helpommin kunnostettavalta kuin ennen vesaamista.

Vesakon poistossa on valtionmetsienkin ojitustyömailla noudatettu jonkin verran erilaisia ohjeita. Kaikkialla näyttää olleen sääntönä, että ojan luiskista poistetaan tarkoin, jopa juurineen, niin pienet kuin suuretkin vesat. Ojan reunoilta eräillä työmailla poistetaan vesat metrin leveydeltä

kahden puolen ojaa, toisilla työmailla vesataan »ojamaavallien välit puhtaiksi». Molemmissa edellisissä tapauksissa voidaan jättää sopivien välimatkojen päähän valiopuita lähemmäksikin ojaa, esimerkiksi noin puolen metrin päähän siitä. Yleisimmin näyttää noudatetun ohjetta, että vesakko poistetaan 50—60 (40—70) cm:n leveydeltä. Eräillä työmailla vesakko saa jäädä ojien reunoille kasvamaan, »ettei karja voisi käyttää ojien reunoja kulkuteinään».

On selvää, että kaikkien puiden ja pensaiden poisto esimerkiksi metrin leveydeltä ojan reunoilta lisää melkoisesti kustannuksia vaikkapa puolen metrin leveyteen verraten, jota paitsi vesattavaa kaistaa kaventaen jonkin verran säästyy puun kasvussa olevaa maa-alaakin. Toisaalta taas ojan reunoilla asti tai lähellä niitä kasvavat puut lisäävät ojiin varisevien lehtien ja karikkeiden määrää. Yleisohjeeksi voitaneen suositella sellaista menetelmää, että ojien reunoilta poistetaan noin 40 cm:n leveyteen asti kaikki puut ja pensaat sekä niiden lisäksi myös kookkaat varvut ja saniaiset. Puhtaiksi vesattavien ojan lähireunojen ulkopuolelta poistetaan samoin noin 40 cm:n levyisiltä kaistoilta pensaat ja puut kaunisrunkoisia mäntyjä ja koivuja lukuunottamatta, joita voidaan jättää sopivien välimatkojen päähän toisistaan. Näistä valioyksilöistä olisi samassa yhteydessä, niin korkealle kuin vaivattomasti yletytään, vesurin hamarapuolella karsittava kuivia oksia. Kuusia tai kuusen taimia, jotka ennen pitkää levittäisivät oksiansa ojan kohdalle, ei tällaisiksi valiopuiksi olisi hyväksyttävä. Pajut, harmaalepät ja niiden ohella myös muut syystä tai toisesta ala-arvoisiksi katsotut puut ja puun alut olisi hyvä poistaa vähintään metrin leveyteen asti. Heikkolaskuisten ja lisäksi pienikokoisten ojien varsilta vesakon kunnollinen raivaus on tärkeämpää kuin parempilaskuisten ja kookkaitten ojien varsilta. Jyrkähkölaskuisten, syöpyneiden ojien reunoilla vesakko saa kasvaa rauhassa aivan ojan luiskia, jopa pohjaakin myöten.

Vesakon raivauksessa käytetään ensi kädessä ja useimmiten yksinomaan vesuria. Sen ohella voidaan pienehkön vesakon sekä vatukon, varvuston ja saniaisten poistoon käyttää lyhyttä, tukevaa vesaviikatetta tai paksuteräistä sirppiä. Pienimmät puun alut voidaan käsin kiskaista juurineen maasta. Kookkaamman vesakon raivaukseen soveltuu pioneerivesuri, kookkaimman kirves. Valtionmetsien Keski-Suomen suonkuivauspiirissä on käytetty erikoisesti tähän tarkoitukseen suunniteltua »Välimaan vesuria». Sitä on hyvällä menestyksellä käytetty sekä puuston, kookkaanlaisenkin, että varvuston poistoon.

Kustannukset, joita vesakon poisto aiheuttaa, vaihtelevat suuresti, kuten jäljempänä esitettävät työaikahavainnot osoittavat. Useimmiten ne ovat 10—30 %:n välillä ja keskimäärin 15—20 % ojien kunnossapidon kokonaiskustannuksista. Yleisluonteisten havaintojen mukaan vesaamiskustannus on, mikäli se suoritetaan noin 80 cm:n leveydeltä ojan kahden puolen, paljaaksihakatuissa korvissa lähes puolet, keski-ikäistä tai vanhaa

kuusikkoa kasvavissa korvissa noin $^1/_{10}$ ja hajanaista metsää kasvavilla rämeillä sekä nevoilla korkeintaan $^1/_5$ perkaustyön kokonaiskustannuksista.

Eräissä tapauksissa lehtevät ojanvarsivesakot sijaitsevat siksi mukavasti, että niistä voidaan tehdä lehdeksiä karjan rehuksi, jolloin ojien perkauskustannukset siltä osalta jäävät kokonaan pois. Tällöin sopii vesakko raivata vaikkapa metrin leveydeltä ojan kahden puolen. Mikäli ojitetuilla soilla suoritetaan taimiston raivauksia tai harvennuksia, olisi samassa yhteydessä toimeenpantava asianmukainen ojanvarsien vesaaminen, vaikkei ehkä juuri sinä kesänä suoritettaisikaan kyseisten ojien perkausta.

Kun on havaittu, että kevätkesän ja nimenomaan kesäkuun aikainen vesaaminen (H e i k i n h e i m o 1930) ei johda yhtä herkästi uuteen vesomiseen kuin kesän loppukuukausina suoritettu, olisi ojanvarsivesakoiden raivaus pyrittävä toimeenpanemaan mikäli mahdollista kesäkuussa.

Varsinainen perkaus.

Ojien perkauksessa voidaan erottaa seuraavat työn määrään ja laatuun nähden toisistaan poikkeavat asteet:

O j a n p u h d i s t u s eli siivous käsittää siellä täällä esiintyvien, veden kulkua haittaavien tai sellaisiksi ilman korjausta ennen pitkää muodostuvien esteiden ojista poiston.

O j a n p o h j a u s edellyttää jo lähes yhtäjaksoista pohjalietteen, kasvillisuuden tai niiden sekoituksen ojan pohjalta pois luontia.

O j a n p o h j a u s j a l u i s k a u s tulee kysymykseen silloin, kun pelkällä pohjauksella ei enää saada ojaa tarkoitustaan vastaavaan kuntoon, vaan on samalla suoritettava luiskienkin uudelleen leikkaaminen.

Kaikkien edellä mainittujen ojanperkauksen työasteiden välillä on hyvinkin monenlaisia väliasteita. Lisäksi voidaan huomioida erikseen e n n e n a u k a i s t u j e n p u r o j e n p e r k a u s.

Puhdistus eli siivous.

Ojan puhdistus, jota usein nimitetään myös ojan siivoukseksi, on helpoimmin suoritettava perkauksen muoto. Se tulee kysymykseen mm. ojien vuotuisten läpikäyntien yhteydessä. Tällöin poistetaan ojista hakkuutähteet, mikä työ tosin kuuluisi hakkuuttajalle eikä ojien kunnossapitäjälle, ojiin puista varisseet oksat ja lehtisulut, luiskista irtautuneet kivet, karjan tai muiden syiden takia ojiin vierähtäneet turvelohkareet ja kasvituppaat sekä muut veden vapaata kulkua haittaavat tai sellaisiksi helposti muodostuvat esteet.

Vaikka ojien puhdistuksessa suoritettava työ hajaantuu laajalle alalle, joten tarpeettomien työvälineiden mukana kuljetusta on vältettävä, täytyy sentään lapion lisäksi pitää mukana myös kirves tai vankka vesuri, sillä siellä täällä voi esiintyä ojan pohjasta tai luiskan alaosasta poistettava tai typistettävä kanto, lieko tai puun juuri, ehkäpä pajupehkokin. Mikäli hakkuutähteitä tai risusiltoja on runsaanlaisesti, olisi ojakoura eli hara niiden ojasta poistossa suureksi avuksi.

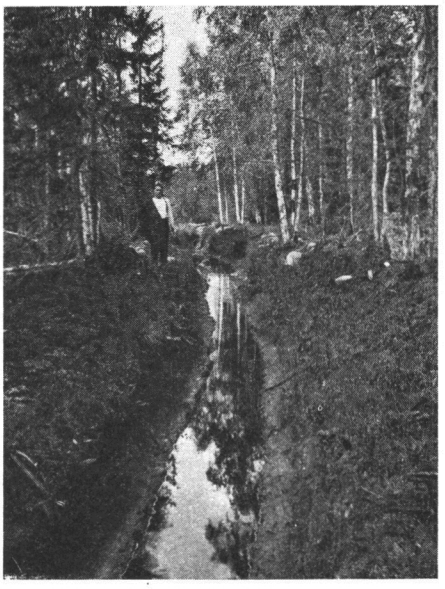
6—8-vuotisin väliajoin suoritettavien ojanperkausten yhteydessä on edelleen koko joukko ojia tai ojien osia, jotka voidaan sivuuttaa joko ilman muuta tai sitten edellä selostetun, helposti suoritettavan puhdistuksen tapaan. Tällaisia ovat mm. tasaisesti ja sopivasti syöpyneet, kiviseen moreeniin kaivetut, jyrkähkö- ja jyrkkälaskuiset korpien ojat, samoin myös raa'anlaiseen turpeeseen kaivetut rämeitten ja nevojen ojat, joissa putous on tyydyttävä. Toisaalla on kuitenkin suhteellisen runsaasti myös sellaisia ojia tai ojien osia, joiden kohdalla on perusteellisempi perkaus tarpeen.

Pohjaus.

Ojien perkauksessa on ennen kaikkea kiinnitettävä huomiota ojan pohjan kuntoon. Luiskien murtumisen ym. syiden takia ojan pohjalle kerääntyneen lietteen sekä kasvillisuuden johdosta ojaa on aika ajoin syvennettävä. Tällainen ojan pohjaus, joksi sitä nimitetään, suoritetaan runsaan ja tyydyttävän putouksen kohdalla yksinkertaisesti vain ojan alkuperäistä pohjaa seuraten. Heikon tai miltei puuttuvan putouksen kohdalla, mikä on voinut kaivun aikaisestakin esimerkiksi kynnyskohtien murtumisen tai ojan pohjan ojan eri osissa eri suuren painumisen takia huonontua, pohjauksessa on samalla pyrittävä putousta parantamaan. Niin myös sitkeän saraikon kohdalla, mikä olisi poistettava juurineen, joudutaan kenties leikkaamaan osaksi myös alkuperäistä ojan pohjaa. Ellei näin menetellä, ilmestyy sitä uudelleen ylen nopeasti.

Vettä patoavat kangaskynnykset muodostavat useinkin hyvin tärkeitä työn kohteita ja lisäksi suuritöisiä, sillä niissä on monestikin syvennettävä väylää lujaan karikkoon, minkä takia se ehkä onkin kaivun aikana tullut puutteellisesti puhkaistuksi. Eräissä tapauksissa asia voi korjaantua huonosti tehdyn kivityön parantamisella. Jos kynnyskohta on alunperin lisäksi kaivettu liian jyrkin luiskin, on luiskiakin loivennettava, mikä yhä kohottaa perkauskustannuksia.

Ojien perkauksen yhteydessä ei luiskiin, niiden alinta osaa lukuun ottamatta, ainakaan mainittavasti puututa. Pohjaleveyden suhteen pyritään 30 cm:iin, mutta todellisuudessa se, varsinkin jos ojan syventäminen on verraten vähäistä, useinkin jää enemmän tai vähemmän kaukalomaiseksi, mikä saattaa olla asialle vain eduksi.



Kuva 21. Kunnollisesti aukaistu ja huomattavasti syvennettykin puro. Karstulan hoitoalue, Pirttilammin puro. Valok. 1926 Paavo Mansner.
Abb. 21. Gehörig gerodeter und auch bedeutend vertiefter Bach. Forstrevier Karstula. 1926.



Kuva 22. Samoin kohtalaisen hyvin, vaikkakin kevyemmin aukaistu puro. Kivalon kokeilualue, Kumpukivalo. Valok. 1934 Toivo Välivuori.
Abb. 22. Ebenfalls recht einwandfrei, jedoch leichter gerodeter Bach. Versuchsrevier Kivalo. 1934.

Pohjaus ja luiskaus.

Muutamien vuosien väliajoin joudutaan ojia peratessa pohjauksen lisäksi myös ainakin joidenkin ojien tai ojan osien luiskat kunnostamaan, luiskaamaan, kuten on tapana sanoa. Ennenkuin tähän ryhdytään, asiaa on tarkoin harkittava. Luiskaus nimittäin ensiksikin kohottaa perkauskustannuksia, jota paitsi on huomattava, että ohuehko, veden kulkua mainittavastikaan haittaamaton sammal- tai muu kasvipeite vahvistaa luiskaa esimerkiksi murtumista vastaan. Vain mikäli oja luiskien voimakkaan sammaloitumisen tai muiden syiden takia alkaa laidoiltaankin käsin umpeutua veden kulkua vakavasti uhaten, on se luiskattava. Tämä pyritään suorittamaan alkuperäistä luiskaa myöten. Helponlaisesti irroitettavan sammalikon kohdalla se tavallisesti käykin siten, mutta työläämmin irtautuva saraikko olisi ojan luiskista kuten pohjastakin poistettava juurineen, mikä yleensä edellyttää osaksi myös alkuperäisen luiskan leikkaamista.

Aukaistujen purojen perkaus.

Esillä olevan tarkastelun yhteydessä on puhuttu vain ojista, joihin tällöin on luettu myös purot. Tässä saattaa silti olla paikallaan lyhyesti

erikseen kosketella myös ennen kaivettujen (aukaistujen) purojen kunnon säilymisen ja perkauksen suhteen tehtyjä huomioita.

Yleisenä kokemuksena on, että kunnollisesti aukaistut purot, joiden mutkat on asianmukaisesti oi'ottu, kynnyskohdat riittävästi alennettu sekä tarpeelliset uoman syvennykset ja levennykset suoritettu, vaativat vähemmän jälkihoitoa kuin ojat. Erityisestikin runsasvetiset, kivikkopohjaiset, hyväputouksiset purot tai purojen osat pysyvät hyvin kunnossa. Puroon ehkä kuitenkin vierähtäneet kivet sekä siihen sortuneet tai kulkeutuneet puut ja risut samoin kuin heikoille putousväleille mahdollisesti muodostuneet hiekkakasaantumat on uomasta aika ajoin poistettava. Suvantojen alla saattaa kynnyskohtien lisää alentaminen tai joidenkin kivien poisto osoittautua tarpeelliseksi. Ojien perkauksen yhteydessä on myös purojen reunoilta raivattava niille ehkä ilmestynyt vesakko, kuten pajupehkot, jotka heikkolaskuisilla kohdilla voivat herkästi muodostua veden kulkua hidastaviksi.

Työvälineet ja työskentelytapa.

Käyttökelpoisin ja tärkein työväline ojien perkauksessa on tavallinen ojalapio. Useinkin tarpeellinen on myös kuokka, joka esimerkiksi saraikkoa ja sammalikkoa ojan pohjasta ja luiskista irroitettaessa voi suuresti helpottaa ja jouduttaa työtä. Ojapiilun käyttö luiskia puhdistettaessa saattaa eräissä tapauksissa tulla kysymykseen. Ojakouralla, jolla näyttää olevan monta nimeä, kuten suokoura, sivakka, ojahara jne., on kätevää varsinkin suurikokoisesta ojasta vetää ylös ja samalla mahdollisuutta myöten alkuperäisen ojamaavallin taakse ei vain hakkuutähteitä, vaan myös kuokalla tai piilulla irroitettuja kasvituppaita ja turvelohkareita. Mutakauhalla eli reikälapiolla on useinkin joudukkainta tyhjentää oja ylempää kulkeutuneesta, löyhästä, hiekanpitoisesta lietteestä, jota paitsi vahvasti maatuneeseen turpeeseen tai savikkoon ulottuvaa ojaa pohjatessa mutakauha useassa tapauksessa voittaa ainakin märkänä aikana tavallisen lapion. Kirveskin on perkaustyömaalla välttämätön, vaikkakin mukana kuljetettavien työvälineiden määrää olisi pyrittävä vähentämään. Sanotusta huolimatta tottuneet ja hyviin tuloksiin pyrkivät ojan perkaajat katsovat edulliseksi varata mukaansa eri työvälineet, ainakin lapion, turvepohjaisten ojien sekä työvälineitä nopeasti tylsyttävien kivikkopohjaisten ojien perkaukseen.

Ojasiiman käyttö, mikä uusia ojia kaivettaessa on välttämätöntä, tulee ojien perkauksessa kysymykseen vain hyvin pahoin umpeutuneita ojia aukaistaessa. Tähtäystaulujen käyttö, ns. sihitys, voi olla tarpeen perattaessa heikkolaskuisia ojia kuivana aikana, jolloin ojissa ei ole vettä. Poikkeustapauksessa, esimerkiksi kynnyskohtia alennettaessa, saattaa ojien perkauksen yhteydessä punnituskoneeseen turvautuminenkin olla paikallaan.

Kun ojien perkauksessa ojametriä kohden suoritettava työmäärä on yleensä pieni, yhden miehen »työryhmä» johtaa siinä useimmiten parhaisiin tuloksiin. Asianlaita on näin varsinkin ns. ojien siivouksessa. Mikäli työmäärä ojametriä kohden on suurehko, kuten kookkaita, huonokuntoisia ojia perattaessa, kahden tai kenties useammankin miehen työskentely samana työryhmänä saattaa muodostua edullisemmaksi. Tällöin seuraavat rinnan erilaisin työvälinein suoritettavat työvaiheet, kuten ojan reunojen vesaus, turvepalteiden ja kasvillisuustuppaiden ym. kuokalla ojan luiskista ja pohjalta irroitus, näiden ojasta ylös veto ojakouralla sekä sitten viimeisenä ojan pohjan puhdistus olosuhteista riippuen joko tavallisella ojalapiolla tai reikälapiolla.

Vesivaot, sillat ja portaat.

V e s i v a k o j e n merkitys on, kuten edellä on esitetty, ojan varsien painumisen takia perkaukseen mennessä ainakin paksuturpeisilla soilla — jänteisiä rimpinevoja lukuun ottamatta — yleensä käynyt siksi vähäiseksi, ettei niitä tarvitse perkauksen yhteydessä uudelleen aukaista. Jo mainituilla rimpinevoilla sekä ohutturpeisilla ja tiivispohjaisilla soilla vesivaot voivat olla jatkuvasti tarpeen, joten sammaloituneiden tai muista syistä umpeutuneiden vesivakojen uudestaan aukaisu on tällöin suoritettava. Missään tapauksessa vesivakoihin yhtä vähän kuin ojamaavalleihin pintavesien valumista varten jätettyihin aukkoihinkaan ei sovi perkauksen yhteydessä heittää maata tai muuta ojista poistettavaa, ei edes risuja, mitkä kaikki olisi mahdollisuuden mukaan heitettävä alkuperäisen ojamaavallin taakse. Mikäli puheena oleviin aukkoihin on mahdollisesti joutunut hakkuutähteitä tai muuta roskaa, on ne perkauksen yhteydessä niistä poistettava.

Toisaalta voi olla myös tapauksia, mm. jänteiset rimpinevat sekä tiivispohjaiset, ohutturpeiset suot, joiden ojien perkauksen yhteydessä on paikallaan ei vain aukaista vanhat vesivaot, vaan samalla jatkaa niitä ehkä etäälläkin ojista oleviin pintavesipainanteisiin asti. Tällaisten pintavesiurien teko saattaa aiheuttaa kustannuksia, jotka eivät varsinaisesti kuulu ojien kunnossapitoon.

Mitä sitten kaivun aikaisiin ojamaihin tulee, ne on yleensä jo alunperin heitetty siksi etäälle ojan reunasta, että niiden siirto tai levitys tulee vain poikkeustapauksessa kysymykseen. Tällaisenkin työn mahdollinen tarpeellisuus on kuitenkin pantava merkille perkaustyötä suoritettaessa.

S i l l a t j a p o r t a a t ansaitsevat oman huomionsa. Sikäli kuin ne ovat joko osaksi tai kokonaan loppuun kuluneet, ehkäpä jo ojaan sortuneet, on ne purettava ja niiden tähteet asetettava sellaiseen paikkaan, ettei niistä aiheudu tiellä tapahtuvalle liikenteelle haittaa. Siltojen ja porraspuiden korjaaminen tai uusiminen on, edellyttäen, että ne katsotaan edel-





Kuvat 23 ja 24. V. 1933 sararämeelle kaivettu oja: vasemmassa etuala vesattuna, oikea perkauksen jälkeen. Kuntoluokka V, perkausaika 3.8 min./m. Ojan syvyys noin 1 m, luiska 1/0.7. Turvekerroksen paksuus 2 + m. Vrt. s. 49. Kuhmon hoitoalue. Valok. 1947 E. V. Saari.

Abb. 23 und 24. Im Jahre 1933 in einem Seggenreisermoor ausgehobener Graben, links nach Entfernung der Schösslinge im Vordergrund, rechts nach der Aufreinigung. Zustandsklasse V, Zeitaufwand bei der Aufreinigung 3.8 min/m. Tiefe des Grabens etwa 1 m, Böschungswert 1/0.7. Vgl. S. 49. Dicke der Torfschicht 2 + m. Forstrevier Kuhmo. 1947.

leen tarpeellisiksi, mukavinta suorittaa ojan perkauksen yhteydessä. Ellei sopivaa rakennuspuuta, so. mahdollisimman kestävää havupuuta, kooltaan liikenteen mukaista, ole kohtuullisen kantomatkan päästä saatavana, on sillan teko ehkä lykättävä seuraavaan kesään, jotta rakennuspuut voidaan kuljettaa paikalle rekikelin aikana hevosella.

Myös sillat on yleensä edullisinta teettää urakalla. Yksinkertaisen »ojasillan» tekoon kuluu aikaa rakennuspuiden läheisyydestä riippuen 2—4 tuntia. Eräillä työmailla on tehty, kun sopivia kiviä on ollut lähellä, puusiltoja uusittaessa siltoja kivestäkin. Porraspuiden uusiminen on perkausurakkaa annettaessa huomioitava noin puolisen tuntia tai ehkä koko tunninkin aikaa vaativana työn lisänä.

Ojien perkauksen hinnoittaminen.

Ojien perkauksesta maksettavan työpalkan etukäteen määrittäminen ei ole helppoa. Kun kyseinen työ olisi kuitenkin sekä teettäjän että tekijän kannalta useinkin edullisinta suorittaa urakkatyönä, olisi sen oikeudenmukaiseen hinnoittamiseen kyettävä. Seuraavassa koetetaan valaista tätä hinnoituskysymystä etenkin Metsähallituksen suonkuivauspiireistä hankitun kokemuksen ja niissä suoritettujen työaikakokeiden perusteella.

Havaintoja kesän 1946 ojanperkaustyömailta.

Syksyllä 1946 tämän esityksen kirjoittaja sai Metsähallituksen eräiltä suonkuivausmetsänhoitajilta ja useilta suonkuivaustyönjohtajilta muun ojien perkausta koskevan selvittelyn ohella myös sellaisia tietoja, joiden perusteella voidaan tarkastella ojien perkaukseen ojametriä kohden kuluvia työaikoja. Näistä selostuksista havaitaan ensiksikin, että v. 1946 perkaukset oli yleisesti kohdistettu ojiin, jotka oli kaivettu tai viimeksi perattu 10—15, jopa lähes tai ylikin 20 vuotta sitten. Vain poikkeustapauksissa on perattu ojia, jotka ovat olleet 10 vuotta nuorempia. Vaikkakin vuosien 1940—1945 aikana niin hyvin uusien ojien kaivu kuin ojien kunnossapitokin oli käytännöllisesti katsoen kokonaan pysähdyksissä, osoittavat mainitut vuosimäärät silti, että ojien perkauksien väliset ajat ovat valtionmetsissäkin venyneet pitkiksi.

Perkauskustannukset metriä kohden ovat suuresti vaihdelleet. Osoituksena siitä, mikä vaikutus ojan iällä, jolla tässä voidaan tarkoittaa myös viimeisestä perkauksesta kulunutta aikaa, on perkauskustannuksiin, mainittakoon, että silloin yhteisen johdon alaisina olleista Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Kainuun suonkuivauspiireistä saatujen tietojen mukaan 5 vuotta vanhojen ojien perkaus maksoi keskimäärin 2—3 mk, 10 vuotta vanhojen noin 5 mk ja 15 vuotta vanhojen noin 7 mk metriä kohden. Kaikki mainituissa suonkuivauspiireissä v. 1946 suoritetut ojien perkaukset, yhteensä noin 379 km, maksoivat keskimäärin 4: 93 mk/m. Tähän sisältyy hyvin eri määrässä tukkeutuneita ojia, myös sellaisia ojavälejä, jotka eivät ole aiheuttaneet juuri mitään puuhaa. Päiväansio on ollut keskimäärin 400 mk.

Muista suonkuivauspiireistä on esitetty vastaavanlaisia tietoja, joista siis käy selville, minkä verran eri-ikäisten ojien perkaus on maksanut sekä

minkä suuruiseksi päiväansio on keskimäärin kohonnut. Viimeksi mainittu on vaihdellut seudun työpalkkatasosta riippuen 275 ja 520 markan välillä. Päiväansion suuruus taas on vaikuttanut perkauskustannuksiin, jotka ovat eri piireissä vaihdelleet eri-ikäisten ojien kyseenä ollen 3—7, jopa 2—12 markan välillä metriä kohden.

Mainittujen lukuarvojen perusteella on koetettu päästä ojien perkauksessa metriä kohden kuluneeseen työaikaan. Työpäivän pituudeksi on edellytetty 7 ¼ tuntia, jollaiseksi ojurien työpäivä keskimäärin osoittautui kesäkausina 1937 ja 1938 suoritettujen metsäojien kaivun työaikatutkimuksien mukaan (L u k k a l a 1939). Eri-ikäisille ojille täten saadut työaikaluvut tasoitettiin graafisesti käyrällä, jonka piirtäminen — havaintopisteiden hajaantumisesta huolimatta varsinkin vanhimpien ojien kohdalla — ei sentään ollut kovin epävarmaa. Käyrästä saatavien lukuarvojen perusteella havaittiin mm., että 5 vuotta vanhojen ojien perkaukseen oli kulunut aikaa keskimäärin 2 ½—3 min./m, 10 vuotta vanhojen 5—6 min./m ja 15 vuotta vanhojen 8—9 min./m. 6—8 vuotisin väliajoin suoritettaviin perkauksiin, jollaista edellä on suositeltu käytäntöön sovellettavaksi, kului aikaa keskimäärin 3 ½ minuuttia perattavaa ojametriä kohden. Mikäli ojia vuosittain edes kevyesti siivottaisiin, vaikkapa vain hakkuutähteet ojista ajoissa poistettaisiin, alenisi viimeksi mainittu luku ehkä 2 ½—3 minuuttiin.

Vaikkakin maalajisuhteet sekä ojien putous, koko ja monet muut tekijät vaikuttavat yksityisissä tapauksissa ojien kunnon säilymiseen ja sen mukaisesti niiden perkauksen edellyttämään työmäärään hyvin ratkaisevasti, edellä mainitut luvut kuvastavat silti ainakin suurin piirtein metsäojien kunnossa vuosien mittaan tapahtuvaa huononemista ja niiden hoitoon uhrattavaa työmäärää.

Edellä olevan vertailun täydennykseksi on tässä paikallaan selostaa suonkuivaustyönjohtaja E. J. M a t t i l a n Kurun hoitoalueessa suorittaman nimenomaisen työaikakokeen tuloksia, josta hän lähetti suontutkimusosastolle tietoja syksyllä 1946. Hän oli antanut erään metsäkouluun pääsyä varten harjoitelleen työkuntoisuudeltaan keskinkertaista ojuria vastanneen nuoren miehen perata eri määrässä tukkeutuneita ojia yhteensä 4 493 metriä. Tämä ojapituus jakaantui, tosin ei tasaisesti, kuntoonsa katsoen 10 eri luokkaan sekä »lisäksi vielä 0-luokkaan, joka tarkoitti uudenveroisessa kunnossa olevaa ojaa, mutta joka kuitenkin piti kaikkien työkalujen kanssa käydä läpi suoritellen tarpeeksi katsottuja korjauksia. Luokka X tarkoitti ojaa, joka oli kasvillisuuden ym. tekijäin vaikutuksesta tukkeutunut melkein kokonaan tai ainakin niin, ettei sillä enää ollut merkitystä tehtävässään. Väliluokat I—IX jakaantuivat tasaisin välimatkoin 0:n ja X:n välille». Ojia kuntoluokkiin jaettaessa käytettiin lisätukena sitä, montako sadannesta tukkeutuma oli ojan perkauksessa tavoiteltavasta tilavuudesta (poikkileikkauksesta). Luokassa I tukkeutuman osuus

oli 10 %, luokassa II 20 % jne. Eri luokkien ojien perkaukseen kulunut aika vaihteli 1.4 min./m (0-luokka) ja 13.3 min./m (X-luokka) välillä. Keskimäärin kului aikaa kyseisen ojamäärän perkaukseen 3.8 minuuttia metriä kohden, mikä oli likimain sama kuin hänen vaikeusluokkansa II keskiaika. Kunnostetuista ojista kuului yhteensä 3 446 metriä kolmeen helpoimpaan ja vain 1 047 metriä muihin 8 luokkaan. Tämä selittää keskimäärin metriä kohden kuluneen ajan lyhyyden.

Kesällä 1947 suoritettuja työaikakokeita.

Siihen mennessä ojien perkauskysymyksestä hankitun selvittelyn perusteella tutkimuslaitoksen suontutkimusosastolta lähetettiin keväällä 1947 useille metsähallinnon suonkuivaustyönjohtajille ohjeet ja ehdotus ojien perkauksen työaikakokeita varten. Yksityiskohtaisiin työaikatutkimuksiin ei pyritty, vaan edellytettiin, että käytännöllisten perkaustöiden yhteydessä saataisiin asiasta edes suurpiirteistä valaistusta metsäojien perkaustöiden hinnoittamista varten.

Ojan tai ojan osan, jonka perkaukseen kuluvaa aikaa seurattiin, sijainnin suhteen merkittiin muistiin suotyyppiryhmä, korpi, räme tai neva. Lisäksi huomioitiin turvekerroksen paksuus, ojan kaivun aikainen syvyys, luiska ja pohjaleveys, kaivuvuosi tai — mikäli oja oli perattu — viimeisen perkauksen vuosi. Kuntoonsa katsoen kyseiset ojat tai ojan osuudet ryhmiteltiin 10 kuntoluokkaan seuraavasti:

I. Hyvä. Oja likimain moitteettomassa kunnossa. Vain siellä täällä jokin risu tai muu nopeasti korjattavissa oleva puutteellisuus.
II. Tyydyttävä. Paikoitellen kohdassa IV mainittuja, verraten helposti korjattavia vikoja, jotka eivät ole vielä aiheuttaneet veden patoutumista.
III. Väliaste.
IV. Välttävä. Monin paikoin veden vapaata kulkua haittaavia esteitä, kuten hakkuutähteitä, risusiltoja, puista varisseita oksia, lehtikarikepatoja, turvelohkareita, luiskasta irtautuneita kiviä, esiin pistäviä juuria, kantoja tai liekoja, sammal- tai muita kasvilaikkuja ja niihin pysähtynyttä lietettä, eräin paikoin ehkä ojan pohjan haitallista liettymistä, luiskan ja ojan reunan lievää vesoittumista jne.
V. Väliaste.
VI. Huono. Varsin runsaasti kohdassa IV lueteltuja vikoja, joiden korjaamisen lisäksi useinkin ojan pohjan lähes yhtäjaksoinen ja paikoin luiskienkin puhdistus tarpeen.
VII. Väliaste.
VIII. Erittäin huono. Veden kulkua haittaavia esteitä hyvin paljon, oja pahoin liettynyt tai kokoon puristunut [1]), sitkeää, lietteen sekaista saraikkoa, heinikköä ja vahvaa sammaloitumista, joten yhtäjaksoinen ja tuntuva ojan — ehkä kivikkoiseen perusmaahan ulottuva — pohjaus sekä

[1]) Painuminen on huomioitava jo ojan kaivusyvyyttä suunniteltaessa, joten säännönmukaisen painumisen takia mataloituneiden ojien syventäminen ei tule yleensä kysymykseen perkaustöiden yhteydessä.

yleensä myös luiskaus välttämätön, alennettavia kynnyskohtia, mahdollisesti myös suuritöistä vesakon raivausta.

IX. Väliaste.

X. Kelvoton. Oja miltei umpeen »kasvanut», liettynyt tai puristunut, luiskat ja reunat ehkä lisäksi voimakkaasti vesoittuneet. Kaivuvaikeusluokka korkea. Tähän luokkaan vietävä myös kivikkoisten kynnyskohtien suuritöiset alentamiset [1]).

Ojan kuntoa huonontaneet tekijät huomioitiin seuraavanlaisina »haitan laatuina»: vesoittuminen (ves), hakkuutähteet (ht), karikkeet (kar), irtoturpeet (it), kivet (kv), »pohjahaot» (liek), murtuminen (murt), syöpyminen (syöp), pohjaliete (liet), painuminen (pain) sekä kasvillisuus (kasv). Haitan laadun lisäksi, joita samalla työosuudella saattoi tietenkin esiintyä useitakin, erotettiin myös sen määrän asteet 1—3 (niukka, kohtalainen ja runsas).

Samaan työosuuteen vietiin oja tai ojan osa, jonka mittasuhteet sekä perkauksen työvaikeus (kuntoluokka ja haitan laadut) olivat koko osuudella likimain samat. Työaikaa seurattiin tottuneiden ja luotettavien ojurien joko päivä- tai urakkatyönä ojia kunnostaessa. Perkaus pyrittiin suorittamaan tarkoitustaan kaikin puolin vastaavasti. Työaikaan sisältyi ojanvarsivesakon raivaus siten, että 80 cm:n leveydeltä ojan kahden puolen poistettiin puut ja pensaat, valiopuita lukuun ottamatta, joita saatettiin jättää lähemmäksikin ojan reunaa. Perkauksessa nostettavien maiden ja vesivakojen suhteen oli meneteltävä, kuten aikaisemmin (s. 43) on selostettu.

Sellaisia ojien perkauksen yhteydessä esiintyviä töitä kuin siltojen ja portaiden uusimisia ei sisällytetty tarkkailun alaiseen työosuuteen, vaan niistä tehtiin havaintoja erikseen. Myös perkaajien työskentelytavasta ja työvälineistä tehtiin huomioita ja muistiin merkintöjä.

Taulukkoon 5 on koottu tulokset kyseisistä työaikakokeista, joita suoritettiin Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan ja Kainuun 10:ssä eri hoitoalueessa. Tiedot esiintyvät siinä ojaosuuksittain siten, että kuntoluokka huononee aste asteelta. Kolmeen parhaaseen yhtä vähän kuin kaikista huonoimpaankaan luokkaan kuuluvia ojia ei ole osunut tarkkailun kohteeksi. Koetyönä perattujen ojien yhteinen määrä on 6 028 m.

Koeosuuksien sijaintipaikat — korpi, räme, neva — on osoitettu taulukossa lyhennysmerkein K, R, N. Erään koeosuuden kohdalla vuorottelevat korpi ja räme, mutta silti voidaan päätellä, että korpiojia on noin 60 % koeojien koko määrästä. Noin 35 % kyseisistä ojista on rämeillä ja nevojen ojia on mukana vain 362 m. Ojien pohjaleveys, josta ei ole taulukossa tietoja, oli 30 cm, kolmea 40 cm:n pohjaleveydellä alkujaan kai-

[1]) Kuntoluokan X ja ehkä jo edellisenkin luokan ojien perkauskustannuksia arvioitaessa voidaan käyttää apuna metsäojien hinnoitustaulukoita (Lukkala—Tirkkonen 1939) huomaten vähennyksenä entisen uoman tilavuus.

Taulukko 5. Ojien perkauksen työaikahavaintoja kesällä 1947.

Tabelle 5. Arbeitszeitbeobachtungen bei Grabenaufreinigungen im Sommer 1947.

Koeosuuden *Versuchsabschnitt* pituus *Länge* m	sijainti *Lage*	Suon syvyys, m *Tiefe des Moores, m*	Oja — *Graben* Kaivu- syvyys *Urspr. Tiefe* cm	luiska *Urspr. Böschungswert*	kaivettu *ausgehoben* vuonna *im Jahre*	perattu *aufgereinigt* vuonna *im Jahre*	Kuntoluokka *Zustandsklasse*	Haitan laatu *Art des Fehlers*	Työaika *Zeitaufwand* min./m	vesaus *Beseit. d. Schössl.* %
40	R	0.8	80	1/0.6	1916	1937	IV	ves 1, murt 1, kasv 1	3.0	8
160	K	0.5	70	1/0.8	1933	—	»	ves 1, liete 1, kasv 2	3.0	17
80	N	2+	80	1/0.7	1934	—	»	ves 1, kasv 3	3.0	16
50	R	1.0	100	1/0.8	1933	—	»	ves 2, kasv 2	3.0	45
20	»	0.5	80	1/0.7	1932	—	»	kv 1, liete 1, kasv 1	3.6	—
48	K	0.3	60	1/0.6	»	—	»	ht 1, kv 1, liek 1, kasv 1	4.0	—
32	»	0.7	70	»	1917	1937	V	ves 3, liek 3, syöp 1	3.8	25
135	R	2+	100	1/0.7	1933	—	»	ves 1, liete 1, kasv 2	3.8	12
37	N	0.6	70	1/0.8	1930	—	»	kasv 3	4.1	—
20	K	0.7	80	»	1932	—	»	ht 1, liete 1, kasv 2	4.5	—
1 840	»	0.7	70	1/0.7	»	1937	VI	ves 3, kasv 2	4.0	25
28	R	1.1	120	1/0.6	1930	1938	»	ves 2, liek 1, kasv 3	5.4	14
1 200	KR	0.6	80	1/0.8	1933	1937	»	ves 2, kv 1, liek 1, kasv 2	6.0	25
150	N	1.1	120	»	1932	—	»	ves 1, liete 1, kasv 2	6.0	8
120	R	0.8	90	»	»	—	VII	ves 3, liete 2, kasv 2	7.0	17
92	K	2+	90	1/0.7	1920	1925	»	ves 2, ht 2, kasv 2	7.8	13
609	»	0.3	60	»	1935	—	VIII	ves 3, kv 2, kasv 3	8.0	25
120	»	0.5	60	»	1920	1925	»	ves 2, ht 2, kasv 2	8.2	14
40	R	1.1	90	»	1932	—	»	ves 3, ht 1, liete 2, kasv 3	9.8	34
12	»	0.5	70	1/0.6	»	—	»	kv 3, liek 3, murt 3, kasv 2	10.0	—
950	»	0.8	80	1/0.7	1938	—	»	liete 3, kasv 3	10.1	—
150	»	2+	140	»	1932	—	IX	ves 2, liete 1, kasv 3	12.0	19
95	N	0.8	90	»	1935	—	»	ves 1, liete 3, kasv 3	15.0	2

vettua ojaerää lukuun ottamatta. Vajaa $^2/_3$ koko ojamäärästä, mm. kaikki nevojen ojat, ovat sellaisia, joita ei ole koskaan perattu. Ojia, joiden kaivusta tai perkauksesta on kulunut 9—12 vuotta, on lähes $^5/_6$ sekä ojia, joiden kaivusta tai perkauksesta on kulunut 13—17 vuotta, on noin $^1/_6$ koko ojamäärästä. 212 metriä on sellaisia ojia, jotka on perattu 22 vuotta sitten. Viimeksi mainitut kaksi eri ojaosuutta on viety kuntoluokkiin VII ja VIII. Kuntoluokkaan IV:kin on voitu lukea ojia, jotka on kaivettu 15 vuotta sitten ja joita ei ole kertaakaan perattu.

Taulukon 5 numeroaineistoa tarkastaessa voidaan panna merkille, että turvekerroksen paksuudella [1]), ojan alkuperäisellä kaivusyvyydellä ja luiskalla ei ole vaikutusta ojien kuntoluokkiin jakaantumiseen tai edes saman kuntoluokan eri ojaosuuksien kohdalla perkauksen työmäärään aikayksikköä kohden. Aineisto on siksi niukka, ettei kaivusta tai perkauksesta kulunut aikakaan saa tässä suhteessa vaikutustaan esille.

Eri ojaosuuksien kuntoa huonontaneet tekijät, so. haitan laatu sekä sen aste, sellaisina kuin ne on eri työmailla muistiin merkitty, ilmenevät

[1]) Turvekerroksen paksuus ja ojan kaivusyvyys ovat eräitten perkausosuuksien kohdalla vähän vaihdelleet, mutta näistä on merkitty taulukkoon tilan säästämiseksi vain keskiarvot.

niin ikään taulukosta. Kaikkein yleisimpänä haitan laatuna on kasvillisuus. Se puuttuu vain yhdestä ainoasta työosuudesta. Myös ojan reunojen vesoittuminen on ollut yleistä, sillä merkinnät siitäkin puuttuvat vain 6:n työosuuden kohdalta. Liettyminen mainitaan paljon yleisempänä kuin murtuminen, joilla useassa tapauksessa epäilemättä tarkoitetaan likimain samaa, murtumista ja siitä aiheutunutta liettymistä. Liekoja, kiviä, painumista ja syöpymistäkin esiintyy sekä hakkuutähteitä viiden työosuuden kohdalla. Eri haittojen laadun määrä ja varsinkin niiden aste kohoavat luokan huonontuessa, vaikkakaan eivät niin säännönmukaisesti kuin olettaisi. Tällaisten kuvausten teko on pakostakin jonkin verran subjektiivista, jota paitsi samankin haitan laatu- ja astemerkin kohdalla voi olla eroa. Niinpä esimerkiksi sitkeän, lietteen sekaisen saraikon ojan pohjasta tai luiskista poisto on paljon työläämpää kuin runsaankin, mutta helpommin irroittuvan sammalikon, ja molemmissa tapauksissa haittaa koskeva merkintä saattaa olla sama.

Kiintoisin ja tärkein numeroaineisto, johon varsinaisesti on pyrittykin, on työaikaa koskevassa sarakkeessa. Työaikaan sisältyy, kuten edellä on jo mainittukin, myös vesaamiseen käytetty aika, mikä taulukkoon on sitä paitsi laskettu suhteellisina erinä koko työajasta.

Perattua ojametriä kohden kulunut työaika vaihtelee samankin kuntoluokan kohdalla melkoisesti, mutta siihen katsoen, että ojien kuntoluokan määritys ei ole helppo tehtävä sekä että luokittajia on ollut monta, sittenkin odottamattoman vähän. Tämä käsittääkseni osoittaa, että ojien asianmukainen jakaminen perkaustyön vaikeusluokkiin eli kuntoluokkiin on ainakin alalla työskennelleille mahdollista sekä että se tarjoaa käyttökelpoisen lähtökohdan ojien perkaustyötä hinnoitettaessa urakointia varten.

Ojan varsille nousseen vesakon raivaamiseen kulunut aika suhteessa koko työaikaan vaihtelee kuntoluokasta riippumatta. Niinpä kuntoluokassa IV on eräs työosuus, jossa vesaamiseen on kulunut 45 % koko työajasta ja luokassa VIII on kaksikin koe-erää, joissa vesaamiseen ei ole kulunut lainkaan aikaa.

Eri kuntoluokkien ojien yhteinen pituus, »keski-ikä», so. kaivun tai viimeisen perkauksen sekä vuoden 1947 välinen vuosimäärä, perkausaika metriä kohden sekä vesaamisen osuus siitä osoittautuvat seuraavanlaisiksi:

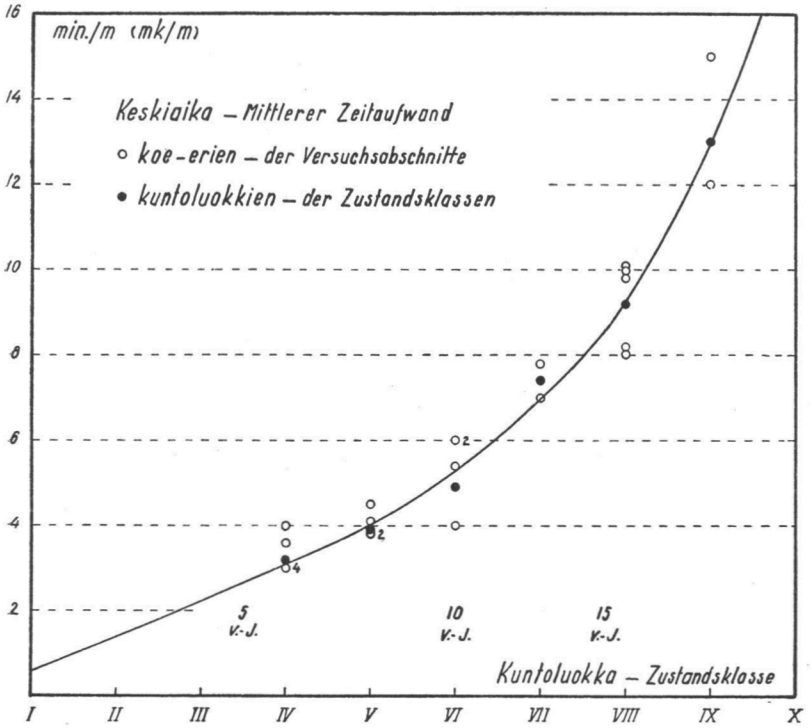
Kuntoluokka	Yhteinen pituus	Keski-ikä	Perkausaika	Vesaaminen
IV	398 m	14 v.	3.2 min./m	16 %
V	224 »	14 »	3.9 »	10 »
VI	3 218 »	10 »	4.9 »	24 »
VII	212 »	18 »	7.4 »	15 »
VIII	1 731 »	11 »	9.2 »	9 »
IX	245 »	14 »	13.0 »	11 »
Yhteensä	6 028 m	11 v.	6.4 min./m	16 %

Eri kuntoluokkien ojien määrä vaihtelee suuresti, ojista kun kuuluu kuntoluokkaan VI yli puolet sekä luokkaan VIII yli neljäsosa. Ojien keski-ikä vaihtelee, kuten edellä on jo mainittukin, aineiston niukkuudesta johtuen kuntoluokista riippumatta. Vaikka kyseisten ojien joukossa on kaksi sellaistakin erää, jotka on viimeksi perattu 22 vuotta sitten, ei koeojien keski-ikä ole kuitenkaan 11 vuotta korkeampi. Ojien keskimääräiseksi kuntoluokaksi osoittautuu VI:n ja VII:n väliaste. Perkaukseen kulunut aika kohoaa verraten tasaisesti kuntoluokasta toiseen, astetta huonompaan siirryttäessä. Koeojien perkaukseen on kulunut keskimäärin 6.4 minuuttia metriä kohden, josta vesaamiseen 16 %. On kiintoisaa panna merkille, että se aika (6 min./m), mikä edellä (s. 46) varsin suuren aineiston pohjalla toisin perustein on laskettu kuluneen keskimäärin samanikäisten ojien perkaukseen, on koko lailla yhdenmukainen koeperkauksissa nyt todetun kanssa.

Kuva 25 esittää puheena olevien työaikakokeiden pohjalla piirretyn tasoitetun käyrän. Piirrokseen on merkitty sekä kunkin koe-erän keskiaika että eri kuntoluokkien ojien keskiajat. Käyrän keskiosan sijainti on näiden merkintöjen perusteella verraten varma, mutta käyrän ala- ja yläpäät ovat jääneet epävarmoiksi, kun havainnot kuntoluokkien I—III ja X kohdalta puuttuvat.

Näin piirretty käyrä antaa käsityksen siitä, minkä verran tottuneilta ojureilta kuluu aikaa metriä kohden metsäojituksessa keskimäärin käytetyn syvyisiä (koeojien keskisyvyys 0.8 m) ojia perattaessa. Kuten jo taulukkoa 5 tarkastellessa mainittiin, koeperkauksissa saatu aineisto ei anna tukea tavallista kookkaampien ja päinvastoin hyvin pienikokoisten ojien perkauskustannuksien arviointia varten. Ilmeistä kuitenkin on, että edellisiä varten piirrettävä käyrä tulisi kuvassa olevan »normaalikäyrän» yläpuolelle ja jälkimmäisiä, siis pieniä ojia varten piirrettävä sen alapuolelle siten, että käyrät olisivat kuntoluokan I kohdalla verraten lähellä toisiaan, mutta loittonisivat siitä aste asteelta vaikeampia luokkia kohden. Tämä on syytä ottaa huomioon käytettäessä käyrän antamia lukuarvoja ohjeena ojien perkauksia hinnoitettaessa. Sateisuuden suhteen vaihtelevat sääolot, jotka vaikuttavat ojien vetisyyteen ja samalla niiden perkausvaikeuteen, samoin kuin työmaan mahdollinen hajanaisuus ja etäisyys täytyy niin ikään huomioida perkaustyötä urakoitaessa.

Puheena olevan käyrän mukaan olisi helppo laskea markkamääräiset arvot metriä kohden eri kuntoluokkiin kuuluvien ojien perkausta varten. Nykyisen epävakaisen rahanarvon aikana siitä kuitenkin tässä yhteydessä luovutaan. Mainittakoon vain, että jos pyritään hinnoittamaan työ esimerkiksi 60 markan tuntiansion mukaan, saadaan käyrästä suoraan perkauskustannus markoissa metriä kohden. Mikäli tuntiansion tulisi olla alempi tai ylempi, on verraten yksinkertaista alentaa tai korottaa käyrän osoittamia lukuarvoja esimerkiksi 10 %, 20 % jne. Sen jälkeen kun



Kuva 25. Eri kuntoluokkien (perkauksen vaikeusluokkien) keskisyvien ojien perkauksessa keskimäärin metriä kohden kulunut aika kesällä 1947 suoritettujen työaikakokeiden mukaan. Kuvaan on lisäksi merkitty vuoden 1946 ojanperkaustilastojen perusteella, osapuilleen mihinkä kuntoluokkiin 5, 10 ja 15 vuotta sitten kaivetut ojat olisivat keskimäärin joutuneet.

Abb. 25. Durchschnittlicher Zeitaufwand (Meterbeträge) bei der Aufreinigung von verschiedenen Zustandsklassen (Schwierigkeitsklassen der Aufreinigung) zufallenden mitteltiefen Gräben nach Arbeitszeitversuchen im Sommer 1947. Im Diagramm ist, auf Grund der Aufreinigungsstatistiken von 1946, ferner annäherungsweise angegeben, welchen Zustandsklassen vor 5, 10 und 15 Jahren angelegte Gräben durchschnittlich zugefallen wären.

rahamme arvo vakiintuu, on ehkä paikallaan sisällyttää ojien hinnoitustaulukoiden uuteen painokseen ohjeet ja markkamääräiset taulukot myös ojien perkauksen hinnoittamista varten.

Jälkikatsaus.

Kun katsottiin aiheelliseksi laatia suunnitelma Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueiden ojien lähiajan perkaustöitä varten ja kun siinä yhteydessä edellytettiin samalla saatavan aineistoa metsäojien kunnossapitokysymyksen selvittelyyn, suoritettiin vuosina 1942 ja 1943 kokeilualueiden ojien yksityiskohtainen kunnon tarkastus. Tällöin mm. todettiin, että tarkastetuista ojista, joita oli yhteensä noin 552 km, likimain $^2/_3$ oli perkauksen tarpeessa. Yleisimpinä ojien kunnon huonontajina esiintyvät ojan reunojen ja luiskien vesoittuminen sekä ennen kaikkea luiskien murtuminen ja ojiin pesiytyvä kasvillisuus.

Täten kokeilualueista sekä lisäksi metsähallinnon suonkuivaustyömailta hankitun selvityksen ja kokemuksen perusteella tarkastellaan sitten näkökohtia, joihin ojien kunnossapitoa silmällä pitäen olisi ojien putouksen, luiskan ym. suhteen kiinnitettävä huomiota jo ojia suunniteltaessa ja kaivettaessa. Ojien perkaukset jaetaan kolmeen työjaksoon: Ensimmäinen perkaus, so. useinkin kohta melkein kaivun jälkeen ilmestyvien erilaisten puutteellisuuksien korjaaminen, olisi suoritettava jo seuraavana vuonna tai viimeistään 2—3 vuoden kuluttua kaivusta. Vuotuiset siivoukset, jotka kohdistuvat hakkuutähteiden ym. ojista poistoon, suoritetaan mahdollisuuksien mukaan joka kesä. Toistuvat perkaukset ovat olosuhteista riippuen tarpeen 6—8-vuotisin väliajoin, jolloin yleensä tulee kysymykseen jo verraten perusteellinen ojan kunnon parantaminen.

Kysymykseen soveltuvatko ojien perkaukset paremmin urakka- vai päivätyöksi, käytännön suonkuivaustyömailta esitettiin miltei yksinomaisena käsitys, että urakkatyömuoto tässäkin tapauksessa — ojien vähäisiä siivouksia lukuun ottamatta — on sekä teettäjän että tekijän kannalta yleensä edullisinta.

Yhteisten havaintojen ja kokemusten perusteella tarkastellaan sen jälkeen ojien perkauksessa huomioitavia näkökohtia. Siinä voidaan ojan kunnosta ja perkauksen aiheuttamista työmääristä riippuen erottaa kolme astetta: Ojan puhdistus eli siivous, ojan pohjaus sekä

ojan pohjaus ja luiskaus[1]). Kahden viimeksi mainitun työasteen yhteydessä tulee yleisesti kysymykseen myös ojan varsien vesaaminen. Ennen aukaistujen purojen sekä vesivakojen, siltojen ja portaitten kunnossapitoa tarkastellaan erikseen.

Esillä olevan tutkimuksen eräänä päämääränä oli koettaa selvitellä perusteita ojien perkauksen urakkatyönä suoritettavaa etukäteen hinnoittamista varten. Tässä mielessä on laadittu ohjeet ojien jakamiseksi kuntoluokkiin eli perkauksen vaikeusluokkiin, jollaisia erotetaan 10. Eri suonkuivaustyömailla suoritettujen työaikakokeiden perusteella esitetään käyrä (s. 52) ohjeeksi ojien perkauksen hinnoittamista varten. Kun ojien kuntoluokkiin vieminen on eri oloissa suuresti vaihtelevien haittojen laadusta, maalajisuhteista ym. riippuen hyvin harkinnan varaista, kun myös ojan koko vaikuttaa perkauksen työaikaan ja kun perkaus lisäksi voidaan suorittaa enemmän tai vähemmän kunnollisesti, on kyseistä ohjehintakäyrää sovellettava harkiten. Ojien perkauksen onnistunut toimeenpano yleensäkin ja varsinkin niiden urakointi vaatii työnjohdolta joka tapauksessa suurta tottuneisuutta ja valppautta.

Maamme nykyisten rajojen sisäpuolella lienee metsäojia noin 100 000 km. Nämä kaikki voidaan ja on välttämätöntäkin pitää jatkuvasti kunnossa, sillä meillä ei onneksi ole kovinkaan paljon ojia, jotka olisi joko soiden valintaan katsoen tai kuivatusteknillisesti suunniteltu ja toimeenpantu siksi taitamattomasti, ettei niitä kannattaisi hoitaa. Ojastot ovat myös siksi harvoja, ettei niistä ole varaa päästää umpeutumaan ojia senkään jälkeen, kun metsät ovat varttuneet kyseisille soille. Edellyttäen, että ojat aukaistaan 6—8-vuotisin väliajoin, on vuosittain perattavien ojien määrä — joista tosin osa täyttää tehtävänsä ilman muuta — noin 14 000 km. Tällaisin väliajoin hoidettavien ojien perkaukseen kuluu aikaa 2 ½—3 minuuttia metriä kohden, joten tähän mennessä kaivettujen metsäojien vuotuiset kunnossapitokustannukset kohoavat esimerkiksi 60 nykymarkan tuntiansion mukaan noin 40 miljoonaan markkaan.

Nyt, kun maamme metsäojat ovat olosuhteiden pakosta kohta vuosikymmenen ajan saaneet olla miltei kaikkea hoitoa vailla, niiden kunto on käynyt siksi huonoksi, että vähintään ³/₄ koko ojamäärästä on pikaisen perkauksen tarpeessa. Ojien kuntoon saattaminen onkin metsäojitustoimintamme lähiajan tärkein ja samalla kiireellinen tehtävä. Sen ohella on ojitusten täydentäminen tarpeen, sillä ojastot ovat jatkuvasti, mutta varsinkin suonkuivaustoiminnan alkuvuosina, pyrkineet jäämään liian harvoiksi. Suhteellisesti vähäisin kustannuksin saadaan tarpeellisiksi havaittavia täydennysojia kaivaen kuivatuksen tulos suuresti tehostetuksi.

[1]) Esittämällä ojien perkaukset tähän tapaan ryhmiteltyinä myös palkkauslistoissa, työselostuksissa ja vuosikertomuksissa saadaan parempi käsitys suoritetun työn määrästä kuin ilmoittamalla yksinkertaisesti vain perattu ojapituus. Vielä parempi kuva tehdystä työstä saataisiin, jos tilastoihin merkittäisiin lisäksi, mikä määrä eri kuntoluokkien ojia (vrt. s. 47—48) on tullut peratuksi.





Kuvat 26 ja 27. V. 1920 korpimaalle kaivettu ja 1925 ensi kerran perattu oja. Vasen ennen perkausta 1947, oikea perkauksen jälkeen. Kuntoluokka VII, perkausaika 7.8 min./m. Ojan syvyys 0.9 m, luiska 1/0.7. Turvekerroksen paksuus 2 + m. Vrt. s. 49. Jämsän hoitoalue.
Valok. A. P. Toivonen.

Abb. 26 und 27. Im Jahre 1920 auf Bruchmoorboden ausgehobener und i. J. 1925 erstmalig aufgereinigter Graben, links vor, rechts nach der zweiten Aufreinigung i. J. 1947. Zustandsklasse VII, Zeitaufwand bei der Aufreinigung 7.8 min/m. Tiefe des Grabens 0.9 m, Böschungswert 1/0.7. Dicke der Torfschicht 2 + m. Vgl. S. 49. Forstrevier Jämsä. 1947.

Hyvin monilla työmailla ojitustyöt jäivät sitä paitsi sotien alkaessa pahasti keskeneräisiksi, jopa niin, että paikoin on vettä salpaavia ojavälejä kaivamatta, paikoin kivitöitä suorittamatta. Kaikki tällaiset työt olisi aivan ensi tilassa saatettava päätteeseen. Varsinaiset uudisojitukset joutunevat vielä jonkin aikaa odottamaan vauhtiin pääsyään, niin tärkeätä kuin niidenkin toimeenpano olisi erityisesti nyt, valtakunnan metsäalan suuresti supistuttua. Mikäli työvoimatilanne ja muut olosuhteet suinkin sallivat, nämäkin työt olisi mahdollisimman pian saatava käyntiin.

Kirjallisuutta.

Hallakorpi, I. A. 1917. Maan kuivatus. Porvoo.

—»— 1932. Maatalouden vesirakennus. Porvoo.

Heikinheimo, O. 1930. Kaatoajan vaikutus lehtipuiden vesojen syntyyn ja kasvuun. Tapio N:o 6.

Jungstedt, B. O. 1946. Rensningar och kompletteringsarbeten å skogsdikningsfronten. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift nr. 1.

Kaivola, Antti. 1939 a. Havaintoja metsäojitusten jälkitarkastuksista I ja II. Metsälehti N:o 14 ja N:o 15.

—»— 1939 b. Metsäojat on kunnostettava. Metsälehti N:o 29.

Kokkonen, P. 1916. Jyrkästi viettävien korpien ojittamisesta. Tapio N:o 12.

—»— 1923. Tutkimuksia viemärien kuntoon vaikuttavista seikoista. — Summary: Studies of the circumstances affecting the condition of drainage canals. Acta forest. fenn. 27.

Lukkala, O. J. 1931. Metsäojituksen oppikirja. Helsinki.

—»— 1939. Ojituksien kunnossapidosta sekä ojitettujen soiden metsien käsittelystä ja metsittämisestä. — Referat: Die Instandhaltung der Entwässerungsanlagen sowie die Behandlung und Aufforstung der entwässerten Moore. Silva Fennica N:o 52.

—»— 1939. Metsäojien kaivun työaikatutkimuksia. — Referat: Arbeitszeituntersuchungen zu der Aushebung von Waldgräben. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 28. 3.

—»— 1947. Metsämiehen suo-oppi. Helsinki.

—»— — Tirkkonen, O. O. J. 1939. Metsäojien hinnoitustaulut. Helsinki.

Lundberg, Gustaf. 1926. Handbok i skogsdikning. Stockholm.

Metsähallitus. Kiertokirjeet N:o 4 575 5/3 1909, N:o 4 536 7/3 1913 ja N:o 12 046 19/10 1926 sekä Valtioneuvoston päätös sisältävä metsähallinnon johtosäännön 24/8 1922.

Multamäki, S. E. 1934. Metsäojien mittojen ja muodon muuttumisesta. — Referat: Über die Grössen- und Formveränderungen der Waldgräben. Acta forest. fenn. 40.

—»— 1943. Metsäojien kunnossapito nykyhetkellä. Metsätaloudellinen aikakauslehti N:o 10—11.

Saarinen, E. K. E. 1935. Metsäojien syöpymisestä. — Referat: Über die Erosion der Waldgräben. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 20. 7.

—»— 1936. Kouruluiskan käytöstä metsäojituksessa. Metsätietoa II. 1.

Salomaa, V. V. 1946. Metsäojituksien kunnossapidosta. Metsälehti N:o 18.

Suominen, A. 1946. Metsäojat pidettävä kunnossa. Metsälehti N:o 26—27.

Tanttu, Antti. 1941. Metsäojituksen edullisuus. Helsinki.

—»— 1943. Metsäojittajan opas. Helsinki.

Die Instandhaltung der Waldgräben.

Referat.

Einleitung.

Die in Finnland erst während dieses Jahrhunderts planmässig in Gang gekommene Waldentwässerungstätigkeit war lebhaft zumal in den dreissiger Jahren, als bestenfalls die zusammengerechnete Länge der jährlich ausgehobenen Gräben sich auf nicht minder als 12 000 km belief. Der Krieg unterbrach die Arbeiten 1940, und seitdem hat sich die Lage — wenn man von den in den zwei bzw. drei letzten Jahren unternommenen Aufreinigungen absieht — praktisch unverändert beibehalten. — Die Mengen der in den Wäldern der verschiedenen Eigentümergruppen ausgehobenen, statistisch aufgenommenen Gräben und gerodeten Bäche erhellen aus der Tabelle 1 (S. 5). In dieselbe sind, sofern betreffende Angaben zur Verfügung gestanden haben, auch die Längenanteile der aufgereinigten Gräben eingetragen.

Finnland hat in seiner heutigen Ausdehnung etwa 100 000 km Waldgräben, und die Länge der aufzureinigenden Gräben — vorausgesetzt, dass die Aufreinigungen in Zeitabständen von 6—8 Jahren erfolgen — kann auf rund 14 000 km im Jahr veranschlagt werden.

Die in den Versuchsrevieren der Forstlichen Forschungsanstalt durchgeführte Zustandsbesichtigung der Gräben.

In den Versuchsrevieren der Forstlichen Forschungsanstalt wurde in den Sommermonaten der Jahre 1942 und 1943 nach einem sorgfältig ausgearbeiteten Programm eine Zustandsbesichtigung der Gräben durchgeführt. Diese recht umständliche Aufgabe wurde durch den Wunsch motiviert, einen Plan zu finden für die bevorstehende Aufreinigung der Versuchsreviergräben, und anderseits konnte vorausgesetzt werden, dass diese Arbeit zugleich auch Material für eine vielseitigere Klärung der Frage nach der Instandhaltung der Waldgräben überhaupt liefern würde.

Die Gräben wurden nach ihrem aktuellen Zustand wie folgt in fünf Zustandsklassen eingeteilt:

I. Gut. Graben in jeder Hinsicht in zweckentsprechendem Zustand.

II. Befriedigend. Das Wasser findet in grossen Zügen ungehinderten Abfluss.

III. Mittelmässig. Im Graben hier und da Torfklumpen, lose Steine, Bodenschlamm und Pflanzenwuchs, warum Aufreinigung, obwohl nicht durchgehends, nötig erscheint.

IV. Schlecht. Der Zustand des Grabens hat sich dermassen verschlechtert, dass eine Aufreinigung der Grabensohle, stellenweise auch eine Erneuerung der Seitenböschungen, unerlässlich ist.

V. Sehr schlecht. Graben fast gänzlich verwachsen oder sein Zustand aus verschiedenen Gründen stark beeinträchtigt, so dass eine gründliche Aufrodung des Grabens unverzüglich einzuleiten ist.

Neben der Zustandsklasse wurden auch der zustandsbeeinträchtigende Faktor oder die betreffende Faktorengruppe verzeichnet. Als solche Faktoren ergaben sich:

1. Schösslingsbildung, wobei die Seitenböschungen und die Grabenränder als besondere Gruppen unterschieden wurden. Als Ausschlag gelten hierbei sowohl wurzel- als samenbürtige Bäume und Sträucher bzw. deren jüngste Stadien und sogar noch ein überhängender Bestand von stattlicheren Zwergsträuchern.
2. Hiebsreste. Eventuelle »Reisigbrücken», d. h. zum Erleichtern des Überquerens des Grabens hingelegtes Ast- und Knüppelholz, wurden verzeichnet.
3. Streu, wie Fallaub, herabgefallene Äste u. dgl. m.
4. Torfklumpen, Steine und »Moorhölzer», d. h. infolge Nachlässigkeit beim Graben, Abbröckeln des Grabenrandes, Unterspülung des Grabens oder Setzung der Torfschicht aus der Seitenböschung oder dem Boden heraustretende Baumwurzeln, Stubben oder Baumstämme.
5. Seitenbrüche werden in erster Linie durch die Gefriererscheinungen der Bodenoberfläche sowie das dem Graben von der Seite zufliessende Wasser verursacht, wobei die Seitenböschungen des Grabens aufbersten und zu Boden rutschen, so dass der Graben ausgeflacht wird und Trogform erhält.
6. Erosionsschäden, Unterwaschungen, treten in Gräben bzw. Grabenanteilen mit starkem Gefälle auf Sand- oder Feinsandboden auf. Das dabei losgelöste Material gelangt mit dem Wasser nach Stellen, wo das Gefälle schwächer ist.
7. Bodenschlamm bildet sich an Stellen mit schwächerem Gefälle vornehmlichst aus dem von oberhalb stammenden Material der Erosionen und Seitenbrüche und hat zur Hauptsache rein mineralische Zusammensetzung.
8. Das Zusammensinken der Mooroberfläche kann wider Erwarten dermassen stark gewesen sein, dass der Graben aus diesem Grunde vertieft und unter Umständen auch erweitert werden muss.
9. Pflanzenwuchs. Eine entstehende Vegetation von verschiedenen Seggen, Gräsern und Kräutern sowie von Bären- und Torfmoosen führt oft zur Verwachsung des Grabens.

Ausser der Art des Übels wurde auch sein Grad nach der Skala 1—3 (spärlich, mässig, reichlich) beurteilt. Ferner wurden alle schrofferen Veränderungen von Grösse und Gefälle des Grabens sowie dem an den Graben grenzenden Moortyp notiert.

Tabelle 2 (S. 11) enthält eine Zusammenstellung der Längen der in den einzelnen Versuchsrevieren in verschiedenen Jahren ausgehobenen und aufgereinigten Gräben sowie ihre prozentische Verteilung auf die verschiedenen Zustandsklassen.

Der Zustand der Gräben variiert in den verschiedenen Versuchsrevieren je nach den einwirkenden Faktoren beträchtlich. Trotzdem danach gestrebt worden ist, die Gräben der Versuchsreviere in gutem Zustand zu halten, konnten im ganzen nur 11 % der Klasse »Gut» und 21 % der Klasse »Befriedigend» zugezählt werden. Der Aufreinigung bedürftig waren 68 % aller Gräben.

Die in der Tabelle 3 (S. 12) mitgeteilten Zahlen lassen erkennen, dass das Alter der Gräben keinen entscheidenden Faktor für ihre Verteilung auf die verschiedenen Zustandsklassen bildet. Dies rührt erstenhands daher, dass die Bedeutung

des Alters von der Wirkung der inzwischen vorgenommenen Aufreinigungen, über deren Zeitpunkt nicht immer Kunde vorliegt, überdeckt wird. Auch der Tiefe des Grabens und selbst dem Böschungswert kommt im Hinblick auf die Zustandserhaltung keine richtunggebende Bedeutung zu. Dagegen liegt die zustandsbeeinflussende Rolle des Gefälles ziemlich klar im Tage, und als Regel gilt auch, dass bei zunehmendem Gefälle der relative Anteil der guten (d. h. der im guten Zustand befindlichen) Gräben steigt, der schlechten wiederum sinkt.

Tabelle 4 (S. 15) zeigt, durch welche Faktoren und in welcherlei gegenseitigem Verhältnis der Zustand der den verschiedenen Zustandsklassen zugeführten und in bezug auf ihren Böschungswert und ihr Gefälle verschiedenen Gräben beeinträchtigt worden ist. Schon ein flüchtiger Blick auf das Zahlenmaterial der Tabelle lässt erkennen, das als überwiegende Ursachen zu der Zustandsverschlechterung der Gräben die Schösslingsbildung an den Rändern und den Seitenböschungen des Grabens sowie vor allem die Seitenbrüche und die sich in den Gräben einnistende Vegetation zu gelten haben.

Schösslingsbildung wurde auf 64 % von der gesamten untersuchten Grabenlänge festgestellt. Man begegnet ihr so gut wie unabhängig sowohl von Zustandsklasse als Gefälle, doch macht sich die Bedeutung der Seitenböschung insofern geltend, als bei seichterem Neigungswinkel der Böschung diese selbst sukzessiv immer häufiger und stärker von Schösslingen besiedelt wird.

Seitenbrüche sind auf 78 % der untersuchten Strecke zu verzeichnen gewesen. Am leichtesten bersten die Seitenböschungen des Grabens auf Sand- bis Mehlsandboden, leichter ferner in stark zersetztem als in rohem Torf, wo selbst noch eine recht steile Böschung gut hält. Auch ein grösserer Wassergehalt der Seitenböschungen wirkt erhöhend auf ihre Neigung zum Bersten ein. Mit der Zeit, wenn sich die Seitenböschungen mit Vegetation überziehen, lassen auch die Seitenbrüche immer mehr nach.

Der Pflanzenwuchs hat in 87 % der untersuchten Grabenlänge einen zustandsbeeinträchtigenden Faktor gebildet. Die Verwachsung der Gräben ist eine so häufige Erscheinung, dass selbst in der besten Zustandsklasse bei 70 % von der gesamten Länge Verwachsung, freilich in schwachem Ausmass, festgestellt werden konnte. Bei zunehmendem Alter des Grabens tritt dieser Faktor immer mehr in den Vordergrund.

Den übrigen Faktoren kommt neben den hier angeführten lediglich eine zurücktretende Bedeutung zu. In bezug auf die Erosion wird die Aufmerksamkeit auf den Umstand gelenkt, dass ihr Anteil — es handelt sich freilich um ganz gelinde Fälle — sich auch in der besten Zustandsklasse auf nicht minder als 62 % belaufen hat. Eine mässige Unterwaschung ist auch an der betreffenden Stelle für den Zustand des Grabens in der Tat meistens nur förderlich. Die eigentlichen Nachteile der Erscheinung äussern sich in der Ansammlung von Bodenschlamm in den unterhalb gelegenen Grabenabschnitten mit seichterem Gefälle. Kräftige Erosion setzt ein starkes Gefälle voraus, doch ist selbst noch ein Gefälle von nur 0.002 (2 ‰) nicht ganz von dieser Erscheinung befreit.

Ausser den obenangeführten und in Tabelle 4 verzeichneten Faktoren wird gewöhnlich auch noch auf die Einwirkung des Viehs hingewiesen, welches die Grabenränder an den frequentiertesten Überquerungsstellen zusammenbrechen lässt, die Bildung von tiefen, parallel mit dem Grabenrand verlaufenden Gangfurchen hervorruft sowie ein Abstürzen der Seitenböschungen verursacht. Da Beweidung in den Versuchsrevieren nicht zugelassen ist, ist dieser Faktor im vorliegenden Zusammenhang ausserhalb der Betrachtung geblieben.

Berücksichtigung der Instandhaltung bei der Planung und Aushebung von Gräben.

Das Gefälle sollte bei gewöhnlichen Aushubgräben nicht weniger als 0.002 (2 ‰) betragen. Insbesondere an sog. Schwellenpunkten müsste für ein hinreichendes Gefälle gesorgt werden. Am vorteilhaftesten vom Standpunkt der Wasserbewegung und der Instandhaltung des Grabens wäre wohl ein Gefälle von 0.005 oder noch mehr. Auf Sand- und Feinsandboden darf jedoch nicht die Gefahr vergessen werden, die durch die Erosion für die unterhalb gelegenen schwächer abschüssigen Grabenabschnitte erwächst.

Die Grabentiefe dürfte — mit Ausnahme der Gräben bzw. Grabenabschnitte mit mässig starkem Gefälle — auf Torfböden nicht weniger als 0.6 m betragen. Die erwartungsgemässe Setzung des Bodens muss beim Ausheben des Grabens gebührend berücksichtigt werden. — Als Böschungswert genügt jedenfalls in gänzlich in Torfmoorboden angelegten Gräben 1/0.6. In schwach zersetzten Mooren, wie in den Seggenweissmooren sowie oft auch in den Wollgras- und Seggenreisermooren, können mit Vorteil Böschungswerte von 1/0.5 und sogar 1/0.4 verwendet werden. In mässig trocknen Bruchmoortypen können die Gräben nebst den Ergänzungsgräben ebenfalls recht steilwandig belassen werden. Bei grossenteils vorherrschendem Mineralboden, namentlich Sand, Feinsand oder Mehlsand, werden Böschungswerte von 1/0.8, 1/1.0 oder noch mehr, nötig. Der Gebrauch von sog. Konkavböschungen, d. h. von im mittleren Teil seitwärts ausgebuchteten Grabenwänden, ist an geeigneten Stellen zu empfehlen. — Als Sohlenbreite genügt die in gewöhnlichen Feldgräben in Finnland bisher allgemein gebrauchte Breite von 30 cm.

Gräben mit schwachem Gefälle sind unter Anwendung von sog. Sichttafeln auszuheben, und die Arbeit muss in jeder Beziehung, auch betreffs der Beseitigung der Steine, möglichst sorgfältig ausgeführt werden. An Stellen, die der Erosion ausgesetzt sind, muss nach Mitteln zur Einschränkung der durch die zu erwartende Schlammakkumulation hervorgerufenen Ungelegenheiten gesucht oder wenigstens danach gestrebt werden, dass sich ihre Wirkung, soweit möglich, nicht auf fremdes Land erstreckt.

Ausführung der Grabenaufreinigungen.

Die erste Aufreinigung nach dem Ausheben muss schon im folgenden Jahre oder spätestens nach 2—3 Jahren unternommen werden. Diese Massnahme ist insofern wichtig, als sich dabei eines und das andere herausstellen kann, was nach dem Aushub schon einer Besserung bedürftig ist.

Die jährlichen Grabenreinigungen müssten in jedem Frühjahr nach der Schneeschmelze und dem Auftauen des Eises unternommen werden. Dabei werden aus den Gräben alle Hiebsreste, Reisigbrücken und sonstige die freie Passage des Wassers eventuell beeinträchtigende Hindernisse beseitigt.

Die wiederholten Aufreinigungen dürften nach Massgabe der Verhältnisse am vorteilhaftesten in Zeitabständen von 6—8 Jahren zu unternehmen sein. Je nach den Neigungsverhältnissen sowie der Beschaffenheit, vor allem der Güte des Torfes und des vom Graben durchschnittenen Untergrundes, u. dgl. m., variiert der Arbeitsaufwand bei den einzelnen Gräben bzw. Grabenabschnitten beträchtlich.

Die Grabenaufreinigung empfiehlt sich mit Vorteil als Akkordarbeit zumal dann, wenn die Verstopfung des Grabens auf der betreffenden Strecke in bezug auf Art und Quantität wenigstens in grossen Zügen gleichmässig und in so

ausreichendem Betrag fortläuft, dass die Vorkalkulation der Arbeit relativ sicher ausfällt und den gesamten Kostenanschlag nicht unmässig belastet.

Die Grabenaufreinigung wird mit der Beseitigung der Schösslinge eingeleitet, und zwar gewöhnlich als Teil des vorgesehenen Akkordplans. Die Seitenböschungen und die Grabenränder bis zur Entfernung von 40 cm beiderseits werden dabei von jeglichem Baum- und Strauchwuchs befreit. Auf einer weiteren Zone von 40 cm können, wenn man so will, in geeigneten Abständen schöngewachsene Kiefern und Birken belassen werden. In Grabenabschnitten mit stärkerem Gefälle und Gefahr für Unterwaschung lässt man den Ausschlag an den Seitenböschungen und nötigenfalls sogar bis hinunter zur Sohle unberührt.

In bezug auf Arbeitsaufwand und Art der Arbeit können bei den Grabenaufreinigungen folgende Ausführungsgrade unterschieden werden.

Bei der Räumung des Grabens werden alle hier und da vorkommende, die freie Passage des Wassers jetzt oder beim Ausbleiben betreffender Massnahmen voraussichtlich erschwerende Hindernisse, wie Hiebsreste u. dgl. m., aus den Gräben entfernt.

Die Sohlenreinigung bezweckt die Befreiung der Grabensohle von Bodenschlamm, Vegetation bzw. beiden zugleich. Wo das Gefälle schwach ist, seit dem Ausheben des Grabens z. B. infolge Auswaschung der Schwellenpunkte verschlechtert worden ist oder überhaupt fehlt, muss bei der Sohlenreinigung zugleich gestrebt werden, die Gefälleverhältnisse zu verbessern.

Kombinierte Sohlenreinigung und Ausbesserung der Seitenböschungen kommt in Frage dann, wenn durch die blosse Sohlenreinigung, auf welche bei den Grabenaufreinigungen auf jeden Fall das Hauptgewicht zu legen ist, kein befriedigender Zustand des Grabens zu erzielen ist. Die Behandlung der Seitenböschungen erfordert jedoch reifliche Überlegung, da sie die totalen Aufreinigungskosten erhöht; ausserdem trägt eine dünne, der Wasserbewegung nicht nennenswert hinderliche Decke von Moosen oder sonstiger Vegetation nur zur Festigung der Seitenböschungen bei.

Auch für den Zustand früher aufgerodeter Bäche ist fortsetzungsweise zu sorgen. Gut aufgerodete Bäche, deren Krümmungen gehörig gerichtet, die Schwellenpunkte hinreichend gesenkt und das Bachbett in nötigem Masse verbreitert und vertieft worden ist, erfordern geringere Nachpflege als die Gräben. Zumal wasserreiche Bäche bzw. Bachabschnitte mit steiniger Sohle und gutem Gefälle halten sich gut im Stande. Die Aufreinigung muss erstenhands auf eine Beseitigung des den schwach abschüssigen Bachabschnitten zugeführten Treibholzes sowie des dort angesammelten Sandes und Schlammes gerichtet werden, desgleichen auf die Rodung der dem Ufer folgenden Weidendickichte.

Erscheinen Wasserfurchen, d. h. zur Erleichterung des Zutritts des umgebenden Tagwassers zum Graben geöffnete Rinnen erforderlich, so müssen solche angelegt werden. Auch die Brücken und Brückenstege verdienen bei der Aufreinigungsarbeit beachtet zu werden. Zusammengebrochene sind zu erneuern, sofern überhaupt noch erforderlich.

Die Preisbemessung der Grabenaufreinigung.

Im Herbst 1947 erhielt Verfasser von einigen im Dienste der Forstverwaltung stehenden Drainageforstmeistern und Arbeitsvormännern neben den eigentlichen Arbeitsbeobachtungen auch Angaben, aus welchen hervorgeht, auf wie viel sich der Kostenaufwand per 1 m aufgereinigten Grabens beläuft und auf welche Beträge

die durchschnittlichen Tagesgehälter der Arbeiter gestiegen sind. An Hand dieser Zahlen wurde versucht, eine Auffassung über den mit der Grabenaufreinigung verbundenen Zeitaufwand zu gewinnen. Als Länge des Arbeitstages sind gemäss den in den Sommern 1937 und 1938 vom Verfasser ausgeführten Arbeitszeituntersuchungen zu der Aushebung von Waldgräben (Lukkala 1939) 7 ¼ Stunden vorausgesetzt worden. Die so für verschiedenen alte Gräben erhaltenen Arbeitszeitwerte wurden sodann graphisch mittels einer Kurve ausgeglichen, die sich trotz der Streuung der Punkte dennoch recht sicher ziehen liess. Die aus dieser Kurve zu entnehmenden Zahlen lassen u. a. erkennen, dass sich der durchschnittliche Arbeitsaufwand bei der Aufreinigung von 5 Jahre alten Gräben auf 2 ½—3 min/m, bei zehnjährigen Gräben auf 5—6 min/m und bei fünfzehnjährigen auf 8—9 min/m belaufen hat.

Trotzdem Bodenbeschaffenheit, Gefälleverhältnisse, Grösse des Grabens und sonstige Faktoren einen höchst entscheidenden Einfluss auf die Zustandserhaltung des Grabens und damit auch auf den für die Grabenaufreinigung erforderlichen Arbeitsaufwand ausüben, spiegeln die obenangeführten Zahlen, die sich auf ein ziemlich umfangreiches Material — mehr als 1 000 km aufgereinigter Gräben — gründen, wenigstens in grossen Zügen die Zustandsentwicklung der Waldgräben wider und geben uns zugleich die Möglichkeit zu einer ziemlich zuverlässigen Arbeitskalkulation in die Hand.

In Sommer 1947 wurden an mehreren Moorentwässerungsarbeitsplätzen der Forstverwaltung nach den Anweisungen des Verfassers auf die Grabenaufreinigung bezügliche Arbeitszeituntersuchungen bewerkstelligt. Dabei wurden verzeichnet u. a. Dicke der Torfschicht, Tiefe, Böschungswert und Sohlenbreite des Grabens beim Ausheben sowie das Jahr der Anlage oder — falls es sich um bereits aufgereinigte Gräben gehandelt hat — das der letzten Aufreinigung. In bezug auf ihren Zustand wurden die betreffenden Gräben bzw. Grabenabschnitte in zehn Zustandsklassen wie folgt eingeteilt:

I. Gut. Graben in annähernd tadellosem Zustand, nur hier und da vereinzelte Reiser oder sonstige leicht zu beseitigende Mangelhaftigkeiten.

II. Befriedigend. Der Graben weist stellenweise die bei Punkt IV angeführten, leicht zu behebenden Fehler auf, die noch keine Stauung des Wassers verursacht haben.

III. Vermittelnde Klasse.

IV. Mittelmässig. Im Graben vielenorts die freie Passage des Wassers beeinträchtigende Hindernisse, wie Hiebsreste, Reisigbrücken, von den Bäumen abgefallene Zweige, Anhäufungen von Blattstreu, Torfklumpen, von der Grabenwand losgelöste Steine, aus der Oberfläche hervorragende Wurzeln, Moorhölzer und Stubben, Moos- oder sonstige Vegetationsflecke und von diesen aufgehaltener Moder, stellenweise wohl auch nachteilige Verschlammung der Grabensohle, gelinde Schösslingsbildung an der Seitenböschung sowie am Grabenrand, u. dgl. m.

V. Vermittelnde Klasse.

VI. Schlecht. Reichlich Fehler gemäss Punkt IV, ausserdem wird oft eine beinahe zusammenhängende Aufreinigung der Grabensohle und stellenweise auch der Seitenböschungen nötig.

VII. Vermittelnde Klasse.

VIII. Sehr schlecht. Die freie Wasserpassage beeinträchtigende Hindernisse überaus reichlich, der Graben stark verschlammt oder zusammengepresst, verschlammte Seggen- und Grasbestände nebst Moosbildung, demzufolge zusammenhängende Sohlenaufreinigung und im allgemeinen auch Ausbesserung der

Seitenböschungen unerlässlich wird, ausserdem senkungsbedürftige Schwellenpunkte und vielleicht auch umständliche Beseitigung von Schösslingen.

IX. Vermittelnde Klasse.

X. Untauglich. Graben fast völlig verwachsen, verschlammt oder zusammengefallen, ausserdem vielleicht starke Schösslingsbildung an Seitenböschung und Grabenrand. Auch die Grabungschwierigkeitsklasse liegt hoch. Hierher zu führen sind auch beschwerliche Senkungen von steinigen Schwellenpunkten.

Als zustandsbeeinträchtigende Faktoren wurden verzeichnet (in Tabelle 5 unter »Art des Übels» aufgeführt; die nachstehend in Klammern angegebenen Abkürzungen entsprechen denjenigen der Tabelle): Schösslingsbildung (ves), Hiebsreste (ht), Streu (kar), Torfklumpen (it), Steine (kv), Moorhölzer (liek), Seitenbrüche (murt), Unterwaschung (syöp), Bodenschlamm (liete), Setzung des Bodens (pain) und Vegetation (kasv). Ausser der Art des Übels wurde auch sein Grad (1 spärlich, 2 mässig, 3 reichlich) berücksichtigt.

Einem bestimmten sog. Versuchsabschnitt wurde ein Graben bzw. ein Grabenabschnitt zugezählt, der sich durch annähernd gleichartige Massverhältnisse und seiner ganzen Länge nach einheitliche Bearbeitungsschwierigkeit (Zustandsklasse, Art und Betrag der zustandsbeeinträchtigenden Faktoren) auszeichnete. Die Grabenarbeiter, deren Arbeit bei den vorliegenden Versuchen verfolgt wurde, waren geübte und zuverlässige Leute; die Arbeit selbst wurde als Tagewerk oder als Akkordarbeit ausgeführt. Solche in Verbindung mit der Aufreinigung auftretende Arbeiten, wie Erneuerung von Brücken und Brückenstegen, wurden nicht in den eigentlichen Versuch miteinberechnet, sondern die auf sie bezüglichen Arbeitszeitbeobachtungen erfolgten getrennt.

In Tabelle 5 (S. 49) sind die Ergebnisse der in Frage stehenden Arbeitszeitversuche zusammengestellt. Von den Zustandsklassen sind die drei besten sowie die schlechteste zufälligerweise nicht in den Versuchen vertreten gewesen. Von den Versuchsgräben liegen etwa 60 % auf fichten- und laubwaldbeherrschten Bruchmoorböden (K in der Tabelle), etwa 35 % auf Reisermooren mit unzusammenhängendem Kiefernwald (R) und nur 362 m auf baumlosen Weissmooren (N). Fünf Sechstel des Materials bestanden aus Gräben, die vor 9—12 Jahren ausgehoben bzw. zuletzt aufgereinigt worden waren, der Rest war 13 Jahre alt oder noch älter. Der Anteil der nie aufgereinigten Gräben belief sich im Material auf $^2/_3$. Die gesamte Länge der Versuchsgräben betrug 6 028 m.

Die zur Aufreinigung von 1 m Graben benötigte Arbeitszeit, darin einbegriffen auch die zur Entfernung der Schösslinge gebrauchte Zeit, variiert auch innerhalb ein und derselben Zustandsklasse beträchtlich, doch angesichts dessen, dass die Definition der Zustandsklasse eine durchaus nicht leichte Aufgabe darstellt und dass sie nicht von ein und derselben Person durchgeführt wurde, dennoch unerwartet wenig. Dies bezeugt, dass eine sachgemässe Einteilung der Gräben in Schwierigkeits- od. Zustandsklassen im Hinblick auf ihre Aufreinigung durchaus möglich ist, sowie dass eine solche Einteilung uns zugleich einen brauchbaren Ausgangspunkt für die Akkordkalkulation der Grabenaufreinigungen in die Hand gibt.

Die zusammengerechnete Länge der den verschiedenen Zustandsklassen zufallenden Gräben, ihr »durchschnittliches Alter», d. h. die Anzahl der seit ihrem Ausheben bzw. ihrer Aufreinigung bis 1947 verflossenen Jahre, die zur Aufreinigung von einem Grabenmeter benötigte Zeit sowie der auf die Entfernung der Schösslinge entfallende Anteil der letzteren, in Prozenten ausgedrückt, erhellen aus der Zusammenstellung auf S. 50.

Das Alter der Gräben variiert infolge der Knappheit des Materials unabhängig von den Zustandsklassen. Das Durchschnittsalter beträgt 11 Jahre. Der Zeit-

aufwand der Aufreinigung nimmt parallel mit steigender Ordnungszahl der Zustandsklassen recht gleichmässig zu. Als totaler durchschnittlicher Zeitaufwand bei der Grabenaufreinigung ergeben sich 6.4 min/m; davon entfallen 16 % auf die Beseitigung der Schösslinge.

Auf Grund der Zeitaufwände bei den verschiedenen Versuchsabschnitten ist in Abb. 25 (S. 52) eine ausgeglichene Kurve mit Angabe sowohl der durchschnittlichen Zeitwerte der einzelnen Versuchsabschnitte als derjenigen der den verschiedenen Zustandsklassen zufallenden Grabenanteile gezeichnet worden. Der mittlere Kurventeil erscheint dabei ziemlich unanfechtbar, dagegen sind der unterste und der oberste Abschnitt der Kurve wegen Mangels an Beobachtungen aus den Zustandsklassen I—III und X unsicher geblieben.

Die so dargestellte Kurve vermittelt uns einen Begriff davon, wieviel Zeit ein geübter Grabenarbeiter zur Aufreinigung von 1 m eines in Finnland bei der Waldentwässerung meist gebräuchlichen normaltiefen Grabens (die durchschnittliche Tiefe der Versuchsgräben betrug 0.8 m) benötigt. Dagegen gewährt uns das gewonnene Zahlenmaterial keinerlei Anhaltspunkte zur Kalkulation der Aufreinigungskosten einerseits mehr als gewöhnlich grosser und anderseits sehr kleiner Gräben. Es ist jedoch ganz offenbar, dass sich die Kurve der grossen Gräben oberhalb, die der kleinen unterhalb der abgebildeten »Normalkurve» einstellen würde, und zwar so, dass ihre Anfangspunkte bei der Zustandsklasse I einander ziemlich eng genähert wären, während sich die Kurven in ihrem weiteren Verlauf, also gegen die schlechteren Zustandsklassen hin, immer mehr voneinander entfernen würden. Dies ist beim Gebrauch der aus der Kurve zu entnehmenden Zahlen als Anleitung bei der Errichtung von Kostenanschlägen für die Grabenaufreinigung gehörig zu berücksichtigen.

Es wäre nun an Hand der dargestellten Kurve leicht, die der Aufreinigung von Gräben verschiedener Güte (Zustandsklassen) entsprechenden Markbeträge per Meter zu errechnen. Die gegenwärtige unbeständige Geldlage macht jedoch eine solche Berechnung unhaltbar, und darum wird hier davon abgesehen. Es sei nur erwähnt, dass nach einem Stundenlohn von 60 mk die Aufreinigungskosten per Grabenmeter direkt aus der Kurve zu entnehmen sind; bei höheren bzw. niedrigeren Stundenlöhnen bedient man sich einfach der sich jeweils ergebenden prozentischen Zusätze bzw. Abzüge.

SUOMEN AITARAKENTEET

AUGUST JÄNTTI

FENCES IN FINLAND

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1948

Helsinki 1948. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

	Sivu
Alkusanat	5
Näkökohtia eri aitarakenteiden esiintymisestä Keski- ja Pohjois-Euroopan maissa	7
Esillä olevan tutkimuksen suoritus	16
Tutkimuksen tulokset	17
1. Eri aitarakenteiden määrät	17
2. Eri aitarakenteiden tarvikemäärät	23
3. Eri aitarakenteiden puretut ja rakennetut määrät v. 1938	28
4. Aitauspuun käyttö v. 1938	34
5. Eri aitarakenteiden työnmenekistä	36
Eri aitarakenteiden käytön vastaisen kehityksen tarkastelua	39
Kirjallisuusluettelo	40
Summary	41

Alkusanat.

Suorittaessaan maaseutuväestön yleistä vuoden 1938 puunkäyttötutkimusta Metsätieteellinen tutkimuslaitos keräsi ensiaineiston noin 2000 arvontaperiaatteen mukaan valitulta viljelmältä. Tarkoitukseen erityisesti valmennetut ammattihenkilöt suorittivat näillä tiloilla kokonaisen vuoden kestäneen puunkäyttökirjanpidon. Tässä yhteydessä tarjoutui samalla erinomainen tilaisuus hankkia ensiaineisto myös maamme laidun- ja aitausolojen selvittämiseksi yhtenäisellä tilastollisella pohjalla. Metsätieteellinen tutkimuslaitos päättikin yhteistoiminnassa Laidunyhdistyksen kanssa suorittaa laidun- ja aitaustutkimuksen rinnan vuoden 1938 maaseutuväestön puunkäyttötutkimuksen kanssa.

Laidun- ja aitaustutkimuksen päätulokset on kirjoittaja julkaissut *Acta Forestalia Fennica*-sarjan numerossa 53 (eripainos v. 1945) otsikolla »Suomen laidunolot». Tässä julkaisussa on esitetty eri laidunlajien pinta-alat, laitumien hyväksikäyttö pinta-ala- ja eläinyksikköä kohden, laidunvuorokausien ja hyväksikäytetyn laidunrehun kokonaismäärä ja niiden jakaantuminen eri laidun- ja eläinlajien kesken, viljelmien laidunomavaraisuus sekä aitojen kokonaismäärä ja sen riippuvaisuus laiduntamistavoista. Näitä tuloksia on selostettu myös englanninkielisessä artikkelissa (Jäntti 1948).

Viitatun tutkimuksen mukaan Suomessa oli v. 1938 aitoja kaikkiaan 855 milj. metriä. Tätä kokonaismäärää voitaisiin erään teoreettisen laskelman mukaan vähentää jopa 67 prosentilla eli 570 milj. metrillä. Se kuitenkin edellyttäisi, että kaikilla tiloilla laidunnettaisiin odelmien lisäksi vain pysyvästi samoille alueille sijoitetuilla voimaperäisesti viljellyillä laitumilla. Tällainen laidunolojen kehitys ja siihen liittyvä aitamäärän väheneminen voinevat kuitenkin tapahtua vain vähin erin vuosikymmenien kuluessa.

Paitsi aitojen kokonaismäärää vähentämällä voidaan aitauskustannuksia alentaa myös siirtymällä käyttämään kustannuksiltaan entistä halvempia aitarakenteita sekä parantamalla aitarakenteiden kestävyyttä ja lisäämällä aitaustyön tehokkuutta. Laidun- ja aitaustutkimuksen ensiaineiston perusteella saatettiin selvittää myös eri aitarakenteiden määrät ja niihin sidotut tarvikemäärät. Näitä koskevia tutkimustuloksia ei ole sisällytetty edellä mainittuun julkaisuun. Niiden julkaisemista päätettiin siirtää siksi, kunnes olisi voitu tutkia myös eri aitarakenteiden työnmenekkiä, mihin ei ollut

tilaisuutta puunkäyttötutkimuksen yhteydessä. Sittemmin on Metsätieteellinen tutkimuslaitos vuosina 1946 ja 1947 suorittanut Maatalousministeriön myöntämillä varoilla selvityksiä myös aitaustyön menekistä. Nämä tutkimukset ovat kuitenkin jääneet niin suppeiksi, ettei vieläkään voida laatia luotettavaa koko maan käsittävää aitapääoman ja vuosittaisten aitauskustannusten arviota. Tästä puutteesta huolimatta on päätetty julkaista nyt käytettävissä olevat Suomen aitarakenteita koskevat tutkimustulokset.

Suomen vuoden 1938 laidun- ja aitaustutkimuksen suunnitteluun ja suoritukseen osallistuneille henkilöille, erityisesti prof. N. A. Osaralle ja tri E. E. Erkkilälle, pyydän myös tässä yhteydessä esittää sydämelliset kiitokseni.

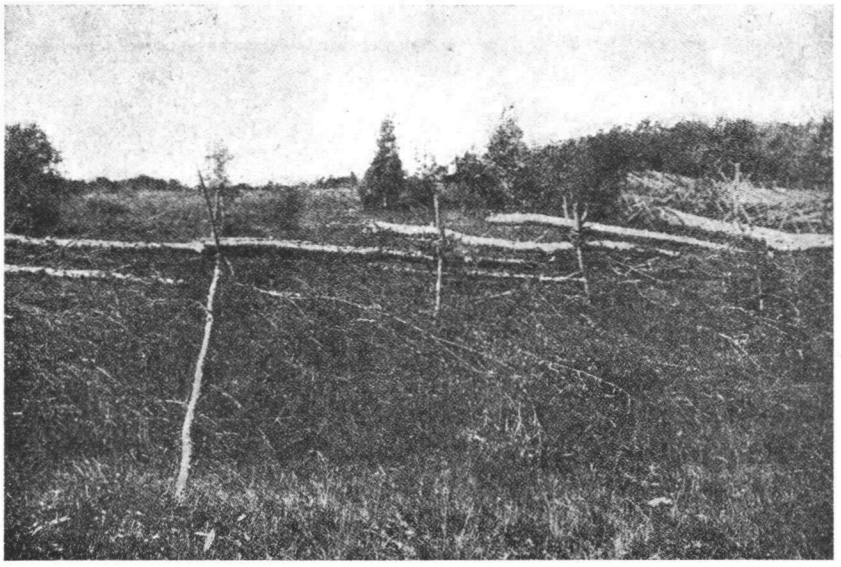
14. 2. 1948.

Tekijä.

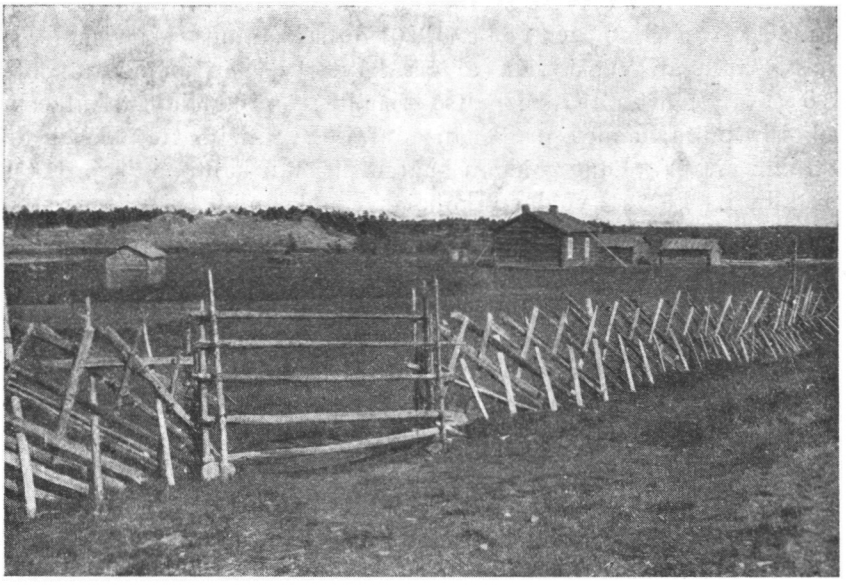
Näkökohtia
eri aitarakenteiden esiintymisestä Keski- ja Pohjois-Euroopan maissa.

Keski- ja Pohjois-Euroopassa nykyisin käytettävät erilaiset aidat voitaneen sopivasti jakaa seuraaviin pääryhmiin: puuaidat, kiviaidat, pensasaidat, maavalliaidat ja kaivannot, lanka-aidat ja sähköaidat. Niiden nykyisiä tai aikaisemmin käytettyjä määriä ei tiettävästi ole missään puheena olevassa maassa tilastollisesti selvitetty. Sen sijaan on selostuksia, piirroksia ja valokuviakin käytetyistä aidoista varsinkin viime vuosikymmeniltä, mutta myös varhaisemmilta ajoilta. Ilmeisesti ensi sijassa työpalkkojen ja puun hintojen jatkuva kohoaminen ja piikkilangan tehdasmaisen valmistuksen keksiminen (v. 1874, vrt. s. 15) ovat vaikuttaneet eri aitarakenteiden suhteellisiin määriin edesmenneinä aikoina.

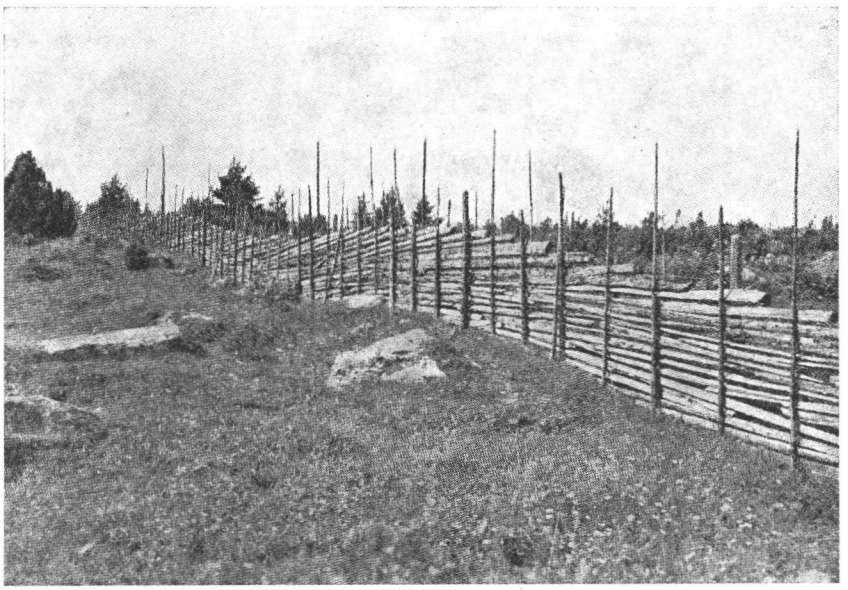
Puuaidat lienevät aikoinaan olleet yleisiä kaikissakin puheena olevissa maissa. Gösta Grotenfelt (1920) on selostanut yksityiskohtaisesti Suomessa kuluvan vuosisadan alussa käytettyjä eri puuaitarakenteita. Rytöaita (murtoaita, sortoaita, risuaita) on puuaidoista alkeellisin. Erikokoisia puita kaadetaan samansuuntaisesti karsimattomaksi rydöksi, joka toimii aitana. Puut voidaan kaataa pitkään kantoon ja jättää kantoihin kiinni. Latvat voidaan kohottaa molemmilta sivuilta ristikoksi asetettujen tukien varaan. Pienemmät karsimattomat puut voidaan myös koota säännölliseksi aidaksi sidottujen seiväsparien varaan (kuva 1). Sorkka-aidassa asetetaan karsitut puut tai halaistut aidakset viistoon asentoon ja kukin aidas tuetaan alapäästään maahan ja yläpäästään edellisen aidaksen varaan molemmilta sivuilta ristiin asetettujen sitomattomien tukien (sorkan) varaan (kuva 2). Piste- eli vinoaidassa pyöreät tai tavallisimmin halaistut aidakset ovat vinossa asennossa sidottujen ja usein sivuilta tuettujen seiväsparien varassa (kuva 3). Lape- eli lamaaidassa aidakset ovat samoin sidottujen seiväsparien varassa, mutta vaakasuorassa asennossa, nojaten seipäiden välissä joko siteeseen tai alla olevan aidaksen päähän (kuva 4). Riukuaita rakennetaan tavallisesti halkaisemattomista aidaksia pitemmistä riu'uista (saloista), jotka asetetaan vaakasuoraan ja naulataan seipäitä tukevampiin aitapaaluihin (kuva 5). Lisäksi on erinimisiä tiheitä pystyaitoja, joissa on aita-



Kuva 1. Risuaita (Suomi 1901).
Fig. 1. A most primitive type of wooden fence (Finland 1901).
(Gösta Grotenfelt.)

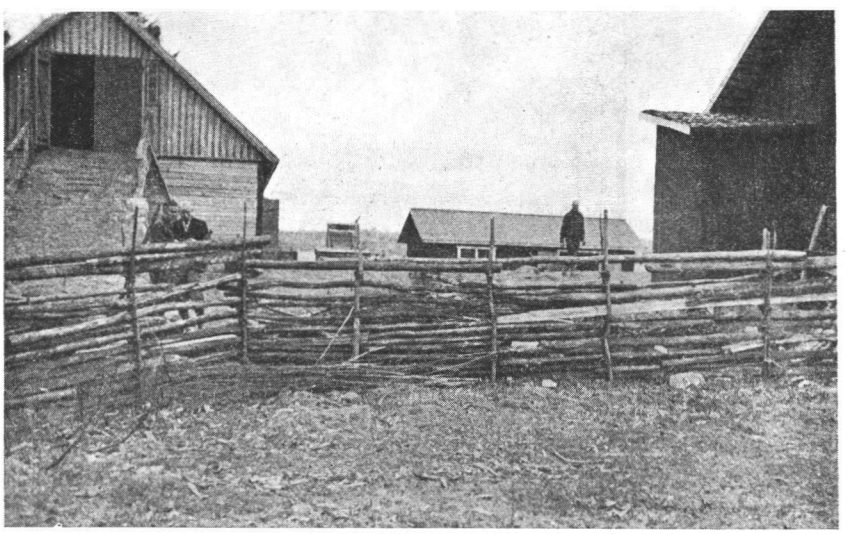


Kuva 2. Sorkka-aita (Suomi 1907).
Fig. 2. Another very primitive type of wooden fence (Finland 1907).
(Kansallismuseon kuvakokoelmat.)



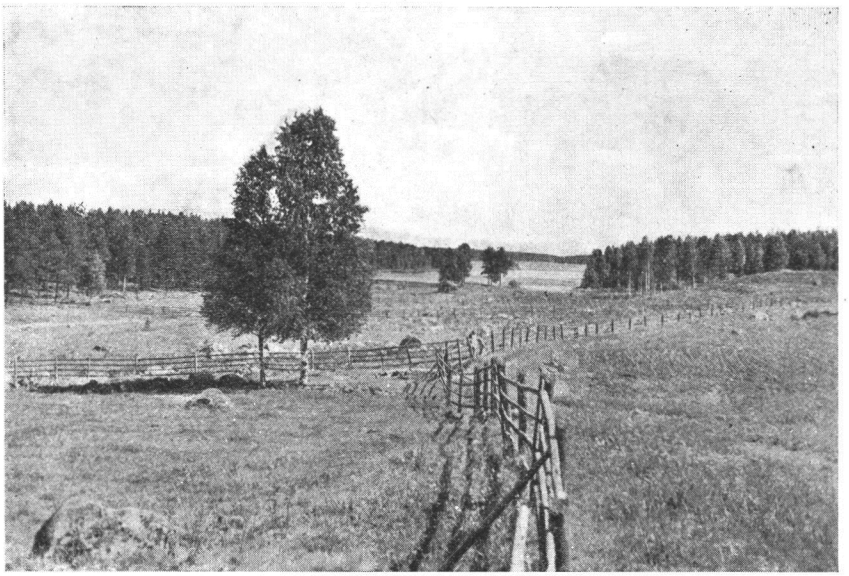
Kuva 3. Piste- eli vinoaita. Suomessa yleinen puuaitarakenne.

Fig. 3. Split-rail fence (slanting rails). Half of the total length of Finnish fences are of this type.



Kuva 4. Lapeaita (Suomi 1938).

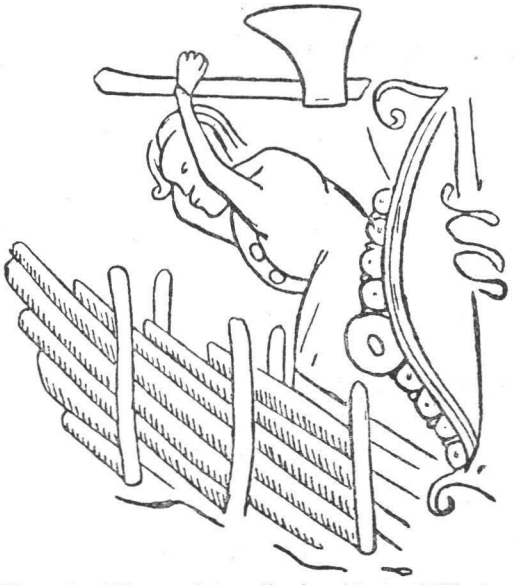
Fig. 4. Split-rail fence (horizontal rails) (Finland 1938).



Kuva 5. Riukuaita (Suomi 1938).
Fig. 5. Long-pole fence (Finland 1938).

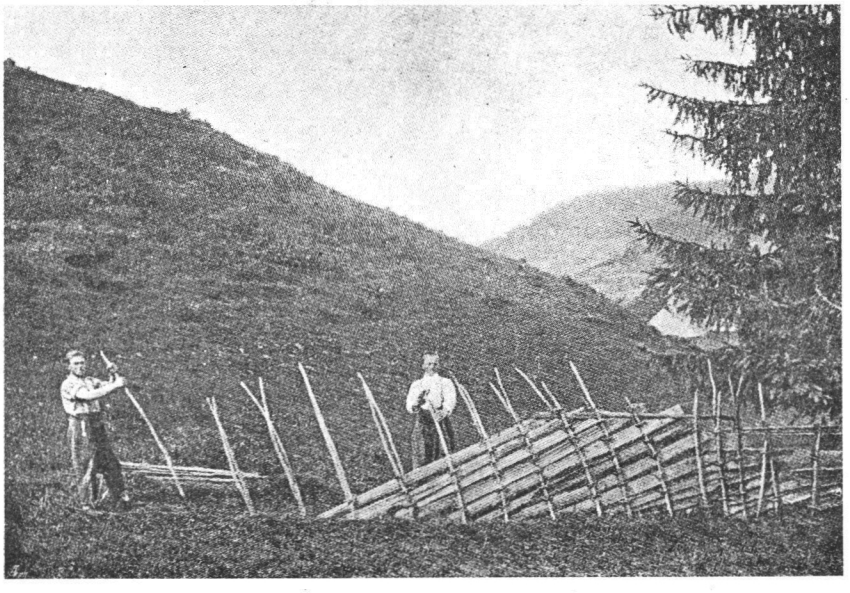


Kuva 6. Säle- eli pälkkiaita (Suomi 1938).
Fig. 6. Picket fence. A type used associeted with farm buildings (Finland 1938).
(Kansallismuseon kuvakokoelmat.)



Kuva 7. Piirros piste- eli vinoaidasta 1400—luvulta (Ruotsi-Suomi).

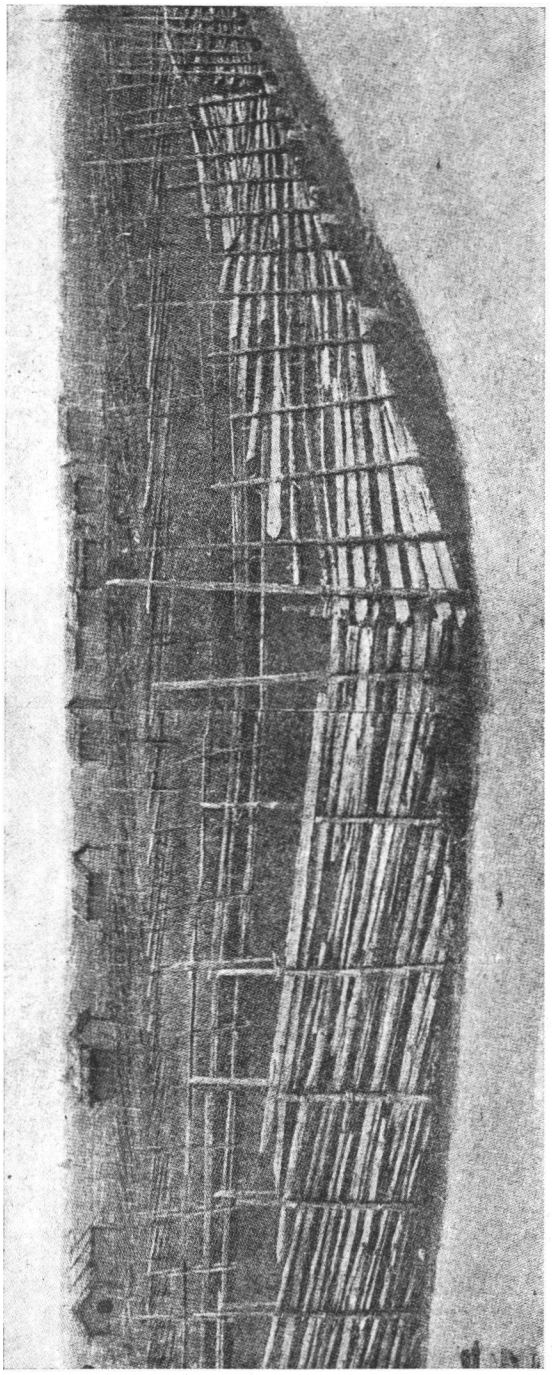
Fig. 7. Drawing of split-rail fence (slanting rails) from 14th century (Sweden-Finland).



Kuva 8. Piste- eli vinoaita (Sveitsi 1903).

Fig. 8. Split-rail fence (slanting rails) (Switzerland 1903).

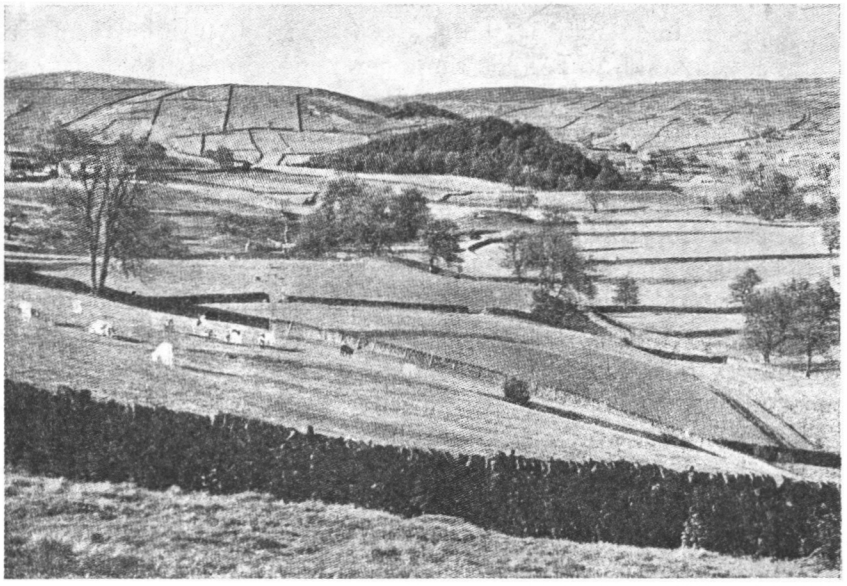
(F. G. Stebler.)



Kuva 9. Piste- eli vinoaidat olivat yleisiä länsi-Suomessakin vielä 1900-luvun alussa (Närpiö 1911).

Fig. 9. Split-rail fences with slanting rails were common also in the western parts of Finland in the beginning of this century (Närpiö 1911).

(Göst a Grotenfelt.)



Kuva 10. Kiviaitoja Yorkshiressä.
Fig. 10. Stone walls in Yorkshire.
(H. I. Moore.)



Kuva 11. Pensasaitoja Englannissa.
Fig. 11. Hedges in England.
(Handbuch der geographischen Wissenschaft.)

paaluihin kiinnitetyt vaakasuorat riu'ut ja niihin pystysuoraan kiinnitetyt oksat, seipäät, aidakset tai laudat (kuva 6). Vrt. myös Sirelius 1919.

Nykyisin ei Keski- ja Pohjois-Euroopan maissa enää ole puuaitoja sanottavassa määrässä muualla kuin Skandinavian maissa, Suomessa ja Pohjois-Venäjällä. Näidenkin maiden maatalousvaltaisilla alueilla ne jo ovat lähes kokonaan hävinneet tai ovat häviämässä. Arvattavasti niitä kuitenkin on aikoinaan käytetty kaikissa ko. maissa. Niinpä Steblerin (1903) laajassa alppi- ja laiduntaloutta käsittelevässä teoksessa on valokuvia kaikista edellä mainituista puuaidoista, rytöaitaa lukuun ottamatta. Esim. Sveitsissä käytetty piste- eli vinoaita on hyvin saman tapainen kuin Suomessa (vrt. kuvia 3, 7, 8 ja 9).

Kiviaitojen rakentamiseen kuluu runsaasti työtä. Sen vuoksi niitä on rakennettu siellä, missä viljelyksiltä on täytynyt raivata pois kiviä ja kun työpalkat vielä ovat olleet suhteellisen alhaiset. Aitauspuun kalleus ja puuttuminen ovat myös osaltaan vaikuttaneet kiviaitojen yleistymiseen. Näin on ymmärrettävä kiviaitojen runsaus eräillä verraten laajoilla alueilla Brittein saarilla (kuva 10).

Pensasaitoja on ryhdytty käyttämään laitumien aitana aitauspuun puuttuessa kivettömillä alueilla, kun maaperä ja ilmasto ovat olleet pensasaitakasveille suotuisat. Sitten kun piikkilankaa on ollut saatavissa ja työpalkat ovat kohonneet, ei uusia pensasaitoja liene entisessä määrässä enää perustettu. Myös pensasaitoja, samoinkuin kiviaitoja, on Brittein saarilla runsaasti. Usein ne siellä antavat oman leimansa koko maisemakuvalle (kuva 11).

Laitumien pensasaitakasveista on yleisin *Crataecus oxycantha* ja *C. monogyna*. Se menestyy kaikissa puheena olevissa maissa hikevillä viljellyillä mailla, ei kuitenkaan 1200—1500 metriä meren pinnasta korkeammilla vuorilla eikä tuulisilla alavilla merenranta-alueilla. Brittein saarilla viljellään laitumien aidoissa Crataecuksen ohella yleisesti myös seuraavia lajeja: *Prunus spinosa*, *Rubus fruticosus*, *Sambucus nigra* ja *Ilex aquifolium*. Saksassa ovat mainitut Crataecus-, Prunus- ja Sambucus-lajit taval isimmat, mutta Limper ja Limbach (1938) mainitsevat siellä käytettävän kaikkiaan 12 eri lajia. Pensasaidat eivät kuitenkaan ole Saksassa eivätkä muissa Keski-Euroopan maissa läheskään yhtä yleisiä kuin Brittein saarilla.

Maavalliaitoja käytetään alavilla ja tuulisilla merenranta-alueilla varsinkin Englannissa ja Saksan luoteisosissa. Englannissa on maa tavallisesti luotu kivipohjalle ja myös vallien sivut on tuettu kivillä. Luoteis-Saksassa on vallille usein istutettu tiheästi kasvavia pensaita (tuulen suoja), jotka lisäävät vallin tehoa aitana. Maavalliaitaa rakennettaessa muodostuu samalla myös kaivanto, joka sekin vallin yhteydessä vaikeuttaa eläinten liikkumista. Suuren työnmenekin vuoksi ei uusia maavalliaitojakaan liene sanottavassa määrässä viime vuosikymmenien aikana perustettu.

Aitapiikkilangalle ja sen tehdasmaisessa valmistuksessa käytettäville koneille saivat J. F. Glidden ja P. W. Vaugham patentin Amerikassa Illinoisten valtiossa v. 1874 (Encyclopaedia Britannica, 14. painos, III ss. 97—98). Sen jälkeen on piikkilanka-aidan käyttö levinnyt verraten nopeasti kautta maapallon. Esim. Sveitsissä on jo 1890-luvulla selostettu kokemuksia tämän aidan käytöstä (Stebler 1903, s. 462). Erityisen nopeasti se on korvannut puuaidat vähämetsäisillä alueilla, kuten esim. Saksassa, jossa nykyisin on melkein yksinomaan vain piikkilanka-aitoja. Sen sijaan puuaitoja huomattavasti kestävämpiä jo perustettuja kivi-, maavalli- ja myös pensasaitoja piikkilanka-aidat eivät ole voineet syrjäyttää. Niinpä Brittein saarilla piikkilanka-aita ei vieläkään ole vallitseva aitarakenne. Tämä saattaa kyllä osittain johtua siitäkin, että piikkilanka-aitaa on vaikea rakentaa täysin lampaita pitäväksi, joita Brittein saarilla on aina ollut suhteellisen runsaasti (vrt. esim. Jäntti 1933). Myös metsävaltaisilla alueilla, kuten esim. Suomessa, on piikkilanka-aita yleistynyt suhteellisen hitaasti.

Suomessa aloitettiin piikkilangan valmistus 1920-luvun alussa. Samaan aikaan sitä alettiin tuoda ulkomailtakin. Suomen virallisen teollisuustilaston mukaan oli kotimaassa valmistettu määrä v. 1924 203 tonnia, v. 1925 436 tonnia, v. 1926 1420 tonnia ja v. 1927 1894 tonnia. Vuosina 1928—1938 vuosittain valmistettu määrä oli vaihdellen 2000—2800 tonnia. Suomen virallisen ulkomaankauppatilaston mukaan piikkilangan tuonti rajoittui vv. 1920 ja 1921 n. 10 tonniin, mutta kohosi v. 1922 1160 tonniin. Ensimmäisen ja toisen maailmansodan välisenä aikana tuotiin ulkomailta keskimäärin vuosittain noin 750 tonnia. Tänä ajanjaksona kotimainen valmistus ja tuonti oli yhteensä vuotta kohden keskimäärin n. 2500 tonnia. Tämä vuosittain käytettävissä ollut lankamäärä vastaa n. 10 milj. metriä 3-ortista piikkilanka-aitaa eli n. 1.2 % valtakunnan 855 milj. metrin kokonaisaitamäärästä v. 1938 (Jäntti 1945, s. 189). Edellä esitetyn mukaan piikkilanka-aidan käyttö on Suomessa ennen vuotta 1920 rajoittunut yksittäistapauksiin.

Sähköistetyn lanka-aidan käyttö on Keski- ja Pohjois-Euroopan maissa yleistynyt toisen maailmansodan aikana. Osittain on tähän vaikuttanut piikkilangan aitaustarkoituksiin saannin vaikeutuminen. Sähköistettyä lanka-aitaa käytettäessä tullaan näet toimeen 1- ja 2-ortisella aidalla. Käytännössä saatujen kokemusten mukaan ei sähköaita kuitenkaan näytä pitävän eläimiä yhtä hyvin kuin esim. 3-ortinen piikkilanka-aita.

Esillä olevan tutkimuksen suoritus.

Suomen eri aitarakenteiden määriä, niihin sidottujen tarvikkeiden määriä sekä vuonna 1938 purettujen ja rakennettujen aitojen määriä koskevien, tässä julkaisussa selostettavien tutkimusten ensiaineisto sisältyi, kuten alkusanoissa on mainittu, vuoden 1938 laidun- ja aitaustutkimuksen ensiaineistoon. Nämä tutkimukset suoritettiin edustavaan ensiaineistoon perustuvaa tilastollista tutkimusmenetelmää käyttäen. Ensiaineistot hankittiin koko maata ja erisuuruisia viljelmiä mahdollisimman tasapuolisesti edustavilta noin 2000 viljelmältä. Aineiston käsittelyä ja tulosten esittämistä varten jaettiin maa kuuteen tutkimusalueeseen, joita seurataan myös esillä olevassa tutkimuksessa ja joiden rajat ja nimilyhennykset on esitetty kartalla s. 18. Tutkimusten suoritusta on selostettu yksityiskohtaisesti jo aiemmin ilmestyneissä julkaisuissa (Erkkilä 1941 ja Jäntti 1945).

Eri aitarakenteiden määrien laskeminen. Aluksi on laskettu kunkin aitarakenteen osuus prosentteina aitojen kokonaismäärästä ensiaineiston tutkimusalueittain ja peltosuuruusluokittain laadituista yhdistelmistä. Tällöin saatujen tasoittamattomien sadanneslukujen mukaan on sitten laskettu kunkin aitarakenteen määrä aitojen kokonaismäärästä (vrt. Jäntti 1945, taulukko 39, s. 189). Eri aitarakenteiden prosenttinen osuus metsäsuuruusluokittain on laskettu sen sijaan suoraan koko maan vastaavista ensiaineiston yhdistelmistä punnitsematta.

Eri aitarakenteisiin sidotun puumäärän laskeminen. Aitauspuun määrää koskevat tulokset perustuvat toisaalta Erkkilän (1941) laidun- ja aitaustutkimuksen kanssa rinnakkaisesti suorittamiin selvityksiin, joilla on osoitettu eri aitarakenteisiin 1 000 aitametria kohden sidottu puumäärä, ja toisaalta tässä julkaisussa esitettäviin eri aitarakenteiden määriin.

Johdettaessa tutkimusalueiden 1 000 aitametriä kohden sidottujen puumäärien keskiarvoja Erkkilän (1941) metsänhoitolautakunnittain esittämistä keskiarvoista on käytetty painolukuina tarpeellisin kohdin metsänhoitolautakuntien viljelmien lukumääriä vuosien 1929—30 maataloustilaston mukaan. Kaikkiaan eri aitarakenteisiin sidotut puumäärät tutkimusalueittain on sitten saatu kertomalla taulukoiden 1 ja 4 luvut vastaavin kohdin keskenään. Taulukkoa 1 valmistettaessa jo jouduttiin laskemaan kunkin aitarakenteen määrä tutkimusalueittain ja peltosuuruusluokittain (vrt. edellä). Kun mainitut aitamäärät on kerrottu taulukon 4 luvuilla, on saatu eri aitarakenteisiin yhteensä sidottu puumäärä tutkimusalueittain ja peltosuuruusluokittain.

Vuonna 1938 purettujen ja rakennettujen aitamäärien laskenta. Aluksi on laskettu ensiaineiston tutkimusalueittain ja peltosuuruusluokittain laadituista yhdistelmistä sekä purettujen että rakennettujen aitojen kokonaismäärä v. 1938 prosentteina aitojen koko määrästä. Tällöin saatujen sadanneslukujen osoittamat määrät on sitten laskettu vastaavin kohdin aitojen kokonaismääristä (Jäntti 1945, s. 189). Tämän jälkeen on puretut ja rakennetut kokonaismäärät jaettu eri aitarakenteiden kesken ensiaineiston sadanneslukujen mukaisesti.

Taulukoissa esitettyjä lukuja ei ole tasoitettu siinä määrin kuin niiden luotettavuus ilmeisesti olisi edellyttänyt. Näin on menetelty, jotta tasoituksessa häviävät pienetkin luvut jäisivät näkyviin. Tulosten luotettavuuden tarkastelu sivuutetaan tässä julkaisussa ja viitataan laidun- ja aitaustutkimuksen tuloksia esittävään toiseen julkaisuun (Jäntti 1945, ss. 228—234).

Tutkimuksen tulokset.

1. Eri aitarakenteiden määrät.

Oheisista taulukoista 1—3 ja kuvasta 12 s. 18 nähdään eri aitarakenteiden absoluuttinen ja suhteellinen määrä sekä eri tutkimusalueilla että peltoalaltaan erisuuruisilla viljelmillä.

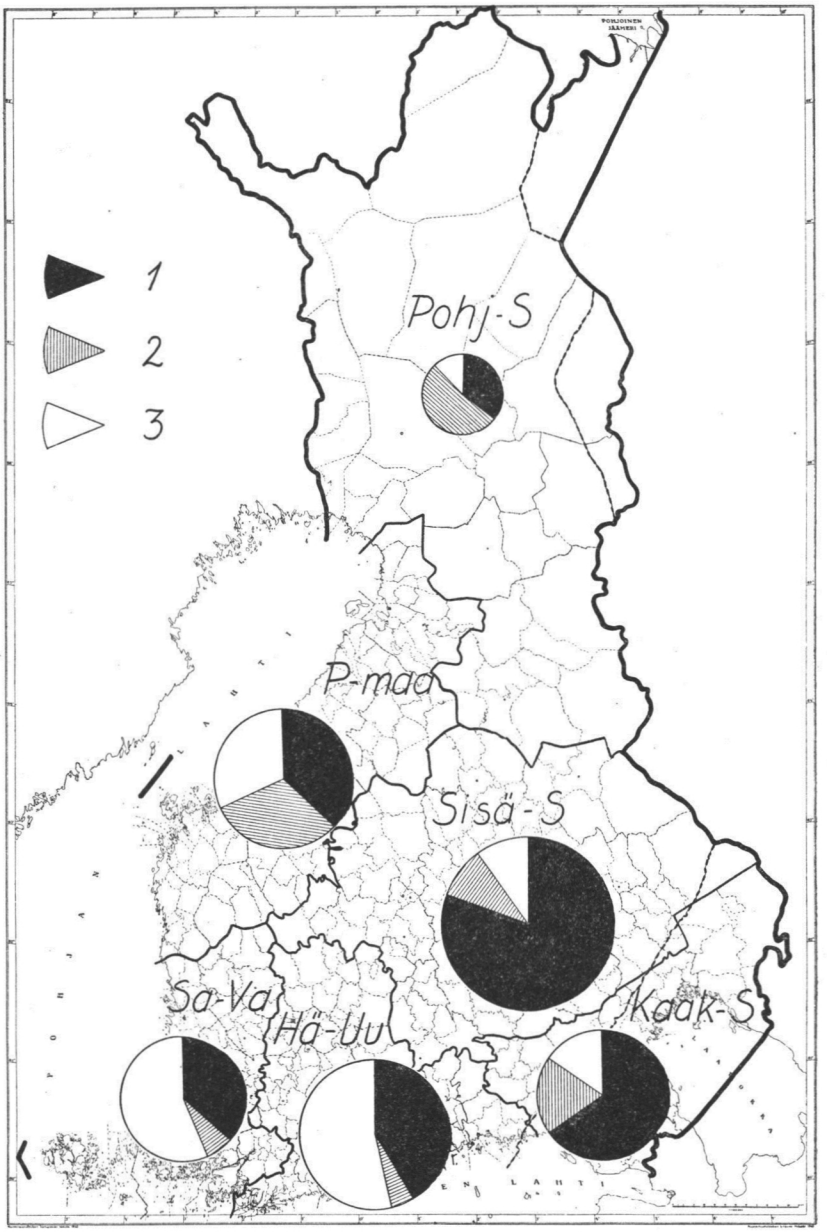
Pisteaitaa eli *vinoaitaa*, jossa aidakset on sidottu seiväsparien väliin enemmän tahi vähemmän viistoon asentoon, oli Suomessa v. 1938 enimmän, yhteensä 424 milj. metriä eli 49.5 % aitojen kokonaismäärästä. Sen sadannesluku on suurin, 75.0 % Sisä-Suomen tutkimusalueella. Niinpä tällä alueella onkin pisteaitaa yli 170 milj. metriä eli noin 40 % tämän aitarakenteen määrästä koko maassa. Myös Kaakkois-Suomessa oli pisteaitoja runsaasti, sadannesluvun ollessa siellä 64.4 %. Sadannesluku on pienin, 26.8 %, Pohjois-Suomessa. Läntisillä ja Hämeen-Uudenmaan tutkimusalueilla se on 30—40 %.

Peltoalaltaan erisuuruisilla viljelmillä on pisteaitoja suhteellisesti runsaimmin keskimäärin koko maassa 5—10 peltohehtaarin viljelmillä. Tässä suuruusluokassa on 60 % koko aitamäärästä pisteaitoja. Peltoalan siitä pienetessä sadannesluku laskee, mutta on aivan pienilläkin viljelmillä yli 40 %. Samoin sen sadannesluku laskee peltoalan kohotessa yli 10 hehtaarin jatkuvasti. Kaikkein suurimmilla viljelmillä on pisteaitoja ainoastaan noin 10 %.

Koko maan pisteaitojen määrästä on alle 5 peltohehtaarin viljelmillä noin 30 % ja alle 10 peltohehtaarin viljelmillä yhteensä noin 61 %.

Lapeaitaa oli Suomessa v. 1938 keskimäärin 4.2 % aitojen koko määrästä eli yhteensä 35.6 milj. metriä. Sitä on suhteellisesti runsaimmin Pohjois-Suomessa (8.4 %) ja Pohjanmaalla (6.9 %). Kaakkois-Suomessa sitä on ollut ainoastaan 1 %. Pienillä viljelmillä on lapeaitaa ollut suhteellisesti runsaammin kuin suurilla.

Riukuaitoja oli Suomessa v. 1938 keskimäärin 9.5 % aitojen kokonaismäärästä eli 48.7 milj. metriä. Pohjois-Suomessa on riukuaitoja ollut kovin runsaasti, 43.5 %, samoin Pohjanmaalla melkoisesti, 17.0 %. Kaikilla muilla tutkimusalueilla on riukuaitoja ollut alle 10 prosentin, Satakunnan-Varsinais-Suomen alueella ainoastaan 2.4 %. Keskimäärin koko maassa niitä on suhteellisesti runsaammin pienillä kuin suurilla viljelmillä.



Kuva 12. Eri aitarakenteiden määrät v. 1938.
1. Vino- ja lapeaidat.
2. Riuku- ja riuku-lanka-aidat.
3. Lanka-aidat.

Fig. 12. Different types of fences in 1938.
1. Split-rail fences.
2. Long-pole and combined long-pole-wire fences.
3. Wire fences.

Taulukko 1. Eri aitarakenteiden määrät milj. metriä tutkimusalueittain.

Table 1. Length of different types of fences (mill. m) in the different districts.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Tutkimusalueet — *Districts*											
	Pohjanmaa		Satakunta-Varsinais-Suomi		Häme-Uusimaa		Sisä-Suomi		Kaakkois-Suomi		Pohjois-Suomi		Koko maa *Total*	
	Milj. m — *Mill. m*													
Puuaidat — *Wooden fences*														
Pisteaidat — *Split-rail fences (slanting rails)*	44.86		43.04		62.28		171.03		83.06		13.37		423.64	
Lapeaidat — *Split-rail fences (horizontal rails)* ..	10.23		2.85		4.34		12.72		1.31		4.12		35.57	
2—3 ortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 2—3 rails*	18.79		1.85		4.32		6.23		4.58		12.93		48.70	
4- tai useampiortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 4 or more rails*	6.38	80.26	1.09	48.83	2.27	79.21	7.61	197.59	6.71	95.66	8.77	39.19	32.83	540.74
Yhdistetyt riukulanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*														
1- riukuiset — *With 1 long-pole rail*	16.74		4.42		1.42		6.33		11.42		3.26		43.59	
2- » » *2 long-pole rails*	3.02		1.16		0.53		1.34		1.85		0.96		8.86	
3- » » *3* » »	1.39	21.15	0.67	6.25	0.43	2.38	0.77	8.44	0.53	13.80	0.34	4.56	4.13	56.58
Lanka-aidat — *Wire fences*														
1- lankaiset — 1 *wire rail*	1.07		2.75		5.23		1.15		1.33		0.49		12.02	
2- » 2 *wire rails*	36.36		45.26		46.69		9.97		11.29		2.23		151.80	
3- » 3 » »	6.53		17.77		39.04		7.16		4.32		1.47		76.29	
4- ja useampilankaiset — *4 or more wire rails* ...	0.92	44.88	2.13	67.91	1.81	92.77	1.29	19.57	1.53	18.47	1.07	5.26	8.75	248.86
Kiviaidat — *Stone walls*	0.52		0.46		0.68		1.00		0.41		0.06			3.13
Muunlaiset aidat — *Other types of fences*	0.67		1.37		0.83		1.41		0.77		0.88			5.96
Yhteensä — *Total*	147.48		124.82		175.87		228.04		129.11		49.95			855.27

Taulukko 2. Eri aitarakenteiden osuus % koko aitamäärästä tutkimusalueittain.

Table 2. Percentage of different types of fences in different districts.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Tutkimusalueet — *Districts*						
	Pohjanmaa	Satakunta-Varsinais-Suomi	Häme-Uusimaa	Sisä-Suomi	Kaakkois-Suomi	Pohjois-Suomi	Koko maa keskimäärin *Average*
	% koko aitamaarästä — % *of total length of fencing*						
Puuaidat — *Wooden fences*							
Pisteaidat — *Split-rail fences (slanting rails)*	30.4	34.5	38.8	75.0	64.4	26.8	49.5
Lapeaidat — *Split-rail fences (horizontal rails)*	6.9	2.3	2.5	5.6	1.0	8.2	4.2
2—3 ortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 2—3 rails*	12.7	1.5	2.5	2.7	3.5	25.9	5.7
4- tai useampiortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 4 or more rails*	4.3 54.3	0.9 39.2	1.3 45.1	3.3 86.6	5.2 74.1	17.6 78.5	3.8 63.2
Yhdistetyt riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*							
1- riukuiset — *with 1 long-pole rail*	11.4	3.5	0.8	2.8	8.8	6.5	5.1
2- » » *2 long-pole rails*	2.1	0.9	0.3	0.6	1.5	1.9	1.0
3- » » *3* » »	0.9 14.4	0.5 4.9	0.2 1.3	0.3 3.7	0.4 10.7	0.7 9.1	0.5 6.6
Lanka-aidat — *Wire fences*							
1- lankaiset — *1 wire rail*	0.7	2.2	3.0	0.5	1.0	1.0	1.5
2- » *2 wire rails*	24.7	36.3	26.5	4.5	8.8	4.5	17.7
3- » *3* » »	4.4	14.2	22.2	3.1	3.3	2.9	8.9
4- ja useampilankaiset — *4 or more wire rails*	0.6 30.4	1.7 54.4	1.0 52.7	0.6 8.7	1.2 14.3	2.1 10.5	1.0 29.1
Kiviaidat — *Stone walls*	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	0.4
Muunlaiset aidat — *Other types of fences*	0.5	1.1	0.5	0.6	0.6	1.8	0.7
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Taulukko 3. Eri aitarakenteiden osuus % koko aitamäärästä koko maassa peltosuuruusluokittain.

Table 3. Percentage of different types of fences on farms of different size, on averages for the whole country.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Peltosuuruusluokka, ha — *Cultivated area of farms, ha*										
	—1	1—2	2—3	3—5	5—10	10—15	15—25	25—50	50—100	100—	Keskimäärin *Average*
	% koko aitamäärästä — % *of total length of fencing*										
Pisteaidat — *Split-rail fences (slanting rails)*	42.5	47.1	52.5	57.0	60.0	49.2	45.8	36.0	25.3	10.2	49.5
Lapeaidat — *Split-rail fences (horizontal rails)*	7.3	6.4	6.7	7.3	3.9	3.0	3.3	1.5	2.0	0.1	4.2
2—3 ortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 2—3 rails*	8.3	7.9	11.4	9.9	5.6	5.4	3.1	1.8	0.2	—	5.7
4- tai useampiortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 4 or more rails*	10.1	8.7	8.3	4.0	4.3	2.4	2.2	1.5	0.2	0.4	3.8
1- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 1 long-pole rail*	4.2	7.5	5.0	3.5	3.5	6.7	6.3	7.6	3.0	1.0	5.2
2- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 2 long-pole rails*	0.7	0.8	0.9	0.7	1.2	0.8	1.0	1.8	0.1	2.0	1.0
3- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 3 long-pole rails*	0.7	0.7	0.1	0.3	0.6	0.4	0.2	1.3	0.0	0.3	0.4
1- ortiset lanka-aidat — *wire fences, 1 wire rail*	—	1.7	0.1	0.6	1.3	1.4	1.8	1.5	0.7	11.7	1.4
2- » » » » *2 wire rails*	11.9	10.1	8.7	10.3	13.0	20.7	24.8	27.6	36.0	32.1	17.8
3- » » » » *3* » »	6.5	6.3	4.6	4.5	5.3	8.7	9.1	16.7	28.7	40.5	8.9
4- tai useampiortiset lanka-aidat — *wire fences, 4 or more wire rails*	3.5	1.5	0.4	0.8	0.6	0.5	1.4	1.7	2.7	0.5	1.0
Kiviaidat — *Stone walls*	0.5	0.6	0.6	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4
Muunlaiset aidat — *Other type of fences*	3.8	0.7	0.7	0.8	0.5	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	0.7
Yhteensä % — *Total %*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Yhteensä milj. m — *Total mill. m*	23.0	50.6	58.4	112.2	216.7	134.7	129.0	86.5	28.4	15.8	855.3

Niinpä vastaava sadannesluku on alle 3 peltohehtaarin suuruusluokissa vaihdellen noin 20—14 %, 15—25 peltohehtaarin suuruusluokassa 5.3 % ja supistuu suurimmilla viljelmillä alle 1:n. Riukuaidoista on enemmän kuin puolet 2—3-ortisia.

Yksinomaan puusta rakennettuja aitoja oli Suomessa v. 1938 yhteensä noin 540 milj. metriä eli 63 % aitojen koko määrästä. Sisä-Suomessa on puuaitojen sadannesluku suurin, 86.6 %, ja vastaavasti pienin, 39.2 %, Satakunnan-Varsinais-Suomen tutkimusalueella. Keskimäärin koko maassa on puuaitoja enimmän, 80 %, 2—3 peltohehtaarin viljelmillä. Mutta aivan pienilläkin viljelmillä on kuitenkin noin 70 %. Myös 5—10 peltohehtaarin viljelmillä on 74 %, ja vielä 15—25 hehtaarin viljelmilläkin yli puolet. 100 peltohehtaaria suuremmilla viljelmillä sen sijaan puuaitoja on ainoastaan noin 10 % aitojen koko määrästä.

Yhdistettyä riuku-lanka-aitaa oli Suomessa v. 1938 yhteensä 56.6 milj. metriä eli 6.6 %. Runsaimmin tätä aitarakennetta on käytetty Pohjanmaalla (14.4 %) sekä Kaakkois- (10.7 %) ja Pohjois-Suomessa (9.1 %). Pääosa riuku-lanka-aidoista on ollut 1-riukuista. Riuku-lanka-aitojen suhteellinen määrä ei näytä sanottavasti riippuvan viljelmien peltoalan suuruudesta.

Lanka-aita on pisteaidan jälkeen maamme yleisin aitarakenne. Lanka-aitoja oli v. 1938 koko maassa keskimäärin 29.1 % aitojen koko määrästä ja yhteensä 249 milj. metriä. Lanka-aidan suhteellinen paljous vaihtelee erittäin suuresti maan eri osissa. Niinpä sen sadannesluku on Satakunnan-Varsinais-Suomen tutkimusalueella 54.4 % ja Hämeen-Uudenmaan tutkimusalueella 52.7 %. Pohjanmaallakin on 30.4 %, mutta laajalla Sisä-Suomen alueella ainoastaan 8.7 %, Pohjois-Suomessa 10.5 % ja Kaakkois-Suomessa 14.3 %.

Keskimäärin koko maassa lanka-aitojen osuus on pienimmillään 2—3 ja 3—5 peltohehtaarin viljelmillä. Aivan pienillä viljelmillä lanka-aitoja on ollut noin viidennes aidoista. Peltoalan suuretessa yli 5 hehtaarin lanka-aitojen osuus lisääntyy varsin jyrkästi. Niinpä 10—15 peltohehtaarin viljelmillä on ollut noin 30 %, 25—50 peltohehtaarin viljelmillä 46 % ja yli 100 peltohehtaarin viljelmillä 73 %. Lanka-aidoista on ollut selvästi suurin osa 2-ortista.

Kiviaitaa oli v. 1938 koko maassa keskimäärin ainoastaan 0.4 % aitojen koko määrästä eli yhteensä 3.13 milj. metriä. Mutta kun otetaan huomioon kyseellisen aitarakenteen erikoisuus, on sen määrää pidettävä huomattavana. Kiviaitojen suhteellinen runsaus näyttää olevan eri puolilla maata samaa suuruusluokkaa, paitsi Pohjois-Suomessa, missä sitä on suhteellisesti vain neljännes maan muissa osissa käytetyistä määristä.

Muunlaisiin aitoihin on luettu varsin erilaisia aitarakenteita, kuten säle- ja pensas- yms. aitoja, jotka eivät ole toisiinsa verrattavissa. Niiden

yhteinen osuus aitojen koko määrästä on käsittänyt koko maassa ainoastaan 0.7 %. Vaihtelut eri tutkimusalueilla eivät ole kovin suuria.

Eri aitarakenteiden suhteelliset määrät on laskettu myös ensiaineiston metsäsuuruusluokittain laadituista yhdistelmistä. Tällöin saaduista tuloksista esitetään tässä ainoastaan puuta enimmän sitovan pisteaidan ja vastaavasti puuta vähimmän sitovien lanka-aitojen prosenttiset osuudet aitamääristä koko maassa.

metsäsuuruus-luokka ha	*aitojen kokonaismäärästä* pisteaitoja %	lanka-aitoja %
0	24.7	44.1
0— 5	34.7	33.2
5— 10	40.0	41.0
10— 20	50.8	29.0
20— 30	52.0	28.9
30— 50	52.1	27.7
50—100	49.7	33.0
100—200	50.8	27.0
200—500	50.6	26.3
500—	57.5	18.7
keskimäärin (taulukosta 2)	49.5	29.1

Lukusarjoista, joihin tosin liittyy aineiston edustavuudesta johtuen systemaattisia virheitä (vrt. s. 16 sekä J ä n t t i 1945, ss. 76—82), nähdään, että metsäalaltaan alle 10 hehtaarin viljelmillä on ollut selvästi vähemmän pisteaitaa kuin metsäalaltaan suuremmilla viljelmillä. Muita (vähemmän puuta sitovia) aitoja on pienillä viljelmillä käytetty vastaavasti runsaammin. Vertaamalla näitä lukusarjoja taulukoissa 1—3 esitettyihin huomataan, että eri aitarakenteiden suhteellinen paljous vaihtelee enemmän koko maata alueittain ja samoin peltosuuruusluokittain verrattaessa kuin viljelmien metsäalasta riippuen.

Taulukoiden 1—3 tarkastelu on osoittanut, että eri aitarakenteiden runsaus vaihtelee huomattavasti maan eri osissa ja myös pelto- ja metsäalaltaan erisuuruisilla viljelmillä. Vaihteluihin vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan tuonnempana, aitoihin sidottuja tarvikemääriä esitettäessä.

2. Eri aitarakenteiden tarvikemäärät.

Aitoihin sidottuja *puumääriä* koskevia tuloksia esitellään oheisissa taulukoissa 4—6 sekä kuvassa 13. Vastaavat lankamääriä koskevat tulokse esitetään tuonnempana tekstissä.

E r k k i l ä on (1941) huomauttanut, että samaankin aitarakenteeseen sidotut puumäärät aitametriä kohden vaihtelevat eri metsänhoitolautakuntien alueilla melkoisesti. Yleensä puuta on käytetty tuhlaavammin metsävaltaisilla kuin vähämetsäisillä alueilla. Puheena olevat erot ovat kuitenkin esillä olevan selvityksen, metsänhoitolautakuntia huomattavasti suurempien tutkimusalueiden välillä paljon tasoittuneet ja suurelta osalta hävinneetkin. Sen sijaan eri aitarakenteiden erilainen puurikkaus jää täl-

löinkin merkittävän suureksi. Sen valaisemiseksi esitettäköön tässä vielä keskimäärin koko maata koskeva seuraava lukusarja:

aitarakenne	*puumäärä 1 000 aitametriä kohden keskimäärin koko maassa k-m³*
pisteaita	34
lapeaita	21
2—3-ortinen riukuaita	11
4- ja useampiortinen riukuaita	20
1—2-riukuinen riuku-lanka-aita	7
3- ja useampiriukuinen riuku-lanka-aita	9
lanka-aidat	2

Jo näiden aitojen puurikkautta osoittavien lukujen perusteella, ottamalla huomioon eri aitarakenteiden paljous maan eri osissa ja erisuuruisilla viljelmillä, voidaan päätellä, että aitoihin nykyisin sidottu puumäärä kohoaa varsin huomattaviin summiin ja että se vaihtelee sekä alueittain että viljelmien koon mukaan.

Taulukko 4. Eri aitarakenteissa oleva puumäärä k-m³ 1 000 aitametriä kohden. (Erkkilän mukaan laskettuna).

Table 4. Quantity of wood in different types of fences, solid cbm per 1000 m of fencing. (According to Erkkilä).

Aitarakenteet — *Type of fence*	Tutkimusalueet — *Districts*						
	Pohjanmaa	Satakunta-Varsinais-Suomi	Häme-Uusimaa	Sisä-Suomi	Kaakkois-Suomi	Pohjois-Suomi	Koko maa *Total*
	k-m³/1 000 m — *solid cbm/1 000 m*						
Pisteaidat — *Split-rail fences (slanting rails)*	28	30	30	39	30	38	34
Lapeaidat — *Split-rail fences (horizontal rails)*	13	20	20	31	9	16	21
2—3-ortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 2—3 rails*	11	12	12	12	9	12	11
4- tai useampiortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 4 or more rails*	16	22	22	20	22	19	20
1- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 1 long-pole rail*	6	7	7	6	7	7	6
2- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 2 long-pole rails*	8	10	10	10	10	10	9
3- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 3 long-pole rails*	8	10	10	10	10	10	9
1- ortiset lanka-aidat — *Wire fences, 1 wire rail*	2	2	2	2	3	2	2
2- » » » » *2 wire rails*	2	2	2	2	3	2	2
3- » » » » *3* » »	2	3	3	3	3	2	3
4- tai useampiortiset lanka-aidat — *Wire fences, 4 or more wire rails*	2	3	3	3	3	2	3
Keskimäärin — *Average*	13	13	14	32	22	19	20

Taulukko 5. Eri aitarakenteissa oleva puumäärä tutkimusalueittain.

Table 5. Quantity of wood in different types of fences in different districts.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Tutkimusalueet — *Districts*						
	Pohjanmaa	Satakunta-Varsinais-Suomi	Häme-Uusimaa	Sisä-Suomi	Kaakkois-Suomi	Pohjois-Suomi	Koko maa *Total*
	Puumäärä 1 000 k-m³ — *Quantity of wood, 1 000 solid cbm*						
Pisteaidat — *Split-rail fences (slanting rails)* .	1 256	1 291	2 048	6 670	2 492	508	14 265
Lapeaidat — *Split-rail fences (horizontal rails)*	133	57	87	394	12	66	749
2—3-ortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 2—3 rails*	207	22	52	75	41	155	552
4- tai useampiortiset riukuaidat — *Long-pole fences, 4 or more rails*	102	24	50	152	148	167	643
1- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 1 long-pole rail*	100	31	10	38	80	23	282
2- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 2 long-pole rails*	24	12	5	13	19	10	83
3- riukuiset riuku-lanka-aidat — *Wire fences with 3 long-pole rails*	11	7	4	8	5	3	38
1- ortiset lanka-aidat — *Wire fences, 1 wire rail*	2	6	10	2	4	1	25
2- » » » » *2 wire rails*	73	91	93	20	34	4	315
3- » » » » *3* » »	13	53	117	21	13	3	220
4- tai useampiortiset lanka-aidat — *Wire fences, 4 or more wire rails*	2	6	5	4	5	2	24
Yhteensä — *Total*	1 923	1 600	2 481	7 397	2 853	942	17 196

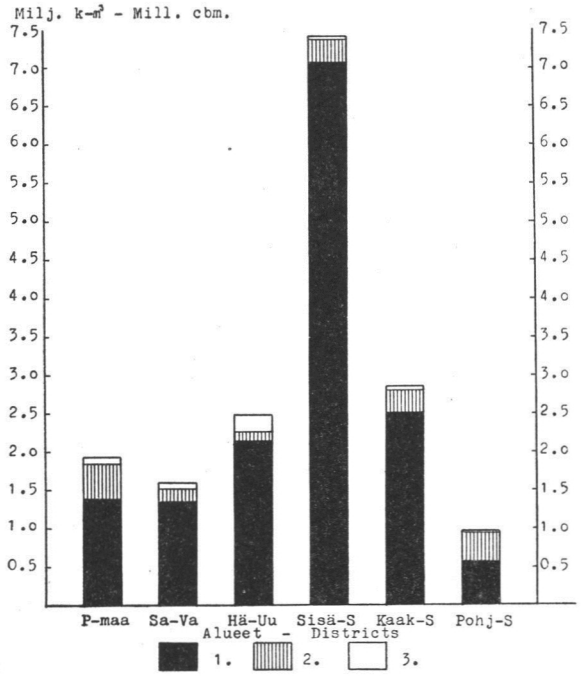
Taulukko 6. Aidoissa kaikkiaan oleva puumäärä peltosuuruusluokittain.

Table 6. Quantity of wood on farms of different size.

Peltosuuruusluokka, ha *Cultivated area of farms, ha*	Tutkimusalueet — *Districts*						
	Pohjanmaa	Satakunta-Varsinais-Suomi	Häme-Uusimaa	Sisä-Suomi	Kaakkois-Suomi	Pohjois-Suomi	Koko maa *Total*
	1 000 k-m³ — *1 000 solid cbm*						
—1	39	39	33	205	59	93	468
1—2	77	91	93	609	102	140	1 112
2—3	84	84	104	764	178	176	1 390
3—5	174	195	291	1 319	463	245	2 687
5—10	490	440	616	2 231	1 063	222	5 062
10—15	355	242	391	952	587	45	2 572
15—25	457	211	487	773	317	(17)	2 262
25—50	206	198	338	437	68	(1)	1 248
50—100	(37)	61	102	(89)	(9)	(2)	300
100—	(4)	(39)	(26)	(18)	(7)	(1)	95
Yhteensä — *Total*	1 923	1 600	2 481	7 397	2 853	942	17 196

Taulukoista 5 ja 6 nähdään, että koko maassa oli v. 1938 aitoihin sidottuna yhteensä 17.2 milj. k-m³ puuta.

Joskin piste- eli vinoaitojen paljous on maassamme huomattava — v. 1938 424 milj. m ja 49.5 % aitojen koko määrästä — on tämän aitarakenteen osuus aitoihin sidotusta puumäärästä vieläkin valtavampi. Taulukon



Kuva 13. Eri aitarakenteisiin sidottu puumäärä eri tutkimusalueilla v. 1938.

1. Piste- ja lapeaidat.
2. Riuku- ja riuku-lanka-aidat.
3. Lanka-aidat.

Fig. 13. Amount of wood in different types of fences in different districts in 1938.

1. Split-rail fences.
2. Longe-pole and combined long-pole-wire fences.
3. Wire fences.

5 mukaan pisteaitojen puumäärä oli v. 1938 yhteensä 14.3 milj. k-m³ eli 83 % aitoihin kaikkiaan sidotusta puumäärästä koko maassa. On näin ollen luonnollista, että aidoissa olevan puumäärän runsaus ja sen vaihtelut eri alueilla ja erisuuruisilla viljelmillä johtuvat ensi sijassa pisteaitojen käytön määrästä.

Muiden kuin pisteaitojen osuus aitauspuun määrästä käsitti siis ainoastaan 2.9 milj. k-m³ eli 17 %. Niiden osuus aitojen kokonaismäärästä on kuitenkin 50.5 %. Mainittakoon erikseen, että lanka-aitoja oli lähes 250 milj. metriä (29.1 %), mutta että niihin sidottu puumäärä oli vastaavasti ainoastaan 0.58 milj. k-m³ eli 3.4 % aitauspuun koko määrästä.

Aitoihin sidotun puumäärän suhteellinen paljous vaihtelee suuresti eri tutkimusalueilla (vrt. kuvaa 13). Sen valaisemiseksi esitettäköön puheena olevien taulukoiden lisäksi vielä seuraavat lukusarjat, jotka on saatu ja-

kamalla kullakin tutkimusalueella aitoihin sidottu puumäärä vastaavalla tutkimusalueen nautayksiköiden luvulla vuoden 1938 maataloustilaston mukaan:

tutkimusalue	*aitoihin sidottu puumäärä* k-m³ nauta-yksikköä kohden	suhdeluvuin Pohjan-maa = 100
Pohjanmaa	4	100
Satakunta—Varsinais-Suomi	4	100
Häme—Uusimaa	5	125
Sisä-Suomi	15	375
Kaakkois-Suomi	10	250
Pohjois-Suomi	8	200
koko maa keskimäärin	8	200

Samoin aitauspuun määrä nautayksikköä kohden vaihtelee suuresti myös viljelmien peltoalasta riippuen, joka nähdään seuraavista koko maan käsittävistä lukusarjoista:

peltosuuruusluokka, ha	*aitoihin sidottu puumäärä* k-m³ nautayksikköä kohden	*suhteellinen metsäala* ha
— 1	7	6.9
1— 2	11	7.3
2— 3	12	7.4
3— 5	11	7.4
5— 10	11	6.5
10— 15	9	5.6
15— 25	7	5.0
25— 50	5	4.4
50—100	3	4.0
100—	1	4.3
keskimäärin	8	5.5

Aitauspuun määrä nautayksikköä kohden näyttää — edellä esitetyn lukusarjan mukaan — riippuvan jonkin verran myös viljelmien suhteellisesta metsäalasta. Samoin on todettu, että alueilla, joilla puun käyttö yleensä on tuhlaavaisinta (Erkilä 1943, taulukko 13), on myös aitoihin sidottuna puuta enemmän kuin muualla.

Aitoihin sidotun puumäärän suuruus riippuu ilmeisesti suureksi — ellei suurimmaksi — osaksi totutuista tavoista. Valtakunnan kaikki aidat olivat käytännöllisesti katsoen yksinomaan puusta rakennettuja vuosien 1914—1918 maailmansotaan saakka. Enimmän puuta ja työtä sitova piste- eli vinoaita oli silloin yleisin aitarakenne. Sanotun maailmansodan jälkeen pienpuun menekki ja hinnat ovat parantuneet, ja palkkataso on samoin kohonnut. Näin ollen piste- eli vinoaitojen käyttö ei enää ole edullista. Vastaavasti onkin jo melkoisessa määrässä siirrytty puuta ja työtä vähemmän vaativien aitarakenteiden käyttöön. Tämä kehitys jatkunee edelleenkin.

Aitoihin sidottua lankamäärää selvitettäessä on laskettu, että 300 metriä aitalankaa painaa 25 kg. 1-riukuisessa riuku-lanka-aidassa on laskettu olleen keskimäärin 2-lankaortta ja 2- ja 3-riukuisessa riuku-lanka-aidassa 1-lankaorsi. Tämä ja vastaavien aitojen määrä huomioon otettuna ai-

toihin sidottu lankamäärä käsitti koko maassa v. 1938 noin 55 milj. kg. Eri tutkimusalueiden kesken se on jakaantunut seuraavasti:

tutkimusalue	*aitoihin sidottu lankamäärä* yht. milj. kg	nautayksikköä kohden kg
Pohjanmaa	10.4	24
Satakunta—Varsinais-Suomi	13.8	37
Häme—Uusimaa	19.0	41
Sisä-Suomi	4.9	10
Kaakkois-Suomi	5.0	18
Pohjois-Suomi	1.7	14
koko maa	54.8	25

Tästä lankamäärästä on ollut riuku-lanka-aidoissa 6 milj. kg ja loput varsinaisissa lanka-aidoissa. Aitoihin kaikkiaan sidotusta lankamäärästä voitaisiin rakentaa 3-ortista lanka-aitaa noin 220 milj. metriä.

3. Eri aitarakenteiden puretut ja rakennetut määrät v. 1938.

Eri aitarakenteiden kustannuksiin vaikuttavat tekijät — tarvikkeiden ja työn hinnat — ovat varsinkin vuosien 1914—1918 maailmansodan jälkeen suuresti muuttuneet. Kun tarkastellaan nykyisiä erilaisten aitojen määriä ja otetaan huomioon, että ennen sanottua maailmansotaa käytettiin yksinomaan puuaitoja ja ensi sijassa piste- eli vinoaitoja, huomataan, että myös eri aitarakenteiden paljoussuhteet ovat suuresti muuttuneet viime vuosikymmenien aikana.

Esillä olevan ensiaineiston perusteella voidaan osoittaa eri aitarakenteiden v. 1938 puretut ja rakennetut määrät sekä niiden silloin tapahtunut lisääntyminen tai vähentyminen. Yhtä ainoaa vuotta koskevat muutokset tosin eivät ehkä vastaa vuotuisten muutosten keskiarvoja, mutta valaissevat kuitenkin eri aitarakenteiden paljoussuhteiden kehityksen suuntaa.

Aitojen vuosittainen purkaminen ja rakentaminen johtuu monista eri syistä. Ensiksikin niittonurmilaitumen ja niittonurmen odelmien laiduntamisen takia siirretään aitoja vuosittain. Toisaalta jatkuvasti käytettäviä aitoja puretaan tarpeettomina ja rakennetaan uusille paikoille. Viimeksi mainitut muutokset johtuvat laitumien uudelleen sijoittamisesta, laitumien laajentamisesta ja supistamisesta, laiduntamistapojen muuttamisesta, muita mahdollisia tekijöitä luettelematta. Ne taas puolestaan johtuvat eri syistä tapahtuvasta viljelmien laajentumisesta ja pienentymisestä, laiduntalouden kehittymisestä ym. tekijöistä. Edelleen aitoja puretaan ja jälleen rakennetaan samalle paikalle sekä niiden kunnossapitämiseksi että aitarakenteen muuttamiseksi. Näistäkin syistä tapahtuva aitojen vuosittainen purkaminen ja rakentaminen riippuu monista tekijöistä, kuten käytetystä aitarakenteesta tarvikkeineen, tarjolla olevan työvoiman määrästä, työpalkoista, aitaustarvikkeiden hinnoista, viljelijäin kehittyneisyydestä ym. tekijöistä.

Vuonna 1938 puretut ja rakennetut *kokonaisaitamäärät* olivat eri tutkimusalueilla seuraavat:

tutkimusalue	*purettu kokonaisaitamäärä* milj. m	kokonaisaitamäärästä %	*rakennettu kokonaisaitamäärä* milj. m	kokonaisaitamäärästä %
Pohjanmaa	12.79	8.67	13.87	9.40
Satakunta—Varsinais-Suomi	11.59	9.29	15.44	12.37
Häme—Uusimaa	13.29	7.56	19.43	11.04
Sisä-Suomi	7.90	3.46	15.70	6.88
Kaakkois-Suomi	8.32	6.44	12.25	9.48
Pohjois-Suomi	0.49	0.98	1.91	3.84
koko maa	54.38	6.36	78.60	9.19

Vastaavasti nähdään v. 1938 puretut ja rakennetut kokonaisaitamäärät koko maassa peltosuuruusluokittain seuraavista lukusarjoista:

peltosuuruusluokka, ha	*purettu kokonaisaitamäärä* milj. m	kokonaisaitamäärästä %	*rakennettu kokonaisaitamäärä* milj. m	kokonaisaitamäärästä %
— 1	0.66	2.87	2.48	10.78
1— 2	2.19	4.33	4.08	8.06
2— 3	1.84	3.15	3.71	6.35
3— 5	5.38	4.80	10.05	8.96
5— 10	12.48	5.76	17.09	7.89
10— 15	10.44	7.75	13.35	9.91
15— 25	8.75	6.78	11.65	9.03
25— 50	7.94	9.18	9.37	10.83
50—100	2.51	8.84	3.09	10.88
100—	2.19	13.86	3.73	23.60
kaikki suuruusluokat	54.38	6.36	78.60	9.19

Näiden lukusarjojen perusteella voidaan päätellä, että valtakunnan kokonaisaitamäärä ei ole v. 1938 vähentynyt, vaan pikemminkin lisääntynyt. Aitamäärän lisääntyminen on ilmeinen erityisesti 5 peltohehtaaria pienemmillä viljelmillä (vrt. Jäntti 1945, ss. 214—230). Ainoastaan Pohjanmaan tutkimusalueella aitamäärä näyttää pysyneen muuttumattomana.

Lisäksi huomataan lukusarjoista, että niillä alueilla ja keskimäärin koko maassa niissä peltosuuruusluokissa, joilla niittonurmilaidun on yleinen, aitoja on uusittu — purettu ja rakennettu — enemmän kuin muualla. Milloin aitoja on uusittu suhteellisen runsaasti, ne ovat olleet rakenteeltaan yksinkertaisia, tai on uusittaessa ainakin pyritty siirtymään halvempiin rakenteisiin, kuten alempana huomataan.

Piste- ja lapeaitojen osuus on käsittänyt kaikkiaan koko maassa v. 1938 puretusta aitamäärästä 53.4 % ja vastaavasti koko rakennetusta määrästä 29.3 % (taulukot 7 ja 8). Niitä on purettu yhteensä 29.0 milj. metriä ja rakennettu 23.0 milj. metriä. Näiden puuta ja työtä runsaimmin sitovien aitarakenteiden määrä näyttää siis olevan keskimäärin koko maassa vähentymässä. Väheneminen on kuitenkin ainoastaan 1.3 % niiden nykyisestä kokonaismäärästä, 460 milj. metristä. Mutta vähenemisen suhteellinen määrä vaihtelee suuresti maan eri osissa.

Taulukko 7. Eri aitarakenteiden määrien muutokset v. 1938 tutkimusalueittain.

Table 7. Changes in length of fences of different types in 1938 in different districts.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Tutkimusalueet — *Districts*						
	Pohjanmaa	Satakunta-Varsinais-Suomi	Häme-Uusimaa	Sisä-Suomi	Kaakkois-Suomi	Pohjois-Suomi	Koko maa *Total*
	%						
Purettu % purettujen aitojen kokonaismäärästä — *Pulled down, % of total length of pulled-down fences*							
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	63.0	33.0	37.9	89.4	57.8	49.0	53.4
Riukuaidat — *Long-pole fences*	3.7	1.9	2.4	4.2	5.4	24.5	3.5
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	10.2	0.9	3.2	0.6	18.0	26.5	6.4
Lanka-aidat — *Wire fences*	23.1	64.1	56.4	5.1	18.8	—	36.5
Muut aidat — *Other types of fences*	—	0.1	0.1	0.7	—	—	0.2
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rakennettu % rakennettujen aitojen kokonaismäärästä — *New and rebuild, % of total length of new and rebuild fences*							
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	18.7	10.4	16.1	69.2	38.2	9.4	29.3
Riukuaidat — *Long-pole fences*	9.6	3.2	3.3	5.9	7.9	55.0	6.9
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	24.7	4.7	2.6	9.0	25.5	28.8	12.4
Lanka-aidat — *Wire fences*	47.0	81.5	78.0	15.9	28.3	4.7	51.3
Muut aidat — *Other types of fences*	—	0.2	0.0	0.0	0.1	2.1	0.1
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Vähentyminen (—) tai lisääntyminen (+) % kunkin aitarakenteen kokonaismäärästä — *Reduction (—) or increase (+), % of total length of each type of fence*							
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	— 9.9	— 4.9	— 2.6	+ 2.1	— 0.2	— 0.2	— 1.3
Riukuaidat — *Long-pole fences*	+ 3.4	+ 9.2	+ 4.9	+ 4.1	+ 4.6	+ 4.1	+ 4.3
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	+10.0	+ 4.3	+ 3.4	+16.1	+11.7	+ 9.2	+11.0
Lanka-aidat — *Wire fences*	+ 7.9	+ 7.6	+ 8.3	+10.7	+10.3	+ 1.7	+ 8.2
Muut aidat — *Other types of fences*	—	+ 1.1	+ 0.7	+ 2.0	+ 0.9	+ 4.2	+ 1.1
Eri aitarakenteet keskimäärin — *Average for all fences*	+0.73	+3.08	+3.49	+3.42	+3.04	+2.84	+2.83

Taulukko 8. Eri aitarakenteiden määrien muutokset v. 1938 koko maassa peltosuuruusluokittain.

Table 8. Changes in length of fences of different types in 1938 on farms of different size in the whole country.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Peltosuuruusluokka, ha — *Cultivated area of farms in ha*										
	—1	1—2	2—3	3—5	5—10	10—15	15—25	25—50	50—100	100—	Keskimäärin *Average*
	%										
Purettu % purettujen aitojen kokonaismäärästä — *Pulled down, % of total length of pulled-down fences*											
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	62.1	64.8	63.6	73.6	62.7	49.9	53.8	37.2	47.4	9.1	53.4
Riuku-aidat — *Long-pole fences*	30.3	5.0	0.5	2.8	4.8	5.2	1.3	2.3	0.4	—	3.5
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	—	19.7	5.4	6.7	4.2	7.2	2.9	11.8	5.2	0.9	6.4
Lanka-aidat — *Wire fences*	7.6	8.7	30.5	16.9	28.2	37.7	41.9	48.5	47.0	90.0	36.5
Muut aidat — *Other types of fences*	—	1.8	—	—	0.1	—	0.1	0.2	—	—	0.2
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rakennettu % rakennettujen aitojen kokonaismäärästä — *New and rebuild, % of total length of new and rebuild fences*											
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	41.9	32.8	52.8	43.2	39.8	25.4	22.7	12.2	12.6	0.0	29.3
Riuku-aidat — *Long-pole fences*	4.4	9.3	14.0	14.0	8.1	7.0	4.0	2.0	0.4	0.0	6.9
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	0.8	25.3	5.9	15.0	12.7	11.1	10.0	21.1	4.5	0.5	12.4
Lanka-aidat — *Wire fences*	50.8	32.6	27.3	27.8	39.3	56.5	63.2	64.6	82.5	95.5	51.3
Muut aidat — *Other types of fences*	2.1	—	—	—	0.1	0.0	0.1	0.1	—	—	0.1
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Vähentyminen (—) tai lisääntyminen (+) % kunkin aitarakenteen kokonaismäärästä — *Reduction (—) or increase (+), % o total length of each type of fence*											
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	+ 5.5	— 0.3	+ 2.3	+ 0.5	— 0.7	— 2.6	— 3.2	— 5.6	—10.3	—12.5	— 1.3
Riukuaidat — *Long-pole fences*	— 2.1	+ 3.2	+ 4.4	+ 8.1	+ 3.7	+ 3.7	+ 5.2	+ 0.3	—	—	+ 4.3
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	+ 1.6	+ 7.1	+ 3.5	+23.1	+16.1	+ 6.9	+ 9.5	+11.3	0.0	—	+11.0
Lanka-aidat — *Wire fences*	+23.9	+24.9	+ 5.6	+10.4	+ 7.1	+ 8.5	+ 7.7	+ 5.4	+ 7.1	+13.2	+ 8.2
Muut aidat — *Other types of fences*	+ 5.0	— 0.4	—	—	—	+ 0.9	—	— 1.1	—	—	+ 0.1
Keskimäärin — *Average*	+7.91	+3.74	+3.20	+4.16	+2.13	+2.16	+2.25	+1.65	+2.04	+9.74	+2.83

Pohjanmaan tutkimusalueella piste- ja lapeaidat ovat vähentyneet 9.9 % niiden kokonaismäärästä. Purettujen aitojen koko määrästä ne ovat siellä käsittäneet 63.0 %, mutta vastaavasti rakennettujen aitojen määrästä ainoastaan 18.7 %. Kun näitä aitarakenteita on nykyisinkin Pohjanmaalla, verrattuna eräisiin toisiin alueisiin, vähän (37.3 % aitojen koko määrästä), ne näyttävät vähentyvän Pohjanmaalla verraten nopeasti. Myös Satakunnan—Varsinais-Suomen alueella ovat puheena olevat aitarakenteet vähentyneet huomattavasti (4.9 % niiden nykyisestä määrästä) ja Hämeen—Uudenmaan tutkimusalueellakin melkoisesti (2.6 %). Kaakkois- ja Pohjois-Suomessa niiden määrä on pysynyt käytännöllisesti katsoen muuttumattomana.

Sen sijaan piste- ja lapeaitojen lisääntyminen laajalla Sisä-Suomen tutkimusalueella herättää erityistä huomiota. Sanotulla alueella on näitä aitarakenteita 184 milj. metriä eli 40.1 % näiden aitarakenteiden määrästä koko maassa. Niihin sidottu puumäärä käsittää kyseellisellä alueella 7.1 milj. k-m^3. Tästä huolimatta nämä aitarakenteet ovat siellä lisääntymässä. Tosin niiden osuus purettujen aitojen koko määrästä on suhteellisesti suurempi (89.4 %) kuin vastaavasti rakennettujen aitojen koko määrästä (69.2 %). Siitä huolimatta piste- ja lapeaitojen määrä on lisääntynyt 3.8 milj. metriä eli 2.1 prosenttia.

Keskimäärin koko maassa on piste- ja lapeaitojen osuus purettujen aitojen koko määrästä kaikilla peltoalaltaan erisuuruisilla viljelmillä säännöllisesti suurempi kuin niiden osuus vastaavasti rakennettujen aitojen koko määrästä. Niiden määrä on yleensä lisääntynyt alle 5 peltohehtaarin viljelmillä ja vähentynyt sitä suuremmilla. 25—50 peltohehtaarin suuruusluokassa vähennys on ollut 5.6 % ja sitä suuremmissa luokissa yli 10 %.

Riukuaidat ovat käsittäneet keskimäärin koko maassa 3.5 % purettujen ja 6.9 % rakennettujen aitojen koko määrästä. Ne ovat lisääntyneet yhteensä koko maassa noin 3.5 milj. metriä. Lisäys on 4.3 % niiden kokonaismäärästä, 81.5 milj. metristä. Lisäys on suhteellisesti keskimääräistä suurempi Satakunnan—Varsinais-Suomen tutkimusalueella, mutta riuku-aitojen osuus onkin siellä ennestään varsin vähäinen. Muilla tutkimusalueilla on lisäys melko tasaisesti samaa suuruusluokkaa kuin keskimäärin koko maassa. Myöskään peltoalaltaan erisuuruisilla viljelmillä koko maassa ei riukuaitojen lisäys näytä paljon vaihtelevan. Mainittakoon kuitenkin, että 25 peltohehtaaria suuremmilla viljelmillä riukuaitojen määrä on pysynyt nykyisellään.

Riuku-lanka-aitojen osuus on ollut purettujen aitojen kokonaismäärästä koko maassa 6.4 % ja rakennettujen määrästä 12.4 %. Niiden määrä on lisääntynyt 11.0 % eli noin 6.2 milj. metriä. Lisäystä on havaittavissa kaikilla tutkimusalueilla, mutta kun otetaan huomioon niiden nykyinen määrä (taulukko 1), lisäyksen merkitys on kovin vähäinen Satakunnan—Varsinais-Suomen, Hämeen—Uudenmaan ja Pohjois-Suomen tutkimus-

alueilla. Lisäys on ollut keskimäärin koko maassa varsin runsasta 3—5 ja 5—10 peltohehtaarin suuruusluokissa. Edellisessä se on ollut 23.1 % ja jälkimmäisessä 16.1 % niiden nykyisestä määrästä.

Lanka-aitoja on keskimäärin koko maassa purettu piste- ja lapeaitojen jälkeen enimmän eli 36.5 % purettujen aitojen kokonaismäärästä. Purettu lanka-aitamäärä on käsittänyt kaikkiaan 19.8 milj. metriä. Mutta rakennettujen aitojen kokonaismäärästä niiden osuus on suhteellisesti vieläkin suurempi, 51.3 % ja yhteensä 40.3 milj. metriä, joten niiden määrä on lisääntynyt noin 20.5 milj. metriä eli 8.2 %. Lisäys on sadannesluvuin varsin tasaisesti samaa suuruusluokkaa kaikilla eri tutkimusalueilla paitsi Pohjois-Suomessa, missä se on ainoastaan 1.7 %. Mainittakoon erityisesti, että lanka-aitojen lisäys on huomattavan suuri Satakunnan—Varsinais-Suomen ja Hämeen—Uudenmaan tutkimusalueilla, koska siellä niiden osuus on jo nykyisinkin yli 50 % aitojen kokonaismäärästä.

Koko maassa lanka-aidat näyttävät lisääntyneen suhteellisen runsaasti alle 1 ja 1—2 peltohehtaarin viljelmillä, lähes 25 % nykyisestä määrästä, joka onkin pieni verrattuna toisiin aitarakenteisiin ja toisiin suuruusluokkiin.

Eri aitarakenteiden käytön nykyisestä kehityksestä, sikäli kuin sitä voidaan arvostella v. 1938 purettujen ja rakennettujen määrien perusteella, esitettäköön tässä vielä seuraavaa. Piste- ja lapeaitojen jo nykyisinkin suhteellisen pieni määrä on läntisillä rannikkoalueilla nopeasti vähenemässä. Sen sijaan laajalla Sisä-Suomen tutkimusalueella niiden jo ennestäänkin valtava määrä näyttää yhä lisääntyvän. Keskimäärin koko maassa ne näyttävät hieman vähentyvän, mutta varsinkin aitauspuun ja aitaustyönkin kannalta niiden nopeampi väheneminen olisi varmaan edullista. Toisaalta taas riuku-, riuku-lanka- ja lanka-aitojen määrät näyttävät lisääntyvän vuosittain melkoisesti.

Yleinen huomattava aitauskustannusten vähentyminen sen perusteella, että kokonaisaitamäärä vähenisi, ei lähiaikoina liene mahdollista. Kustannusten aleneminen tätä tietä voi tapahtua vasta laidunviljelyksen yleistyessä (vrt. Jäntti 1945, ss. 213—220). Sen sijaan kustannuksiltaan erilaisten aitarakenteiden paljoussuhteet näyttävät kehittyvän edulliseen suuntaan verrattain nopeasti. Piste- eli vinoaitojen vähentyminen on koko maassa nopeampaa ja se on ehtinyt pitemmälle suurilla kuin pienillä viljelmillä. Samoin se on nopeampaa ja on ehtinyt pitemmälle läntisillä tutkimusalueilla kuin maan muissa osissa. Laajalla Sisä-Suomen alueella näiden aitojen absoluuttinen määrä näyttää v. 1938 yhä vielä pikemminkin lisääntyneen ja Kaakkois- ja Pohjois-Suomessa pysyneen muuttumattomana.

4. Aitauspuun käyttö v. 1938.

Koko maan vuotuinen aitauspuun käyttö selvitettiin ensimmäisen kerran v. 1927 (Saari 1934). Se oli silloin 677 000 k-m³ kuoretonta puuta, ollen 5.0 % maaseutuväestön koko puun käytöstä. Tästä kokonaismäärästä oli mäntyä 43.4 %, kuusta 44.7 %, koivua 3.3 % ja muita puita 8.6 %.

Toisen kerran selvitettiin aitauspuun käyttö v. 1938 (Erkkilä 1943). Silloin oli ensikäyttöisen aitauspuun kokonaismäärä 445 000 k-m³, 3.7 % maaseutuväestön koko käytöstä. Aitauspuusta oli tällöin mäntyä 40.9 %, kuusta 43.5 %, koivua 1.0 %, leppää 4.2 %, haapaa 8.8 % ja muita puulajeja 1.6 %. Aitoihin käytetystä männystä oli paperipuuksi kelvollista 61 600 k-m³ (33.9 %) ja kuusesta 40 600 k-m³ (21.0 %). Varsinaisen maatalousväestön aitauspuun kokonaismäärä oli 415 000 k-m³. Siitä on käytetty aidaksiksi ja aitariu'uiksi 55 %, aitapaaluiksi 27 %, aitaseipäiksi 16 % ja muiksi aitaustarpeiksi 2 %.

Ensikäyttöisen aitauspuun määrä on viitattujen puunkäyttötutkimusten välisenä verraten lyhyenä ajanjaksona vähentynyt noin kolmanneksen eli 232 000 k-m³. Kun kokonaisaitamäärä ei ko. aikana liene vähentynyt, vaan pikemminkin lisääntynyt, on näin huomattava aitauspuun vuotuisen käytön vähentyminen käynyt mahdolliseksi siirtymällä runsaasti puuta sitovista puuta säästäviin aitarakenteisiin. Maaseutuväestön puun kokonaiskäytöstä aitauspuun osuus on jo nykyisin melko vähäinen (3.7 %), mutta on se ilmeisesti yhä vieläkin supistettavissa.

Vuoden 1938 puunkäyttötutkimuksessa on selvitetty myös aitoja purettaessa irroittuneen jätepuun käyttö polttopuuna. Se on ollut koko maassa yhteensä 461 000 k-m³, johon määrään sisältyy ainoastaan maatalousväestön polttopuuna käyttämä aitoja purettaessa irroittunut jätepuu (Erkkilä 1943, ss. 139—142). Näin ollen näyttää siltä, että vuoden 1938 puunkäyttötutkimuksen mukaan aitoihin olisi sidottu ensikäyttöistä puuta (445 000 k-m³) jonkin verran vähemmän, kuin aitoja purettaessa irroittunutta puuta (461 000 k-m³) on käytetty polttoaineena.

Laidun- ja aitaustutkimuksen ensiaineiston perusteella laskettujen eri aitarakenteiden v. 1938 purettujen ja rakennettujen määrien ja taulukon 4 mukaan saatu aitauspuun käyttö v. 1938 nähdään oheisesta taulukosta 9. Sen mukaan on aitoja purettaessa irroittunut puuta koko maassa yhteensä noin 1.0 milj. k-m³. Tästä on osa käytetty jälleen aitoihin ja osa jätepuuna polttoaineeksi. Aitoja rakennettaessa taas on sitoutunut koko maassa yhteensä samoin noin 1.0 milj. k-m³. Siitä on osa ensikäyttöistä ja osa aitoja purettaessa irroittunutta puuta. Aitoja purettaessa irroittuneet ja aitoja rakennettaessa sitoutuneet puumäärät ovat siis olleet v. 1938 koko maassa esillä olevan tutkimuksen mukaan samaa suuruusluokkaa. Valtakunnan kokonaisaitamäärä on kylläkin lisääntynyt 2.8 %, (25

Taulukko 9. Aitauspuun käyttö v. 1938. Yhteensä ensikäyttöinen ja aitoja purettaessa irroittunut jälleen aitoihin sidottu puu.

Table 9. Consumption of wood for fencing in 1938. Total amount of fresh supplies and wood released in pulling down fences and used again for fencing.

Eri aitarakenteissa olevan puumäärän vuosittaiset muutokset *Annual changes in quantity of wood for each type of fence*	Tutkimusalueet — *Districts*						
	Pohjanmaa	Satakunta-Varsinais-Suomi	Häme-Uusimaa	Sisä-Suomi	Kaakkois-Suomi	Pohjois-Suomi	Koko maa *Total*
	1 000 k-m³ — *1 000 solid cbm*						
Purettaessa irroittunut puumäärä — *Quantity released in pulling down fences*							
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	221	111	150	270	142	9	903
Riuku-aidat — *Long-pole fences*	6	4	5	5	7	2	29
Riuku-lanka aidat — *Combined long-pole-wire fences*	8	1	3	0	11	1	24
Lanka-aidat — *Wire fences*	6	16	17	1	5	—	45
Yhteensä — *Total*	241	132	175	276	165	12	1 001
Rakentaessa sidottu puumäärä — *Quantity used for new fences*							
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	59	47	91	409	137	7	750
Riukuaidat — *Long-pole fences*	17	8	14	16	13	20	88
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	22	6	4	10	23	4	69
Lanka-aidat — *Wire fences*	13	27	35	6	10	0	91
Yhteensä — *Total*	111	88	144	441	183	31	998
Aidoissa oleva puumäärä vähentynyt (—) tai lisääntynyt (+) — *Reduction (—) or increase (+) in quantity of wood used for fencing*							
Piste- ja lapeaidat — *Split-rail fences*	—162	—64	—59	+139	— 5	— 2	—153
Riukuaidat — *Long-pole fences*	+ 11	+ 4	+ 9	+ 11	+ 6	+18	+59
Riuku-lanka-aidat — *Combined long-pole-wire fences*	+ 14	+ 5	+ 1	+ 10	+12	+ 3	+45
Lanka-aidat — *Wire fences*	+ 7	+11	+18	+ 5	+ 5	—	+46
Yhteensä — *Total*	—130	—44	—31	+165	+18	+19	— 3

milj. m) mutta puuta enimmän sitovien piste- ja lapeaitojen yhteismäärä on hieman vähentynyt, joten esitetyt aitauspuun käyttöä koskevat tulokset ovat siltä kannalta täysin käsitettävissä.

Jos otetaan huomioon ensikäyttöisen aitauspuun määrä vuoden 1938 puunkäyttötutkimuksen mukaan, on aitoja purettaessa kaikkiaan irroittuneesta puusta käytetty noin puolet jälleen aitoihin ja toinen puoli jätepuuna polttoaineeksi.

Taulukon 9 mukaan aitoihin sidottu puumäärä on vähentynyt Pohjanmaan tutkimusalueella 139 000 k-m³ eli 6.8 % nykyisestä koko määrästä. Myös Satakunnan—Varsinais-Suomen ja Hämeen—Uudenmaan tutkimusalueilla on vähennystä havaittavissa, edellisellä alueella 44 000 k-m³ ja jälkimmäisellä 31 000 k-m³. Sen sijaan Sisä-Suomen tutkimusalueella on aitoihin sidottu puumäärä lisääntynyt 165 000 k-m³. Kaakkois- ja Pohjois-Suomessa on myös lisäystä, mutta se on Sisä-Suomeen verrattuna vähäistä.

Aitarakenteittain puumäärän muutoksia tarkasteltaessa huomataan, että piste- ja lapeaitoihin sidottu puumäärä on vähentynyt kaikilla muilla alueilla paitsi Sisä-Suomessa. Varsinkin Pojanmaalla on pisteaitojen puumäärän vähennys huomattava, 162 000 k-m³. Sisä-Suomessa piste- ja lapeaitojen puumäärä on lisääntynyt 139 000 k-m³. Muissa aitarakenteissa oleva puumäärä taas on lisääntynyt kaikilla tutkimusalueilla. Taulukon 9 mukaan esitetään tässä vielä koko maata käsittävät seuraavat lukusarjat:

aitarakenne	*aitoihin sidotun puumäärän muutokset v. 1938 koko maassa* purettaessa irroitettu k-m³	rakennettaessa sidottu k-m³	vähentyminen — lisääntyminen + k-m³
piste- ja lapeaidat	903 000	750 000	—153 000
riukuaidat	29 000	88 000	+ 59 000
riuku-lanka-aidat	24 000	69 000	+ 45 000
lanka-aidat	45 000	91 000	+ 46 000
yhteensä	1 001 000	998 000	— 3 000

Piste- ja lapeaitoihin sidottu puumäärä on siis koko maassa vähentynyt yhteensä 153 000 k-m³. Mutta se on ainoastaan 1.1 % piste- ja lapeaitoihin nykyisin kaikkiaan sidotusta 14.3 milj. k-m³:stä.

5. Eri aitarakenteiden työnmenekistä.

Samoin kuin puun hinnat myös työpalkat ovat kohonneet edellisinä vuosikymmeninä suhteellisesti enemmän kuin yleinen hintataso. Senkin vuoksi olisi erityisen tarpeellista selvittää myös työnmenekki eri aitarakenteita käytettäessä. Vuoden 1938 laidun- ja aitaustutkimuksessa ei kiinnitetty huomiota aitaustyön menekkiin. Vuosina 1946 ja 1947 suoritetut aitatyötutkimukset täytyi rajoittaa eri aitarakenteiden perustamistyön määrän selvittelyyn. Erilaisten aitojen korjaukseen eli kunnossapitoon kuluvaa työmäärää ei esillä olevissa tutkimuksissa ole lainkaan selvitetty, eikä sitä muissakaan yhteyksissä ole tiettävästi tutkittu.

Taulukko 10. Eri aitarakenteiden perustamistyön menekki.

Table 10. Working hours required for constructing different types of fences.

Aitarakenteet — *Type of fence*	Rakennettu määrä, m *Constructed length, m*	1 000 aitametriä kohden — *Per 1 000 m of fence*					Perustamistyötä *Constructive work*	
		puuta k-m³ *wood solid cbm*	lankaa (n:o 22) kg *wire (No. 22) kgs*	nauloja, kg *nails, kgs* 4″	3″	Sinkilöitä kg *Staples* (1 ¼″ × 3.3 mm) kgs	1 000 aitametriä kohden työtuntia *Working hours per 1 000 m of fence*	työtuntia kohden perustettu aitaa metriä *Meters of fence constructed per working hour*
Piste- eli vinoaidat — *Split-rail fences (slanting rails)*	2 790	26.1	—	—		—	230	4.34
4- ortinen riuku-aita — *Long-pole fences, 4 rails*	1 255	16.0	—	14.00	9.2	—	173	5.78
3- » » » » *3* »	785	12.0	—	10.5	6.9	—	134	7.46
2- » » » » *2* »	1 245	9.0	—	7.0	4.6	—	114	8.77
2- riukuinen 1-lankainen aita — *2 long-pole rails with 1 wire rail*	2 035	9.3	88	7.0	4.6	2.1	118	8.47
1- » » » *1 long-pole rail with 1 wire rail*	1 410	6.5	173	3.5	2.3	4.2	100	10.00
3- ortinen lanka-aita — *Wire fence, 3 wire rails*	630	3.1	259	—		5.4	76	13.16
2- » » » » *2* »	1 850	3.1	173	—		3.6	64	15.63
1- » » » » *1 wire rail*	1 000	3.1	88	—		1.8	51	19.61

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta suoritettiin 1946 ja 1947 työaikatutkimuksia rakennettaessa aitoja eräille maanhankintalain nojalla muodostetuille tiloille Uudellamaalla ja Pohjois-Savossa. Sekä tilalta saatavien aitaustarvikkeiden (aitauspuun) valmistukseen että varsinaiseen aitojen rakentamiseen kulunut työaika otettiin huomioon. Tällöin rakennettujen eri aitarakenteiden määrät, niihin käytetyt tarvikemäärät sekä aitojen perustamistyön menekki on esitetty oheisessa taulukossa 10.

Olosuhteita, joissa taulukossa 10 esitetyt aitaustyötutkimukset on suoritettu, voitaneen pitää nykyisiä keskimääräisiä olosuhteita vastaavina. Aineisto on kuitenkin niin suppea, ettei esillä olevien tulosten perusteella voitane laatia koko maata käsittäviä eri aitarakenteiden perustamistyön menekkiä koskevia arvioita. Kun aitaustarvikkeiden rakentamispaikalle siirtämiseen ja työmiesten talouskeskuksesta rakentamispaikalle siirtymiseen kuluvaa aikaa ei ole otettu huomioon, taulukossa 10 esitettyjä työnmenekkiä osoittavia lukuja lienee pidettävä pienimpinä käytännössä mahdollisina.

Taulukon 10 mukaan on eri aitarakenteiden perustamistyön menekki prosentteina piste- eli vinoaidan työnmenekistä seuraavaa:

	%
piste- eli vinoaita	100
4-ortinen riukuaita	75
3- » »	58
2- » »	50
2-riukuinen 1-lankainen aita	51
1- » 2- » »	43
3-ortinen lanka-aita	33
2- » »	28
1- » »	22

Lapeaidan perustamistyön menekkiä ei esillä olevissa tutkimuksissa ole lainkaan selvitetty. Kun piste- eli vinoaitojen ja lapeaitojen perustamistyöstä huomattavin osa kuluu aitaustarvikkeiden valmistukseen, voitaneen lapeaidan perustamistyön menekki arvioida pisteaidan työnmenekistä näissä aidoissa olevan puumäärän suhteessa. Tällä tavoin laskien lapeaidan perustamistyön menekki olisi noin 62 % pisteaidan vastaavasta työnmenekistä.

Vaikka esillä oleva aitaustyötutkimuksen aineisto onkin suppea, saatetaan näidenkin tulosten perusteella päätellä, että aitaustyön menekki vaihtelee suuresti eri aitarakenteita käytettäessä.

Eri aitarakenteiden käytön vastaisen kehityksen tarkastelua.

Edellä esitettyjen selvitysten mukaan piste- ja lapeaitoihin sitoutuu puuta tasaluvuin vähintään kymmenen kertaa enemmän kuin lanka-aitoihin. Mainittujen puuaitojen työnmenekki voitaneen arvioida noin kolme kertaa suuremmaksi kuin lanka-aitojen. Pyrittäessä vähentämään aitauskustannuksia on näin ollen edullista supistaa piste- ja lapeaitojen osuutta ja lisätä lanka- ym. yksinkertaisten aitarakenteiden osuutta. Vastaavasti lisääntyvä piikkilangan käyttö ei sanottavasti vaikuta tämän muutoksen edullisuuteen.

Eri aitarakenteiden määrät ja niihin sidotut puumäärät olivat koko maassa v. 1938 seuraavat:

aitarakenne	*aitamäärä*		*aitoihin sidottu puumäärä*	
	milj. m	aitojen kokonaismäärästä %	aitametriä kohden k-m³	kaikkiaan 1 000 k-m³
piste- eli vinoaita	424	49.5	34	14 270
lapeaita	36	4.2	21	750
riuku-aita	81	9.5	15	1 200
riuku-lanka-aita	56	6.6	7	400
lanka-aita	249	29.1	2	580
muunlaiset aidat	9	1.1	.	.
yhteensä ja keskimäärin	855	100.0	20	17 200

Puuta ja työtä runsaimmin sitovia piste- ja lapeaitoja oli aitojen kokonaismäärästä keskimäärin koko maassa 53.7 %. Niiden osuus aitoihin kaikkiaan sidotusta puumäärästä oli 87.3 %. Näiden aitarakenteiden määrä väheni keskimäärin koko maassa v. 1938 ainoastaan 1.3 %. Mutta vähennys oli läntisillä tutkimusalueilla ja koko maassakin suurilla viljelmillä noin 10 %. Lanka- ja riukuaidat sekä yhdistetyt riuku-lanka-aidat sen sijaan ovat lisääntyneet sekä maan eri osissa että myös erisuuruisilla viljelmillä. Tämänsuuntaisen kehityksen voidaan edellyttää yhä jatkuvan.

Suurtiloilla oli v. 1938 piste- ja lapeaitoja 10—20 % aitojen kokonaismäärästä. Tällainen määrä tiheitä puuaitoja on keskimäärin vastaisuudessakin ehkä välttämätön lammas-, sika- ja vasikkalaitumien aitoina. Jos kokonaisaitamäärä pysyisi vastaisuudessa muuttumattomana ja piste- ja lapeaitoja käytettäisiin lanka-aitojen ohella keskimäärin koko maassa 10—20 % aitojen kokonaismäärästä — niinkuin suurviljelmillä jo tapahtuu — irtaantuisi aitoihin nykyisin sidottua puuta 9—12 milj. k-m³ polttopuuksi. Samalla aitaustyön menekki supistuisi arviolta lähes kolmasosaan nykyisestään. Vielä tätäkin huomattavampi aitatarvikkeiden käytön ja aitaustyön supistaminen on mahdollista laidunviljelyksen yleistyessä, jolloin myös kokonaisaitamäärää voidaan suuresti vähentää.

Kirjallisuusluettelo.

Die Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues. 1936. Die Erstellung von Weideeinzäunungen. Schweizerische landwirtschaftliche Zeitschrift. Zürich.

Erkkilä, E. E. 1941. Aitojemme puisevuus. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

—»— 1943. Maaseutuväestön puunkäytön kokonaismäärä ja sen kehitys. *Referat:* Der Gesamtholzverbrauch der Landbevölkerung und seine Entwicklung. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 32. Helsinki.

Grotenfelt, Gösta. 1921. Päreistä, pärepihdeistä yms. — Perunaharoja muutamissa kylissä Porvoon pitäjässä. — Aitoja ja muita aitauksia. Tiedonantoja valtion maanviljelyskansantieteellisistä kokoelmista Mustialan Opistossa ja maanviljelystaloudellisella koelaitoksella. II nide. Helsinki.

Jäntti, August. 1933. Suur-Britannian nurmiviljelyksestä. Tutkimus sen kehitykseen vaikuttavista tekijöistä ja sen nykyisestä tilasta ja käytöstä. Suomen laiduntalous V. Vammala.

—»— 1936. Aitausvelvollisuudesta ja aitauskustannuksista. Suomen laiduntalous VIII. Vammala.

—»— 1945. Suomen laidunolot. *Referat:* Die Weideverhältnisse in Finnland. Eripainos. Acta forestalia fennica 53. Helsinki.

—»— 1948. The development of statistical investigations into grazing conditions on uniform bases in various countries. J. Brit. Grassl. Soc. Vol. 3. Aberystwyth.

Limper, A. ja Limbach, R. 1938. Zäune, Hecken, Tore, Schutzhütten und Tränkanlagen auf Dauerweiden. RKTL Schriften, Heft 45. Berlin.

Maatalous. SVT. III. Eri vuodet. Helsinki.

Saari, Eino. 1934. Puun käyttö Suomessa. *Summary:* Wood utilization in Suomi (Finland). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 14. Helsinki.

Sirelius, U. T. 1919. Suomen kansanomaista kulttuuria. Esineellisen kansatieteen tuloksia I. Helsinki.

Stebler, F. G. 1903. Alp- und Weidewirtschaft. Ein Handbuch für Viehzüchter und Alpwirte. Berlin.

Teollisuustilastoa. Suomen virallinen tilasto XVIII. A. Eri vuodet. Helsinki.

Ulkomaankauppa. Suomen virallinen tilasto I A. Eri vuodet. Helsinki.

Vilkuna, Kustaa. 1933. Var har »Codex f. d. Kalmar» utarbetats? Kulturhistorisk årsbok. Ekenäs.

Virolainen, Johannes. 1939. Pientilojen aitauskustannuksista. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Fences in Finland.

Summary.

In 1938, the Forest Research Institute in collaboration with the Finnish Grassland Society carried out a statistical investigation, based on a representative initial material, into grazing and fencing conditions in Finland. The investigation was combined with a general survey of the consumption of wood in rural regions. For the handling of the material and the presentation of the results, the country was divided into six districts, which are marked with abbreviations of their names on the map on page 18. The principal results of this investigation were published by the author in 1945 (S u o m e n l a i d u n o l o t. *Referat:* Die Weideverhältnisse in Finnland. *Acta forestalia fennica 53*). (Cf. also J ä n t t i 1948.)

The present paper deals with the results of the said investigation with regard to the length of different types of fences, the amount of wood and wire contained in the fences, the length of fences pulled down and of new (inc. rebuilt) fences in 1938.

The investigation covers a total of 14 different types of fences (cf. figures 1—10, pp. 8—13). The results are given in percentage figures and in million meters for the different districts and for farms belonging to different size groups according to their areas of cultivated land (Tables 1—3).

The first place is held by the wooden split-rail fences with slanting rails. The total length of these fences in the whole country is 424 mill. m. They represent about 27 % of the total length of all fences in the Pohj-S district and about 30—35 % in the P-maa and Sa-Va districts. In the large central district (Sisä-S), their length amounts to 75 % of the total, and in the Kaak-S district to 65 %. The percentage of this type of fence in the different size groups varies considerably. On an average for the whole country, it reaches the highest figure, 60 % of the total length of fencing, on farms with 5—10 hectares of cultivated land. Lower percentage figures are recorded for size groups under 5 ha, but even for very small holdings the proportion is still over 40 %. It also diminishes with an increase of the cultivated area from 10 ha upwards, being about 10 % on farms with 50—100 ha of cultivated land.

Ranking next to the above-mentioned type of fence are the wire fences. Their total length is approximately 250 mill. m., i. e. 29.1 % of the aggregate length of all fences in the country. They represent over 50 % of the total in the Sa-Va and Hä-Uu districts and about 30 % in the P-maa district. On the other hand, the length of the wire fences in the Sisä-S, Kaak-S and Pohj-S districts only amounts to a little more than 10 % of the total length of fencing. The average percentage of these fences in the country as a whole is smallest on farms with 2—3 ha of cultivated land (13.8 % of the total length of fencing). With an increase of the cultivated area over 10 ha, the percentage of wire fences at once increases considerably. It approximates 30 % for the size group of 10—15 ha, 46 % for 25—30 ha, and 73 % for the size group of more than 100 ha of cultivated land.

The total length of long-pole fences (cf. the fig. on page 10), mostly built with 2, 3 or 4 rails, is 81.5 mill. m and that of the combined long-pole-wire fences 56.5 mill. m. The total length of the last-mentioned two types of fences taken together is thus 138.1 mill. m.

The quantity of wood contained in the fences in 1938 is given, in figures denoting thousands of solid cbm, for the different districts and for different size groups

of cultivated areas in Tables 5 and 6. The quantity of wood used in the construction of different types of fences, as ascertained in connection with the wood consumption survey, is shown, in cbm per 1 000 m, in Table 4.

The quantities of wood contained in different types of fences in Finland in 1938 were as follows:

Type of fence	*Solid cbm* per km of fencing, average for the whole country	*1 000 solid cbm*, sum total for the whole country
Split-rail fences with slanting rails	34	14 270
Split-rail fences with horizontal rails	21	750
Long-pole fences	15	1 200
Long-pole-wire fences	7	400
Wire fences	2	580
Average and sum total for different types of fences	20	17 200

The quantity of wood contained in the fences per cattle unit in 1938 varied in the different parts of the country as follows:

District	*Solid cbm* of wood in fences per cattle unit
P-maa	4
Sa-Va	4
Hä-Uu	5
Sisä-S	15
Kaak-S	10
Pohj-S	8
Average for the whole country	8

In Finland as a whole, the average quantity of wood in the fences per cattle unit is 10 solid cbm on farms with less than 10 ha, 8 cbm on farms with 10—25 ha, and 4 cbm on farms with more than 25 ha of cultivated land.

The quantity of wire used for fencing in Finland in 1938 was estimated at 55 mill. kgs.

In 1938 the length of different types of fences pulled down and newly built, and the corresponding increase and reduction recorded in the total length of fencing for different districts and for different size groups of farms, is shown in Tables 7—8. A reduction occurred with regard to the two types of split-rail fences, for which the largest quantities of wood are used. In the P-maa area, e. g., their length was reduced by 10 % of the present figure, which is relatively low in comparison with the other areas. In the large Sisä-S district, on the other hand, the portion represented by these fences increased by 2.1 %. It may be added that the total length of fences of the types in question in the last-mentioned district amounts to 184 mill. m, i. e. 40 % of their length in the whole country, and that a total of 7.1 mill. cbm of wood is contained in these fences in Sisä-S. For all other common types of fences, an increase in their total length in the whole country was recorded.

Finally, figures concerning the quantities of wood used for fencing in 1938 are given in Table 9. The amount of wood released in pulling down fences in the said year was 1 mill. solid cbm, 90 % of which belonged to the two types of split-rail fences. The same quantity was used in the construction of new fences. Fresh supplies amounting to 455 000 cbm and about half of the quantity obtained from the pulled-down fences went into the new ones, while the remainder was utilized as firewood.

A record of working hours required for the construction of different types of fences is also included (Table 10).

ON THE PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF *CENOCOCCUM GRANIFORME*

ESPECIALLY AS A MYCORRHIZAL FUNGUS OF BIRCH

BY

PEITSA MIKOLA

CENOCOCCUM GRANIFORMEN FYSIOLOGIASTA JA EKOLOGIASTA

ERITYISESTI KOIVUN MYKORITSASIENENÄ

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1948

Helsinki 1948. Valtioneuvoston kirjapaino.

Preface.

In his work a forester comes continuously into contact with living things, he avails himself of life phenomena in nature and uses them for the silvicultural purposes. In order to be able to influence tree-life, e. g. with a view to increasing the growth of trees or improving their quality, he has to be informed of their modes of life and their behaviour towards their surroundings. This knowledge is the condition of successful silviculture. The elucidation of the biological fundamentals of silviculture thus comprises the study of questions such as the obtaining of nutrients by trees, and the micropopulation of forest soil — with which the roots of the trees are in continuous contact.

The micropopulation of forest soil, consisting of bacteria, fungi, algae, protozoa, and microscopic forms belonging even to higher animals, comprises an innumerable quantity of species, most differing in their manner of living, but all of them affecting each other in one way or another, and — indirectly or directly — trees and other higher plants as well. From a silvicultural point of view the pathogenic parasites of trees, decomposers of organic matter present in the soil, and particularly fungi living in symbiosis with trees, are of the greatest interest. The last-mentioned, the so-called mycorrhiza fungi, are likely to be of special importance in the nutrition of trees, which has recently been the object of ever livelier investigation. The present paper strives, for its own small part, to increase our knowledge of the mycorrhiza phenomenon, which knowledge no doubt will be of benefit to practical silviculture also.

The experiments, on which this investigation is based, were carried out by the author at the Institute of Physiological Botany of the University of Uppsala in 1947. As the time available was limited, the investigation is in many parts incomplete, even experiments considered as important have had to be dropped, and for these reasons the results can only be put forward in a cautious manner. As, after my return to Finland, I had no opportunity to continue the experiments, I have considered it best, from the point of view of continued research work, to publish the results of my investigations carried out to date.

In this connection, it is my pleasant duty to express my heartfelt thanks to Professor Elias Melin, Founder and Director of the Institute of Physiological Botany of the University of Uppsala, who has granted me access to all the working possibilities offered by his Institute, advised and guided me in many ways, and all the time shown great interest in my work.

I am indebted also to my teacher and friend, Professor Unto Vartiovaara, for the basic training I have received from him in the field of microbiology, for many discussions, rich in results, and for continuous encouragement in my work. I have also received support in many forms, and advice, from Professor Yrjö Ilvessalo, Professor Erkki Laitakari, Professor V. T. Aaltonen, Professor Viljo Kujala, Professor Erik Björkman (Stockholm), and Dr. Risto Sarvas, to all of whom I wish to express my best thanks.

The whole staff of the Institute of Physiological Botany of the University of Uppsala showed me undeserved kindness and assisted me during my work in the said Institute. Forgetting none, I wish to thank particularly Mrs. Birgitta Norkrans, Fil. Lic., who was untiring in her readiness to discuss problems and offer advice on practical questions.

In photographing I was given irreplacable assistance by Mr. Åke Danielsson (Uppsala) and in drawing the illustrations by Miss Irma Virtanen, both of whom I wish to thank for their help.

For translating my study into English and for linguistic correction I wish to thank Mrs. Hilkka Mäkinen, Fil. Mag., Miss Edith A. Coombs, B. Sc., and my sister, Miss Eeva Mikola, Fil. Mag.

My work at Uppsala was made possible by the bursary I was granted by „Nuorten Tieteenharjoittajien Tutkimusapurahojen Jakolautakunta" (Distribution Board of Research Bursaries for Young Scientists). Economic support has further been granted by the Forest Research Institute in Finland, and the Society of Forestry in Finland. To all of these I wish to express my best thanks.

In conclusion, I wish to thank the Forest Research Institute for having accepted this study in their Communicationes.

Helsinki, Forest Research Institute, June 1948.

Peitsa Mikola.

Contents.

	Page
Introduction	7
Object and Material of the Investigation	10
***Cenococcum* in Pure Culture**	12
Methods of Investigation	12
Influence of Hydrogen-Ion Concentration	15
Influence of Temperature	18
Growth on Different Sources of Carbon	21
Growth on Different Sources of Nitrogen	24
Influence of Growth Substances	32
Experiments with known growth substances	32
Experiments with amino acids	39
Discussion	45
Relation of *Cenococcum* to Litter Extracts and Fresh Leaf Extracts	46
Litter extracts	46
Fresh leaf extracts	48
Differences between Various Strains of *Cenococcum*. Chlamydospores	54
Relation of *Cenococcum* to Other Fungi	59
***Cenococcum* as a Mycorrhizal Fungus of Birch**	67
Morphological and Ecological Observations	67
Influence of Light, Nitrogen, and Glucose	76
Discussion	84
Observations on the Formation of Sclerotia	87
Ecological Aspects	92
Summary	95
References	97
Selostus	101

Introduction.

The significance of root fungi for trees has been an object for investigation and debate ever since Frank (1885) first ascertained the general apperance of the mycorrhiza phenomenon everywhere in forest soil. Without going into details of the various views put forward on this question at different times, reference is made to the excellent historical reviews contained for instance in the works of Rayner (1927) and Hatch (1937). It is obvious from them that even until most recent times quite opposed views were held on this question of fundamental importance for silviculture. When Frank in 1885 presented his theory that mycorrhiza fungi are symbionts indispensable to trees, he aroused opposition among the most prominent contemporary plant pathologists who looked upon fungi as parasites injurious to roots. One after the other, the opponents of the symbiosis theory have changed into its defenders, and at present it is almost unanimously admitted that mycorrhiza fungi are at least useful to their host plants — thanks, in the first place, to the pioneering investigations of Melin (1917—1927), and to the practical experience achieved in different parts of the world (e. g. Kessell 1927, Roeloffs 1930, Oliveros 1932, Hatch 1936).

But the differences in opinion as regards the importance of mycorrhizae have not been limited to the question of their usefulness or injuriousness alone. The same scientists who have been unanimous as to the usefulness of the fungi to the trees, and who have considered the phenomenon as typical symbiosis, have presented the most varying views as to the quality and quantity of the benefit brought about by the fungi. The oldest theory, presented by Frank (1894), explained that the fungus in some way transmits to the host plant organic nitrogen from the humus. Some later students have accepted Frank's point of view, or at least presumed the significance of mycorrhizae to be connected with the problem of nitrogen nutrition. As an example may be mentioned the assumption of Müller (1903), that the mycorrhiza fungi of mountain pine were able to utilise free atmospheric nitrogen (cf. Møller 1947). The possibility has even been put forward that the mycorrhiza fungi would convey to the trees, besides nitrogen, carbohydrates from the humus.

Stahl (1900) was the first to put forth a theory according to which the main significance of the mycorrhizae lies in the fact that the fungi

convey mineral salts from the humus to the trees. Hatch (1937) has taken a standpoint strongly in favour of this theory, and many other recent investigations also (e. g. Mitchell, Finn & Rosendahl 1937, Endrigkeit 1937, Björkman 1942) tend to support it in its essentials. Hatch calls the theory a physical one, explaining that the trees benefit from the fungi as their hyphae greatly increase the water-absorbing root surface, thus considerably increasing the chances of the trees in the competition for the water and nutriment supplies in the forest soil. According to the opinion most generally accepted at present the benefit this symbiosis affords to the fungi is that the fungi obtain their total requirement of carbon from the roots in the form of soluble carbohydrates, i. e. they live as parasites on the roots. Thus, in the mycorrhizae of trees an exchange of nutrients would take place between the fungus and its host plant ("Austauschmykorrhiza" of Endrigkeit).

Although the physical theory on the significance of mycorrhizae seems to be the most generally accepted one at present, there still exist other views on the subject. Thus MacDougal and Dufrenoy (1944 and 1946) have in their investigations arrived at the conclusion that the mycorrhizae of trees and non-chlorophyllic orchids do not essentially differ from each other, i. e. the mycorrhiza fungi of trees would also convey carbohydrates from the humus to the host plant.

The significance of mycorrhizae in nitrogen nutrition of the trees still awaits a definite explanation. No fixation of free nitrogen has been ascertained in the mycorrhizae of trees. The old nitrogen theory presented by Frank is, in principle, not in contrast with the present physical theory, but the question as a whole and its details require further investigation.

The reasons why such contradictory views have been expressed for half a century, and are still being expressed, on the significance of mycorrhizae for forest trees, are manifold. Often students have not distinguished between the mycorrhizae proper and pseudomycorrhizae, although they are essentially different formations, and were not distinguished from each other before Melin (1917). Earlier investigations were based on microscopic methods, and the idea of the physiology and significance of the phenomenon had to be formed entirely on the basis of morphology, which left ample scope for the subjective view of the student. Methods have been developed for experimental investigation of the physiology of mycorrhiza symbiosis (Melin 1936) but for this purpose trees have to be grown in conditions differing so widely from the normal ones that great caution is necessary in the generalization of the results. Besides, the formation of mycorrhizae is very sensitive to external conditions, as is shown particularly by the investigations of Björkman (1942). Even one and the same species of fungus may, depending on conditions, form true or pseudomycorrhizae, while fungi forming pseudomycorrhizae

may be either harmless or injurious parasites. The experimental investigation of several central problems of the mycorrhiza phenomenon encounters at this stage insurmountable difficulties.

Approximately 50 species of fungi are known at present as capable of forming mycorrhizae with trees. So far, however, only very few comparisons have been made regarding the physiology of different species and their significance as mycorrhiza formers. The lack of information in this respect is mainly due to the great difficulties connected with the experimental investigation of these problems. On the other hand, we know that even fungi closely related to each other may physiologically differ widely. Of *Tricholoma* species, for instance, some form mycorrhizae whereas others live saprophytically (Norkrans 1944), and the ability of the different *Marasmius* species in decomposing lignin and cellulose has proved to vary greatly (Lindeberg 1944). Corresponding differences are to be assumed also between the different mycorrhiza fungi. The discovery of these differences and the establishment of the significance of the different species of fungi to forestry requires thorough investigations into the physiology of individual species. In the following, a common mycorrhiza fungus, *Cenococcum graniforme*, is made the object of such an investigation.

Cenococcum graniforme (Sow.) Fred. & Winge has been known for a fairly long time in two different forms, viz. as sclerotia and as vegetative mycelium forming mycorrhizae, the connection between the two having only recently been made clear. The excellent monograph by Ferdinandsen and Winge (1925) contains all the information which had appeared up to its publication on the sclerotia of *Cenococcum*, as well as a detailed description of the morphology of the sclerotia and the ecology of the fungus. It is obvious from both this and certain other investigations (Sernander 1918, Arnborg 1940, Lihnell 1942) that *Cenococcum* is a rather common organism in forest soil, and geographically very wide-spread. But in spite of this, it is still insufficiently known and, for instance, its systematic position is quite obscure. Probably due to its obscure position in the classification of fungi and unobservable underground habit, *Cenococcum*, one of the most common fungi in forest soil, has attracted very little attention and has even been totally overlooked in several large mycological books.

Melin (1927, p. 436) was the first to describe the black mycorrhiza of pine ("D-Mykorrhiza") of which Björkman (1937) has distinguished two different types; the fungus showing the black colour is either a secondary epiphyte (Da mycorrhiza), or a true mycorrhiza fungus (Dn mycorrhiza). In the latter case the mycorrhiza is formed by a very characteristic fungus, easily recognizable even when sterile, which Hatch (1934) first managed to isolate and called by the provisional name of *Mycelium radicis nigro-*

strigosum. Hatch (1937), and after him e.g. Lindquist (1937), Björkman (1941, 1942), Lihnell (1939, 1942), and Mikola (1948), have on the basis of both their own observations and of the information appearing in literature, drawn attention to the occurrence of black Dn mycorrhizae on various species of trees and in widely differing soils in different parts of the world. Lihnell (1942), has shown that this black mycorrhiza is formed by the same fungus *Cenococcum graniforme* which was previously known as sclerotia only.

Cenococcum graniforme is thus known at present from almost all parts of the world as a common mycorrhiza former on the most varying tree species and in very different soils. It has often been observed to be particularly common in conditions where the activities of other mycorrhiza fungi for one reason or another are prevented as, for instance, in the driest heath soils (Rayner 1934, 1935), in peat soils (Ferdinandsen & Winge 1925, Mikola 1948), and in dense, shadowy forests (Lindquist 1937, Björkman 1942, 1943).

Ferdinandsen and Winge (p. 380) have already suggested, on account of the ecology and geographical spreading of the sclerotia of *Cenococcum*, that this fungus must be of particular importance in the microbiology of forest soils. An assumption like this seems the more justified because the same fungus has been ascertained to be a mycorrhiza former and the common occurrence of such mycorrhizae, in which it participates, is known. It is, therefore, quite appropriate that, when entering into a detailed study of the physiology of the mycorrhizal fungi of trees, *Cenococcum* is chosen as the object of study.

Object and Material of the Investigation.

Several points speak in favour of choosing *Cenococcum* as the object of a detailed physiological investigation. *Cenococcum*, in the first place, seems to be the only mycorrhizal fungus on forest trees which can be recognized as to its species and distinguished from other fungi when in the form of sterile mycelium. Likewise the Dn mycorrhizae formed by it are readily recognizable, even macroscopically. Compared with other mycorrhizal fungi, *Cenococcum* further holds a special place inasmuch as its systematic position is unknown, and in its structure it even resembles certain *Ascomycetes*, while all the other mycorrhizal fungi known up to now on our forest trees belong to the *Basidiomycetes*. For such reasons great caution is called for in generalizing on the results obtained with *Cenococcum*, especially as certain earlier ecological observations seem to imply that *Cenococcum* may differ considerably, physiologically also, from other mycorrhizal fungi. The aim of this study is, therefore, not to present *Cenococcum* as a typical representative of all the mycorrhizal fungi, but only to throw additional light on the ecology of this interesting fungus on the basis of some physiological experiments. Results achieved have been compared with the corresponding properties of other mycorrhizal fungi as far as information on them is available.

The study of mycorrhizal fungi with the host plant — the so called synthesis experiments — is not very easy to carry out under aseptic conditions. The experiments require much time and material, and there is always the possibility of failure in spite of taking every possible precaution. For this reason, only one larger synthesis experiment could be made for this investigation, viz. growing *Cenococcum* together with birch. An attempt has been made to ascertain the physiological properties of the fungus mainly by means of pure culture experiments, in which the fungus has grown alone in liquid media. As a matter of fact, pure culture experiments, together with observations under natural conditions, make it possible to study several important problems, such as, for instance, the relation of the fungus to the symbiotic and saprophytic mode of life.

In the pure culture experiments, six strains of *Cenococcum* were included, as follows:

Cenococcum A_1, isolated by the author in November 1945 from the Dn mycorrhiza of a one-year old *Betula verrucosa* grown in a pot containing humus soil of *Myrtillus* type taken from the neighbourhood of Helsinki, Finland.

Cenococcum A_2, originally the same strain as A_1, inoculated into a birch in a synthesis experiment at Uppsala, spring 1946, and re-isolated in agar in November 1946. The strain grew immediately after isolation considerably more quickly than the original A_1 strain, but within a few months the growth was greatly retarded.

Cenococcum B, isolated by Professor E. Björkman from the mycorrhiza of a 4-year old spruce seedling in South Dalarne, Sweden, in August 1944.

Cenococcum C (= strain 110 of Lihnell, 1942, p. 4), isolated from a sclerotium in Denmark in April 1935.

Cenococcum D (= strain 126 of Lihnell), isolated from a sclerotium in a spruce wood in Sweden, near Uppsala, in March 1936.

Cenococcum E (= strain 206 of Lihnell), isolated from a sclerotium in a pine wood in Sweden, near Uppsala, in September 1937.

The strains C, D and E were kindly placed at the author's disposal by the Institute of Physiological Botany of the University of Uppsala, and the strain B by Professor Björkman.

In some experiments, the following fungi, most of which have been proved to form mycorrhizae (Melin 1936, pp. 1028—29), were used for comparative studies:

Amanita muscaria, a strain isolated from a mixed wood in Finland, autumn 1946.

Boletus variegatus, a strain isolated from a pine wood in Finland, autumn 1945.

Lactarius deliciosus, a strain from the collections of the Institute of Physiological Botany at Uppsala, isolated from a pine wood in Sweden in 1940.

Lactarius torminosus, a strain isolated from a birch wood in Finland, autumn 1945.

Paxillus involutus, a strain isolated from a mixed wood in Finland, autumn 1946.

Tricholoma flavobrunneum, a strain from the collections of the Institute of Physiological Botany at Uppsala, isolated from a mixed wood in Sweden in 1941.

Cenococcum in Pure Culture.

Methods of Investigation.

All the pure culture experiments were carried out in the Institute of Physiological Botany of the University of Uppsala, and the methods were for the most part those generally used in the mycological experiments carried out in this Institute (cf. e. g. Fries 1938, pp. 8—14, Lindeberg 1944, pp. 40—42).

Erlenmeyer flasks of 100 or 200 ml capacity were employed for the experiments; the former were "Jenaer Geräteglas", the latter American Pyrex glass. All glassware was washed before use, first with chromic-sulphuric acid cleaning mixture, then treated with hot water, and finally with distilled water (totalling a minimum of 12 hours).

Nutrient solutions:

Nutrient solution I:	Glucose	20	g
	NH_4-tartrate	5	»
	KH_2PO_4	1	»
	$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$	0.5	»
	$FeCl_3$ (1 % solution)	0.5	ml
	$ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$ »	0.5	»
	$MnSO_4 \cdot 4\ H_2O$ »	0.5	»
	$CaCl_2$ (0.1-mol. solution)	5	»
	Thiamin (Vitamin B_1)	50	γ
	H_2O ad	1 000	ml

In most of the experiments, 3—5 ml of 1-N. HCl was added to the nutrient solution, thus making the pH more favourable to *Cenococcum* (4.5—4.8).

Nutrient solution I_0: Same composition as for nutrient solution I, but no thiamin.

Nutrient solution II: Same composition as nutrient solution I but $FeCl_3$ is substituted by 0.5 ml 1 % Fe^{III} citrate solution.

Nutrient solution II_0: Same composition as for nutrient solution II, but no thiamin.

The nutrient solutions are almost the same as those used by Lindeberg (1944) and Melin (1946).

Whenever the nutrient solution has differed from those mentioned above special mention is made thereof in connection with the relevant experiment.

The purest available chemicals were used for the nutrient solutions. Water was distilled with the tinned electrical distiller of the Institute.

The quantity of nutrient solution per flask was, in general, 25 ml, but in certain experiments 50 ml in which case it is specially mentioned. The evaporation from a flask of 200 ml at +25°C during 25 days, through a cotton wool plug, was approximately 5 ml.

The solutions were sterilized in an autoclave for 15 minutes under a pressure of 1 Atm. (at a temperature of +120°C). Dry glassware was sterilized by a hot-air sterilizer at a temperature of +150°C.

Each series of experiment generally comprised 6 parallel flasks, some experiments only 5. As, now and then, some flasks had to be rejected because of contamination, the results given below are averages of, usually, 6 but sometimes only 5 or even 4, primary values. It is doubtful whether any standard errors can be calculated for averages based on so few observations. But as the presentation of all the primary values would require too much space, and as the standard errors even in materials of such a narrow scope as this somehow illustrate the variations appearing in the series, they have been calculated in most of the cases — especially as this is the procedure also adopted in other mycological investigations of a corresponding character carried out in the Institute of Physiological Botany of the University of Uppsala (e. g. Fries 1938, Modess 1941, Lindeberg 1944, Melin 1946). Some idea of the extent of these variations can be obtained from Table 1, where the primary values also appear. When calculating the standard error the ordinary formula

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (m-M)^2}{N\,(N-1)}}$$

has been applied.

The pH of the nutrient solutions has been measured electrometrically with a glass electrode. pH was determined from the solutions at the end of each experiment by mixing together the contents of all parallels (usually 6) and measuring the pH from the mixture (cf. Fries 1938, p. 12).

Inoculation was performed according to the method described by Fries (1938, p. 13) from cultures on agar, the composition of which was as follows (cf. Modess 1941, p. 16):

KH_2PO_4	0.5 g
NH_4Cl	0.5 »
$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$	0.5 »
$FeCl_3$ (1 % solution)	0.5 ml
Glucose	5.0 g
Malt extract	5.0 »
Agar	15.0 »
H_2O	1 000 ml

In most of the experiments, the *Cenococcum* was inoculated submerged in the nutrient solution. It is true that *Cenococcum* grows much better if inoculated so that it remains floating on the solution, as is mostly done in mycological experiments. But the inoculation of *Cenococcum* on the surface of a solution is difficult and involves many drawbacks. The transferred pieces have to be fairly big, and as in spite of this some of them sink at inoculation and have to be fished up, small pieces of mycelia tend to remain in the solution and start growing. On account of these drawbacks it was considered more advantageous to inoculate the fungus submerged, although the growth was thus retarded. As soon as the mycelium growing under the surface reaches the surface in the cource of incubation, its growth is greatly accelerated. As, in the 200 ml flasks, the mycelium reaches the surface sooner than in those of 100 ml (the quantity of solution being the same in both flasks), the results of the experiments carried out in 100 and 200 ml flasks cannot be compared offhand.

The age of inoculum varied considerably in the different experiments but only in exceptional cases exceeded 30 days. The following experiment indicates the rôle played by the age of inoculum. The strain used was *Cenococcum* A_1 and the nutrient solution the same as in Series 1 of Exp. 8 (the experiment was carried out simultaneously with the latter).

Age of inoculum, days	Dry substance produced, mg			
	Main colony		Total dry weight	
	in 25 days	in 35 days	in 25 days	in 35 days
11	17.2	65.1	20.9	84.3
21	18.2	62.7	25.5	85.7
44	10.0	32.0	14.6	58.6

This indicates that if the inoculum was older than one month the growth of the fungus was retarded. In addition to the age of inoculum, other conditions also (e.g. size of flasks, small differences in the composition of nutrient solutions, etc.) have differed so much that they have to be taken into account when comparing the results obtained in different experiments. The experiments were carried out over a period of nine months (1947), and even during this time the fungal strains may have undergone slight alterations.

Both inoculum and the actual tests were grown at a temperature of +25° C.

The duration of the test was usually 25 or 30 days. For the sake of comparison were tested both rapidly growing fungi, for which the time of incubation was shorter, and slow growing ones which had to be grown for a considerably longer time. It was not necessary to add any water to the flasks during the experiment.

At the end of the experiment the mycelia were taken out of the flasks, rinsed with distilled water, dried on filter paper, and then the mycelia were kept for 24 hours in a drying oven at +100°C to evaporate all the water. The mycelium was cooled in a desiccator and the dry weight determined accurate to 0.1 mg. In some experiments a good indication of the fungal growth is also provided by the alteration of pH during the test. Both during the test and on its completion annotations were made regarding the growth, colour and macroscopic appearance of the mycelia, the diameter of the colonies was measured, etc.

Influence of Hydrogen-Ion Concentration.

Since Sörensen (1909) ascertained the great importance of hydrogen-ion concentration in biochemical processes and developed easy and accurate methods for measuring the pH, comprehensive literature has been published regardnig the relations of plants to the hydrogen-ion concentration of their environment. As regards fungi in particular, reference is made here to the literature reviews by Bavendamm (1936, pp. 1062—1067) and Lindeberg (1944, pp. 104—106).

When investigating the relation of fungi to hydrogen-ion concentration by means of pure culture experiments, the pH of nutrient solution should be kept invariable during the test, a task which often causes difficulties. If a salt such as KNO_3 or NH_4Cl is contained in the nutrient solution, the fungus utilises one of the ions considerably more than the other, and the alteration of pH is relatively great even during a short growth time. Moreover, many fungi, as a result of their metabolism, produce acids tending to increase the acidity of the substrate. In order to keep the changes of pH as low as possible it is advisable to use strongly buffered nutrient solutions where the nitrogen source is provided by some organic compound.

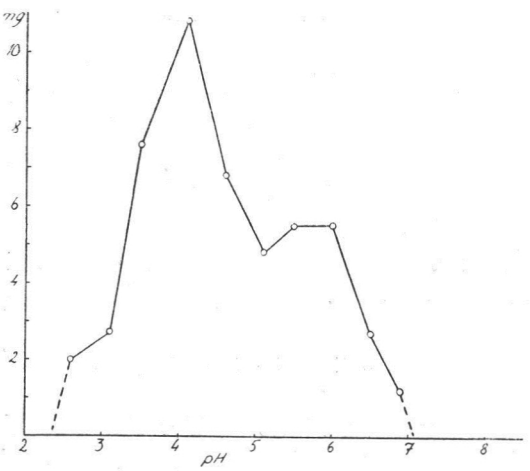


Fig. 1. Effect of hydrogen-ion concentration on the growth of *Cenococcum graniforme* (Exp. 1).
Kuva 1. Vetyionikonsentration vaikutus Cenococcum graniformen kasvuun (Koe 1).

It is also advantageous to use relatively great quantities of nutrient solution and make the growth time as short as possible.

Experiment 1. Influence of hydrogen-ion concentration on the growth of Cenococcum.

The nutrient solution and buffers were those employed by Modess (1941, pp. 96—97). In order to reduce the alteration of pH to a minimum during the test, a large quantity of nutrient solution, 50 ml per flask, was used. *Cenococcum* strain A_2, age of inoculum 11 days. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Table 1 and Fig. 1.

Table 1. Influence of hydrogen-ion concentration on the growth of *Cenococcum graniforme* (Exp. 1).

Taulukko 1. Vetyionikonsentration vaikutus Cenococcum graniformen kasvuun (Koe 1).

Initial pH *Alku-pH*	Final pH *Loppu-pH*	Dry weight — *Kuivapaino* mg						
		Primary values — *Primääriarvot*						Averages *Keskiarvot*
		1	2	3	4	5	6	
2.0	2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1 ± 0.0
2.6	2.6	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	2.0 ± 0.1
3.1	3.1	3.3	3.1	2.9	2.6	1.6	—	2.7 ± 0.3
3.5	3.5	8.6	8.0	7.8	7.6	7.1	6.8	7.6 ± 0.3
4.1	4.1	12.4	12.2	11.6	11.2	9.8	7.9	10.8 ± 0.7
4.6	4.6	9.0	8.6	6.8	5.4	4.2	—	6.8 ± 0.9
5.1	5.1	6.2	5.7	4.7	4.6	4.2	3.2	4.8 ± 0.4
5.5	5.5	8.1	6.6	6.0	4.2	4.1	4.1	5.5 ± 0.7
6.0	6.0	6.8	6.4	5.6	4.8	4.7	4.6	5.5 ± 0.4
6.5	6.5	3.7	3.1	2.3	2.2	2.0	—	2.7 ± 0.3
6.9	6.9	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	0.9	1.2 ± 0.1
7.4	7.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1 ± 0.0
7.8	7.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.1 ± 0.0

As shown by the results no appreciable changes of pH took place during the experiment (the greatest change measured was 0.05 pH). According to the results *Cenococcum* is a strongly acidophilic fungus, while the optimum is approximately pH 4.

All the mycorrhizal fungi living in acid forest soil are acidophilic as is shown by Melin (1924, 1925) and Modess (1941). In its relation to hydrogen-ion concentration of the substrate *Cenococcum* resembles the mycorrhizal fungi recognized as most acidophilic, e. g. *Amanita muscaria* (Modess, pp. 98—99). The pH optimum of most of the other mycorrhizal fungi (e. g. *Boletus variegatus* and *Lactarius deliciocus)* lies considerably higher, although these fungi also are still capable of growing at pH 3.

The relation to pH also of common saprophytic fungi growing in acid forest soil and decaying wood is fairly like that of *Cenococcum* (Lindeberg 1944, pp. 109—110, Robak 1933) while certain black fungi

which for instance live parasitically on tree roots are not equally sensitive (Melin 1925, p. 17).

Some other experiments showed that the pH limits, within which *Cenococcum* (strain A_1) was able to grow were approximately 2.4 and 7.0. However, it is known that the pH requirements of fungi in natural surroundings are often not as narrow as in liquid cultures (Wolpert 1924, Treschow 1938). But the experiment usually provides a reliable picture of the pH optimum of fungi; those species which in experiments have proved most acidophilic have been found on the most acid habitats in nature (Modess, pp. 119—121). Also the various strains of one and the same species may differ slightly from each other in their relation to pH. (Unfortunately, Exp. 1 comprised one strain only.)

According to Aaltonen (1925) the pH of Finnish forest soils varies from 3.3 to 7.2. *Cenococcum* is able to grow within practically the whole of this range but obviously favours the most acid, and at the same time poorest forest soils.

Influence of Temperature.

The requiments of fungi as to temperature vary greatly owing to the habitat and mode of living of each species. Of the fungi most significant to forestry, the relation of wood-destroying fungi to temperature has been subjected to closest investigations (e. g. Björkman 1946, where other investigations into this question also have been reviewed in short). Forest soil in the cold and temperate zones is a fairly cold habitat, and for this reason the mycorrhizal fungi living in it are accustomed to a relatively low temperature. Only few experiments have been carried out with mycorrhizal or saprophytic fungi of forest soils. Melin (1925, p. 47) tested three species of *Boletus*, all of which had their optimum temperature at about +25°C. At a temperature of +10°C all the species tested grew fairly well, and two of them went on growing at +6°. Two parasites in forest soils, likewise tested by Melin, grew well at +6°C, and their optimum temperature was about +22°C. The ability of fungi to stand higher temperatures was not tested. In the experiments of Vartiovaara (1935, pp. 36—41) the optimum temperature for two moulds living in the soil was 20—24°C and the maximum immediately above 30°. In general, mycorrhizal and other forest soil fungi have, in physiological experiments, been grown at a temperature of +25°C, and this was the case in all the experiments made for this paper, except where they expressly refer to the influence of temperature.

Experiment 2. Influence of temperature on the growth of Cenococcum.

Nutrient solution I, initial pH 4.7. *Cenococcum* strains A_1 (age of inoculum 37 days) and E (age 37 days). For the sake of comparison *Amanita muscaria* (age 25 days) and *Lactarius torminosus* (age 32 days) were also included in the experiment. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Table 2 and Fig. 2.

Table 2. Influence of temperature on the growth of *Cenococcum graniforme*, *Amanita muscaria*, and *Lactarius torminosus* (Exp. 2).

Taulukko 2. Lämpötilan vaikutus Cenococcum graniformen, Amanita muscarian ja Lactarius torminosuksen kasvuun (Koe 2).

Temperature *Lämpötila* °C	*Cenococcum* A_1				*Cenococcum E*		*Amanita muscaria*		*Lactarius torminosus*	
	Number of small colonies *Pienkoloniain lukumäärä*	Dry weight of main colony *Pääkoloonian kuivapaino* mg	Total dry weight *Koko kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
5	0	0.0	0.0	4.7	0.0	4.7	1.0	4.7	0.0	4.7
10	0	0.5	0.5	4.7	0.4	4.6	2.6	4.6	0.8	4.7
15	0	2.3	2.3	4.7	5.5	4.6	3.9	4.7	0.7	4.7
18	5	7.8	8.5	4.6	12.2	4.5	4.5	4.7	0.6	4.7
20	14	15.6	17.3	4.6	17.0	4.4	7.5	4.6	1.6	4.7
23	37	21.9	27.5	4.5	18.5	4.4	12.2	4.5	0.8	4.7
25	35	28.5	39.2	4.4	31.2	4.3	7.5	4.5	0.7	4.7
30	0	0.8	0.8	4.7	0.0	4.7	0.0	4.7	0.0	4.7

After the experiment was finished, some of the flasks in which no growth had been observed (*Cenococcum A* and *E* and *Lactarius* at 5°, *Cenococcum E*, *Amanita* and *Lactarius* at 30°) were transferred to a temperature of 20°. It was found that those fungi that had been kept at a temperature of 30° had died, but those coming from 5° resumed growth at once.

The optimum temperature of both the *Cenococcum* strains tested was approximately +25°C, that of *Amanita* and *Lactarius* somewhat lower. Mycorrhizal fungi are sensitive to higher temperatures. Only *Cenococcum* A_1 had grown a little at 30°, while the others died at that temperature. Certain other observations also seem to indicate that *Cenococcum* (for reasons which will be discussed later) is more resistant to a detrimentally high temperature than other mycorrhizal fungi. The relation of fungi to temperature (the same as to acidity) is to some extent dependent of the environment (Wolpert 1924), and it is possible that mycorrhizal fungi can resist high temperatures under natural conditions somewhat better than in liquid cultures.

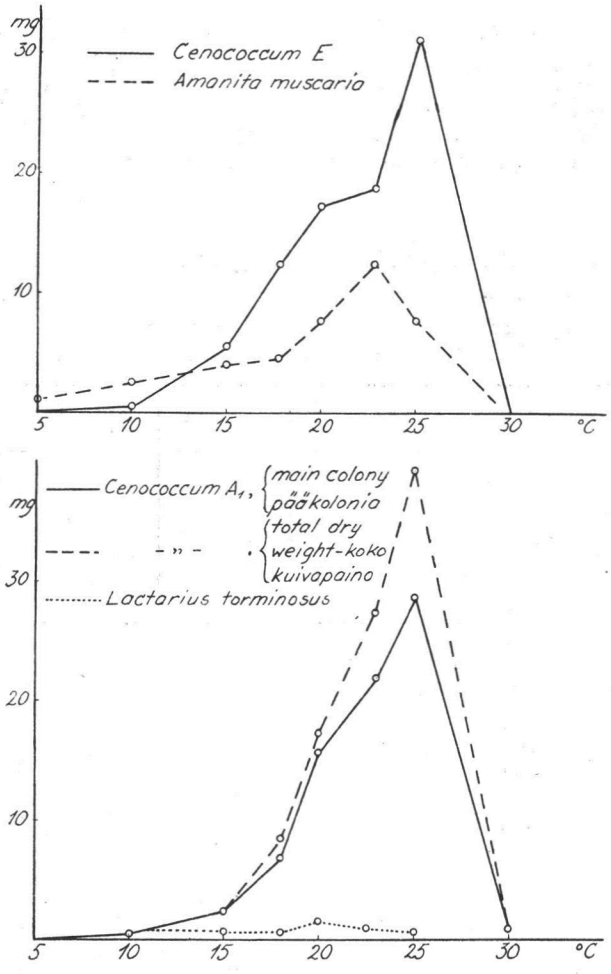


Fig. 2. Effect of temperature on the growth of *Cenococcum graniforme*, *Amanita muscaria*, and *Lactarius torminosus* (Exp. 2).

Kuva 2. Lämpötilan vaikutus Cenococcum graniformen, Amanita muscarian ja Lactarius torminosuksen kasvuun (Koe 2).

In the tests described above the relatively weak growth of fungi at temperatures of 10—15°C, common in their natural habitats, is worth attention (*Amanita* alone has continued to grow at +5°). *Cenococcum*, of which Björkman (1943, p. 18) also has noted the growth at lower temperatures to be weak, is known to be common, for example, in the very dense and shady spruce woods of North-Sweden where the ground remains frozen until mid-summer and where ground temperature hardly ever reaches even +20° (Lindquist 1937). It is probable that in natural environment *Cenococcum* grows even better at a low temperature than in

liquid culture, and maybe also the fungal strains used in the experiment, which for months or even years had been kept at 20 or 25°, had adapted themselves to such temperatures.

Growth on Different Sources of Carbon.

One of the most important physiological properties of fungi is their relation to carbon compounds occurring in nature as sources of carbon and energy. The wood-destroying fungi are most investigated in this respect, some of them are able to decompose cellulose mostly, some lignin, and some both of them. On the physiology of these fungi extensive literature is available, from which reference is made here only to the comprehensive review by Bavendamm (1936). Of the investigations into the relation of fungi living in forest soil to carbon compounds, natural and purified, particularly those by Lindeberg (1944) may be mentioned.

In general, fungi capable of utilising lignin, cellulose, and other carbon compounds resistant to decomposition, also prefer simpler compounds, such as mono- and disaccharides, provided they are available. But forest soil can never contain larger amounts of soluble carbohydrates, as organisms able to decompose them from more complicated compounds utilise them straightaway. Those fungi which can use only, for example, mono- and disaccharides for their carbon nutrition, probably find it difficult to exist in forest soil purely saprophytically.

When studying the physiology of the mycorrhizal fungi of orchids Holländer (1932) proved that these fungi are able to decompose cellulose very effectively. As regards the mycorrhizal fungi of forest trees, on the other hand, it is known that they, in general, can utilise only fairly few carbon compounds, and e. g. cellulose and lignin are practically unusable. Thus, according to Melin (1925, pp. 44—45) *Boletus variegatus*, which probably is the best-known of the mycorrhizal fungi of forest trees as to its physiology, was able to utilise, apart from glucose, only mannitol to some extent, certain disaccharides, and dextrin. Norkrans (1944) has ascertained that the *Tricholoma* species forming mycorrhizae can benefit by monosaccharides very well, but polysaccharides are the worse the larger the molecules in question, whereas saprophytic species of the same genus benefit by cellulose and other polysaccharides as readily as by glucose. In nature, the mycorrhizal fungi seem to obtain the carbon nutrition they need from their host plant in the form of glucose (Björkman 1942).

This different attitude of mycorrhizal and purely saprophytic fungi to carbon compounds affords the possibility of finding out by pure culture experiments to which of the groups a certain fungus belongs.

Experiment 3. Growth of Cenococcum on certain sources of carbon.

The basal solution used was nutrient solution I (without glucose) where the nitrogen source, instead of NH_4-tartrate, was constituted by 2 g $(NH_4)_2SO_4$. Such amounts of carbon compound were given that the carbon content corresponded to 0.5 g glucose per flask. *Cenococcum* strain A_2, age of inoculum 25 days. Duration of experiment 25 days. Results are shown in Table 3.

Table 3. Growth of *Cenococcum* on different carbon compounds (Exp. 3).
Taulukko 3. Cenococcumin kasvu eri hiiliyhdistyksillä (Koe 3).

Carbon compound *Hiiliyhdistys*	Dry weight *Kuivapaino* mg	Initial pH *Alku-pH*	Final pH *Loppu-pH*
1. None	0.1 ± 0.0	4.1	4.2
2. Glycerol	0.2 ± 0.0	4.0	4.1
3. Mannitol	9.5 ± 0.7	4.4	3.2
4. Citric acid + Na-citrate	0.3 ± 0.0	4.3	4.3
5. Glucose	4.3 ± 0.4	4.2	3.6
6. Sucrose	7.3 ± 0.7	4.3	3.3
7. Lactose	0.8 ± 0.1	4.2	4.0
8. Maltose	6.2 ± 0.3	4.2	3.5
9. Raffinose	0.5 ± 0.0	4.3	4.1
10. Dextrin	4.3 ± 0.3	4.1	3.5
11. Starch	4.9 ± 0.2	4.2	3.5
12. $^1/_4$ Glucose + $^3/_4$ Starch	13.3 ± 1.4	4.2	3.1
13. Cellulose	0.1 ± 0.0	4.1	4.0

Of the preparations used, glucose is probably the purest. Whenever growth has been remarkably better than in the glucose series it seems to be due to growth-promoting substances present as impurities.

Disaccharides sucrose and maltose are equally good carbon sources with glucose, whereas *Cenococcum* can only avail itself of lactose to a limited extent. Trisaccharide raffinose is almost useless, but *Cenococcum* can benefit both by dextrin and starch. The very good growth in Series 12, however, shows that either there have been impurities promoting growth in the starch used, or that the colloidal condition of starch is in favour of growth. Considered purely as a carbon source, glucose seems to be preferred to starch. *Cenococcum* also benefited very well by mannitol, but both glycerol and citric acid are practically useless. Another test proved tartaric acid (NH_4-tartrate) completely useless as a carbon source, whereas *Cenococcum* was able to use casein hydrolysate as a carbon source also, as will be seen later. Cellulose (filter paper) was completely unusable.

Casein hydrolysate having proved extremely favourable to the growth of *Cenococcum*, another experiment was made to show whether the fungus could possibly decompose cellulose in the presence of casein hydrolysate. No indication whatever of the decomposition of cellulose could, however, be observed, although a part of the cultures were not examined until six months had elapsed.

The proportion in which *Cenococcum* utilises the carbon for the synthesis of new cell substance and as a source of energy, is shown by the following experiment.

Experiment 4. Utilization of carbohydrate by Cenococcum for the synthesis of cell substance and as a source of energy.

The nutrient solution was II with the exception that the amount of glucose was only 5 g per litre (0.5 %, 125 mg per flask). Initial pH was 4.7 and the final pH 3.8. *Cenococcum* strain A_1, age of inoculum 34 days. Duration of experiment 40 days, on the expiry of which the fungus had consumed all the glucose from the flasks. Dry weight production (mean of 4 flasks) was 70.4 ± 0.3 mg. The quantity of carbohydrates required for the liberation of energy was thus, as compared with the cell substance produced, relatively small, that is to say, the economic coefficient (dry weight produced per weight of glucose consumed; cf. Melin 1946, p. 39) is remarkably high (0.56) (cf. Waksman 1932, p. 244).

Further, the relation of *Cenococcum* to sugar concentration of the nutrient solution (osmotic pressure) was studied.

Experiment 5. Influence of sugar concentration of nutrient solution on the growth of Cenococcum.

Nutrient solution II but with varying glucose concentrations. *Cenococcum* strains A_1, B, and D, age of inocula 34 days. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Table 4 and Fig. 3.

Table 4. Influence of glucose concentration in the nutrient solution on the growth of three *Cenococcum* strains (Exp. 5).

Taulukko 4. Ravintoliuoksen glukoosikonsentration vaikutus kolmen Cenococcum-kannan kasvuun (Koe 5).

Glucose concentration *Glukoosikonsentratio* %	Initial pH *Alku-pH*	*Cenococcum* A_1		*Cenococcum B*			*Cenococcum D*	
		Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight of main colony *Pääkolonian kuivapaino* mg	Total dry weight *Koko kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
0.5	4.7	15.6	4.4	4.5	9.2	4.5	1.4	4.6
1	4.7	24.5	4.3	5.4	8.9	4.5	1.5	4.6
2	4.7	16.7	4.4	4.2	6.9	4.5	1.8	4.6
4	4.7	12.1	4.4	3.6	7.8	4.5	1.6	4.6
8	4.6	5.8	4.5	2.6	5.2	4.5	1.6	4.6
16	4.6	1.0	4.5	0.1	0.1	4.5	1.3	4.5

The physiological differences between the different strains, which will be discussed later in greater detail, are readily distinguishable in this experiment, also. Strain D, which differed the most from the others and had the slowest growth, grew best in 2 % glucose concentration, but also nearly

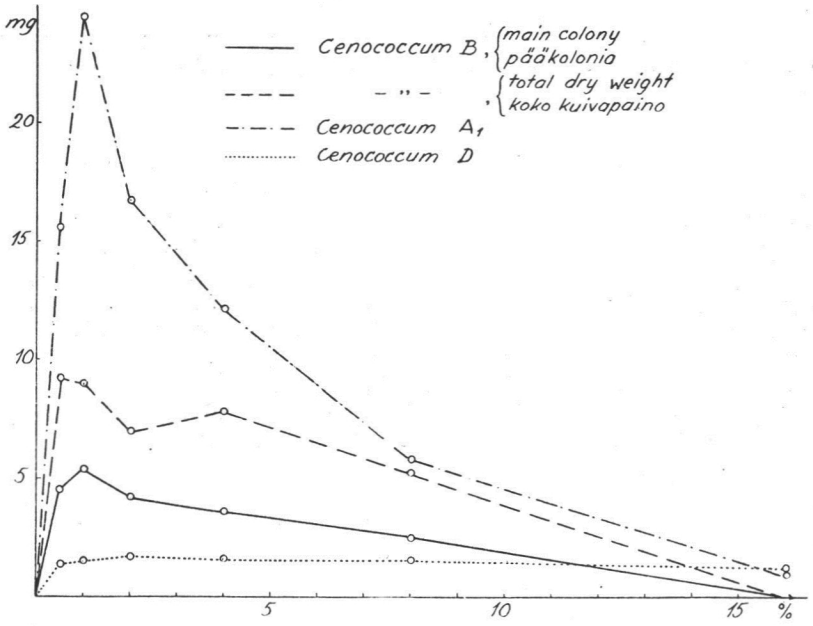


Fig. 3. Effect of glucose concentration in the nutrient solution on the growth of three *Cenococcum* strains (Exp. 5).

Kuva 3. Ravintoliuoksen glukoosikonsentration vaikutus kolmen Cenococcum-kannan kasvuun (Koe 5).

as well in such a strong solution as 16 % (osmotic pressure approximately 20 Atm.). The other strains grew best in roughly 1 % sugar concentration. *Cenococcum B* ceased to grow in 16 % but did not die, as it resumed growth when, after the discontinuation of this experiment, it was transferred into a weaker solution.

As regards carbon nutrition, *Cenococcum* does not seem to be as exacting as many other mycorrhizal fungi known, but can benefit, for example, by starch. According to Dr. Lindeberg (personal communication), *Cenococcum* seems to have — as proved by the tannic acid agar experiment (Bavendamm 1928) — a weak ability to produce enzymes oxidizing polyphenols and probably to decompose lignin also (cf. Lindeberg 1948). Obviously *Cenococcum* is not solely a mycorrhizal fungus but can live in the soil saprophytically also.

Growth on Different Sources of Nitrogen.

As *Cenococcum* in its physiological properties seems to stand between pure mycorrhizal fungi and forest soil saprophytes — though obviously closer to the former — it is interesting to compare it with both of these groups. The relation of these two groups of fungi to both organic and inorganic nitrogen compounds has been studied to a considerable extent.

Melin (1925, pp. 31—44) grew several mycorrhizal fungi both in a nitrogen-free medium and with different nitrogen compounds, and in addition to that studied the proteolytic activity of these fungi. None of the fungi he experimented with was able to fix the free atmospheric nitrogen but a variety of both organic and inorganic nitrogen compounds proved usable. In most of the cases, Melin's experiments proved the inorganic NH_4-salts to be the best nitrogen sources, nitrates were slightly less good, and the value of organic compounds varied greatly. Nucleic acid was beneficial to most of the fungi comprised by these experiments, asparagine likewise, but many amino acids could be utilised only with difficulty by the fungi. All fungi tested (6 species) had proteolytic and closely related enzymes, but in greatly varying proportions in the different species.

In the experiments carried out by Lindeberg (1944, pp. 44—46), where KNO_3, NH_4Cl and asparagine were experimented with as nitrogen sources, the nitrate proved practically worthless for species of *Marasmius*, and acidophilic species particularly grew better on asparagine than on NH_4-nitrogen. Wood-destroying fungi, too, are often found to benefit best by organic nitrogen compounds (Wolpert 1924, Robak 1942). Weaker growth with inorganic NH_4-salt is, however, according to Lindeberg due to the fact that the solution becomes too acid more quickly. The value of organic nitrogen compounds experimented with by Lindeberg proved very varying even for species closely related to each other. The advantage of organic nitrogen compounds can in many cases be due to growth-stimulating substances contained in them as impurities.

Experiment 6. Growth of Cenococcum on certain organic and inorganic nitrogen sources.

The nutrient solution was as follows:

Glucose	20 g	$FeCl_3$ (1 % solution)	0.5 ml
KH_2PO_4	0.35 »	$ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$ »	0.5 »
K_2HPO_4	0.15 »	$MnSO_4 \cdot 4\ H_2O$ »	0.5 »
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5 »	$CaCl_2$ (0.1-mol. solution)	5.0 »
Thiamin	50 γ	H_2O	995.0 »

One-third of the above amount of water was substituted by a buffer mixture containing 299 ml M/15 KH_2PO_4 and 1 ml 0.1-N. HCl. Of nitrogen compounds, a quantity corresponding to 0.3 g nitrogen per litre was given. The pH of the nutrient solutions was not adjusted accordingly by means of acid or alkali, and for this reason the pH of the urea and aspartic acid series in particular greatly differed from that of the other series and certainly influenced the result. *Cenococcum* strain A_2, age of inoculum 20 days. Duration of experiment 20 days. The results are shown in Table 5.

Table 5. Growth of *Cenococcum* on certain organic and inorganic nitrogen sources (Exp. 6).

Taulukko 5. Cenococcumin kasvu eräillä orgaanisilla ja epäorgaanisilla typpilähteillä (Koe 6).

Nitrogen source — *Typpilähde*	Dry weight *Kuivapaino* mg		Small colonies *Pienkoloniat*		pH		Nessler's reaction at the end of the experiment *Nesslerin reaktio kokeen lopussa*
	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Average nr. per flask *Keskim. lukum. pulloa kohti*	Percentage of dry weight *Osuus kuivapainosta* %	Initial *Alussa*	Final *Lopussa*	
1. None	1.0±0.0	1.0±0.0	3	△	5.3	5.2	+
2. KNO_3	2.9±0.2	3.1±0.2	15	5	5.2	5.2	+
3. NH_4NO_3	3.3±0.5	4.1±0.4	25	19	5.2	4.7	+++
4. $(NH_4)_2SO_4$	5.6±0.5	7.1±0.7	17	21	5.2	3.9	+++
5. NH_4-tartrate	7.3±0.2	8.1±0.3	25	10	5.5	5.0	+++
6. Aspartic acid	3.0±0.2	3.1±0.2	3	2	3.5	3.4	++
7. Glycocoll	0.6±0.0	1.1±0.1	25	47	5.2	4.9	0—+
8. Nucleic acid	8.4±0.2	9.1±0.2	15	7	5.3	5.1	+
9. Urea	0.9±0.1	0.9±0.1	0	0	6.4	6.3	++
10. Casein hydrolysate	9.3±0.7	21.2±0.4	36	56	5.7	5.4	+
11. Peptone	3.5±0.3	5.7±0.7	45	39	5.7	5.5	0—+
12. Legumin	11.6±0.5	20.8±2.2	55	44	5.5	5.4	++

As was to be expected, *Cenococcum* was not able to utilise free nitrogen. The weak growth in the control without nitrogen compounds was probably due to the small amount of agar transferred with the inoculum or ammonia dissolved from laboratory air. At the end of the experiment the growth had ceased and distinct signs of autolysis were discernible.

The ammonium ion was very profitable as a nitrogen source. When an inorganic NH_4-salt served as the nitrogen source the pH changed very rapidly towards greater acidity. The fact that NH_4-tartrate in the experiment gave a better result than sulphate is probably due to impurities contained in the tartrate.

The nitrate ion was also suitable for *Cenococcum* as a nitrogen source but not equal to NH_4-ion. As the fungus used from NH_4NO_3 more NH_4-ions than NO_3-ions the pH of the solution changed towards greater acidity.

The value of organic nitrogen compounds was very variable. Nucleic acid (from yeast, in the form of sodium salt) was a very good nitrogen source. As regards amino acids tested, aspartic acid proved serviceable to some extent, glycocoll again being possibly somewhat microbiostatic. Urea was practically useless, which may, however, at least partially, be due to too high pH. (The fungal growth in the glycocoll and urea series was very different from that in the non-nitrogenous control series. While the colony in the latter measured 1.5—2.0 cm in diameter and was very sparse, the diameter of the colony in the former was only 3 mm, but its structure

dense.) The best nitrogen sources were provided by legumin and casein hydrolysate (N-Z-Case, produced by Sheffield Farms & Co., N. Y.); peptone was greatly inferior. Thus *Cenococcum* has proteolytic enzymes, and it can utilise both proteins and products of their hydrolysis although some of the latter may have a toxic effect.

In Table 5 attention has to be paid, further, to the number of small colonies and their share in the total dry weight production of the fungus. Small colonies probably originate, besides from broken pieces of hyphae, mainly from chlamydospores come into the nutrient solution at inoculation, which may also later on break loose from the main colony. Certain substances perhaps stimulate the germination of chlamydospores and the formation of small colonies. Thus glycocoll which for nitrogen nutrition was fairly worthless, stimulated the germination of chlamydospores, whereas in urea and aspartic acid series the growth of small colonies was almost totally prevented. The growth-stimulating effect of casein hydrolysate and legumin affected emphatically chlamydospores and small colonies.

The fact that casein hydrolysate had proved a very profitable nitrogen source for *Cenococcum* seemed to justify certain additional experiments on the same question. First, experiments were made on the effect of casein hydrolysate and NH_4-ion in various combinations and different concentrations.

Experiment 7. Casein hydrolysate and NH_4-sulphate as nitrogen sources for Cenococcum.

Nutrient solution I without nitrogen. Nitrogen was added to different series [in the form of casein hydrolysate and $(NH_4)_2SO_4$ in combinations indicated in Table 6] 0.15 g per litre. *Cenococcum* strain A_1, age of inoculum 12 days. Duration of experiment 30 days. The results are shown in Table 6 and Fig. 4.

Table 6. Effect of casein hydrolysate and $(NH_4)_2SO_4$ on the growth of *Cenococcum* (Exp. 7).

Taulukko 6. Kaseinihydrolysaatin ja $(NH_4)_2SO_4$:n vaikutus Cenococcumin kasvuun (Koe 7).

Series *Sarja*	Nitrogen administered *Typestä annettu* % in the form of		Dry weight *Kuivapaino* mg		Initial pH *Alku-pH*	Final pH *Loppu-pH*	Nessler's reaction *Nesslerin reaktio*
	Casein hydrolysate *Kaseini-hydrolysaattina*	$(NH_4)_2SO_4$	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuiva-paino*			
1.	—	100	19.0	25.3	4.3	2.6	+++
2.	10	90	26.5	37.1	4.7	2.4	+++
3.	25	75	18.6	42.6	4.7	2.4	++
4.	50	50	39.6	70.5	5.1	2.4	+
5.	100	—	64.6	117.0	4.7	3.2	+

Experiment 8. Casein hydrolysate and NH_4-tartrate as nitrogen sources for Cenococcum.

Nutrient solution I without nitrogen. Nitrogen was added to the various series (in the form of casein hydrolysate and NH_4-tartrate in combinations indicated in Table 7) 0.3 g per litre. *Cenococcum* strain A_1, age of inoculum 11 days. One half of the flasks (3 in each series) were harvested at the age of 25, the other half at 35 days. The results are shown in Table 7 and Fig. 5.

Experiment 9. Effect of nitrogen concentration on the growth of Cenococcum.

The experiment was carried out simultaneously and in similar conditions to Exp. 8. The basal solution was the same, likewise the inoculum. The nitrogen was administered in the form of casein hydrolysate and NH_4-tartrate in concentrations indicated in Table 8. One half of the cultures were harvested at the age of 25, the other half at 35 days. The results are shown in Table 8.

The great difference between the dry weights produced on NH_4-sulphate and casein hydrolysate appearing in Exp. 7 is, in the first place, to be attributed to the alteration of pH. 2.4 seems to be the pH value below which *Cenococcum* cannot grow, and the less casein hydrolysate and the more sulphate the solution has contained, the sooner is this acidity attained.

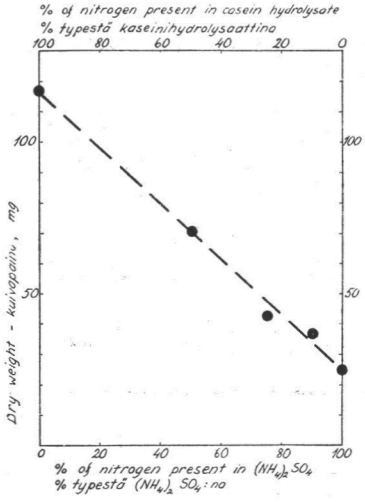


Fig. 4. Effect of casein hydrolysate and $(NH_4)_2SO_4$ on the growth of *Cenococcum graniforme* while total nitrogen quantity remains unchanged (Exp. 7).

Kuva 4. Kaseinihydrolysaatin ja $(NH_4)_2SO_4$:n vaikutus Cenococcum graniformen kasvuun kokonaistyppimäärän pysyessä muuttumattomana (Koe 7).

The results of Exp. 8 show that, for the *Cenococcum* strain A_1, NH_4-tartrate was a nitrogen source preferable to casein hydrolysate but the latter stimulated the fungal growth greatly. Also the test with Nessler's reagent at the end of the experiment showed that the fungus had first exhausted the NH_4 present in the solution. It is particularly to be noted that in Series 7 of Exp. 9 Nessler's reaction was more distinct than in Series 4 of Exp. 8, although both solutions originally contained equal amounts of NH_4-tartrate, but the fungal growth in the latter had been stronger.

The growth-stimulating influence of casein hydrolysate affected in the first place the chlamydospores, and consequently the small colonies. It is to be noted, however, that in Exp. 6 the growth of the main colony, also, on casein hydrolysate was better than on NH_4-tartrate and sulphate,

Table 7. Effect of casein hydrolysate and NH_4-tartrate on the growth of *Cenococcum* (Exp. 8).

Taulukko 7. Kaseinihydrolysaatin ja NH_4-tartraatin vaikutus Cenococcumin kasvuun (Koe 8).

Series *Sarja*	Nitrogen administered in the form of *Typestä annettu*		Dry weight after 25 days *Kuivapaino 25 vrk:n kuluttua* mg		Dry weight after 35 days *Kuivapaino 35 vrk:n kuluttua* mg		pH			Nessler's reaction after 35 days *Nesslerin reaktio 35 vrk:n kuluttua*
	Casein hydrolysate *Kaseinihydrolysaattina*	NH_4-tartrate *NH_4-tartraattina*	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Initial *Alussa*	After 25 days *25 vrk:n kuluttua*	After 35 days *35 vrk:n kuluttua*	
1.	—	1/1	17.2	20.9	65.1	84.3	4.9	4.3	3.3	+++
2.	1/6	5/6	24.4	30.1	56.1	92.6	4.7	4.1	3.0	+++
3.	1/3	2/3	16.8	28.7	53.7	95.0	4.6	4.0	2.8	++
4.	2/3	1/3	19.7	29.0	64.9	124.9	4.8	3.9	2.9	+
5.	5/6	1/6	21.6	33.2	73.8	139.1	4.8	3.8	3.1	+
6.	1/1	—	11.3	26.0	56.3	99.4	4.4	4.2	3.8	+

Table 8. Effect of casein hydrolysate (A) and NH_4-tartrate (B) concentration on the growth of *Cenococcum* (Exp. 9).

Taulukko 8. Kaseinihydrolysaatti- (A) ja NH_4-tartraattikonsentration (B) vaikutus Cenococcumin kasvuun (Koe 9).

Series *Sarja*	Nitrogen *Typpeä* g/l	Dry weight after 25 days *Kuivapaino 25 vrk:n kuluttua* mg		Dry weight after 35 days *Kuivapaino 35 vrk:n kuluttua* mg		pH			Nessler's reaction after 35 days *Nesslerin reaktio 35 vrk:n kuluttua*
		Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Initial *Alussa*	After 25 days *25 vrk:n kuluttua*	After 35 days *35 vrk:n kuluttua*	
1.	0	1.3	1.3	1.6	1.6	4.4	4.5	4.8	0—+
2. A	0.05	13.0	19.4	31.7	47.5	4.7	4.1	3.5	0—+
3.	0.1	11.8	19.6	35.6	68.1	4.7	4.3	3.6	+
4.	0.2	12.8	22.1	30.4	78.1	4.5	4.2	3.8	+
5.	0.3	11.3	26.0	56.3	99.4	4.4	4.2	3.8	+
6. B	0.05	11.1	13.8	38.2	46.1	4.9	3.6	2.9	0—+
7.	0.1	13.2	17.6	39.7	50.8	4.8	3.9	2.8	++
8.	0.2	12.7	16.8	60.0	72.6	4.8	4.2	3.0	+++
9.	0.3	17.2	20.9	65.1	84.3	4.9	4.3	3.3	+++

although no unfavourable acidity was developed to prevent the growth on the latter. As will appear later on, the favourable effect of casein hydrolysate seems to be relatively strongest on slowly growing strains.

On account of the experiments reported above it can be concluded that *Cenococcum* can easily sustain itself on inorganic nitrogen nutrition alone and grows well if, for instance, the NH_4-ion serves as the only nit-

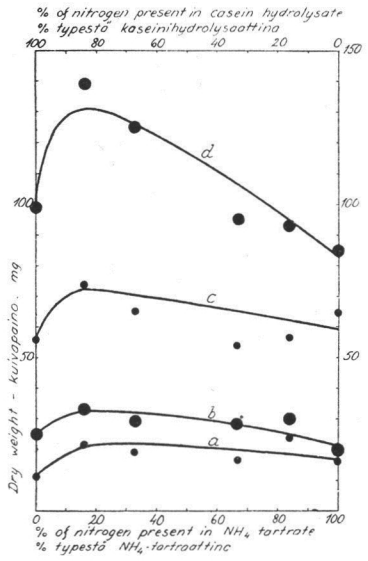


Fig. 5. Effect of casein hydrolysate and NH_4-tartrate on the growth of *Cenococcum graniforme* while total nitrogen quantity remains unchanged (Exp. 8).

Kuva 5. Kaseinihydrolysaatin ja NH_4-tartraatin vaikutus Cenococcum graniformen kasvuun kokonaistyppimäärän pysyessä muuttumattomana (koe 8).

a = main colony, 25 days — *pääkolonia, 25 vrk.*

b = total dry weight, 25 days — *koko kuivapaino, 25 vrk.*

c = main colony, 35 days — *pääkolonia, 35 vrk.*

d = total dry weight, 35 days — *koko kuivapaino, 35 vrk.*

rogen source. However, it is hardly capable of synthetizing all the amino acids it requires as quickly as the optimal growth would necessitate, and thus the growth is favoured if some ready-made amino acids are made available to the fungus. This question will be dealt with later on.

The nitrogen concentration (within the limits of Exp. 9) had no considerable significance in the initial stages of the experiment, but later on the growth was decidedly better the higher the nitrogen concentration, which is quite natural, and in the series where the concentration was lowest, lack of nitrogen made itself felt. In Series 2 and 6 of Exp. 9, where the quantity of nitrogen was 1.25 mg per flask, practically all the nitrogen was exhausted in 35 days. The said quantity of nitrogen was enough to produce 47.5 mg of dry substance.

After casein hydrolysate had proved a good nitrogen source for *Cenococcum* it was considered advisable to test as nitrogen sources such amino acids as are most abundantly present in casein. [1])

Experiment 10. Certain amino acids as nitrogen sources for Cenococcum.

Nutrient solution I without nitrogen. Nitrogen sources were added to each experimental series in amounts equal to 0.15 g of nitrogen per litre. The pH of the solutions was by means of HCl and NaOH adjusted to approximately the same level. *Cenococcum* strain A_1, age of inoculum 12 days. Duration of experiment 30 days. (The experiment was carried out simultaneously with Exp. 7.) The results are shown in Table 9.

[1]) Some preliminary information on experiments carried out with amino acids has already been published (Melin & Mikola 1948).

Table 9. Growth of *Cenococcum* the only nitrogen source consisting of certain amino acids (Exp. 10).

Taulukko 9. Cenococcumin kasvu eräiden aminohappojen ollessa ainoina typpilähteinä (Koe 10).

Nitrogen source *Typpilähde*	Dry weight — *Kuivapaino* mg		pH		Nessler's reaction *Nesslerin reaktio*
	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Initial *Alussa*	Final *Lopussa*	
1. None	1.4 ± 0.0	1.4 ± 0.0	4.5	4.5	0
2. l-Leucine	4.8 ± 0.0	5.0 ± 0.1	4.6	4.4	0
3. l-Tyrosine	11.8 ± 1.1	12.7 ± 1.2	4.4	4.0	+
4. l-Glutamic acid	7.8 ± 1.0	8.3 ± 1.0	4.9	5.0	0
5. l-Proline	1.7 ± 0.0	1.8 ± 0.0	4.6	4.5	0
6. dl-Valine	0.7 ± 0.0	0.8 ± 0.0	4.5	4.6	0
7. l-Arginine	17.9 ± 1.2	20.7 ± 1.0	4.6	3.6	+
8. l-Histidine HCl	6.8 ± 0.2	7.8 ± 0.5	4.7	4.3	0—+
9. d-Lysine $(HCl)_2$	3.0 ± 0.0	3.1 ± 0.0	4.3	4.0	+
10. Amino acid mixture [1]	8.5 ± 0.8	13.7 ± 1.5	4.7	4.7	+
11. Casein hydrolysate	64.6 ± 5.2	117.0 ± 12.2	4.7	3.2	+
12. $(NH_4)_2 SO_4$	19.0 ± 1.8	25.3 ± 2.5	4.3	2.6	+++

Cenococcum is able to utilise, as its nitrogen source, at least to some extent, most of the amino acids, perhaps all of them. None of the amino acids experimented with even nearly equalled casein hydrolysate. This is also very natural as the fungus, when an individual amino acid serves as the nitrogen source, probably has first to split off the ammonia from it in order to synthetize other amino acids required, while in casein hydrolysate the fungus is offered very many amino acids in ready condition. Furthermore, it can be observed that the ability of the fungus to utilise different amino acids as nitrogen sources does not seem to depend on the size of their molecules as was the case in the experiments carried out by Nielsen (1936) with yeast. According to Nielsen the yeasts are very specific and capable, for instance, of utilising only a part of the nitrogen of amino acid molecules containing several nitrogen atoms. Whether *Cenococcum* in this respect is similar to yeasts was not tested. Some amino acids (at least valine and proline) had in the very high

[1]) Composition of the amino acid mixture was as follows (per litre):

Leucine	0.12 g
Tyrosine	0.12 »
Glutamic acid	0.60 »
Proline	0.12 »
Valine	0.12 »
Arginine	0.06 »
Histidine HCl	0.06 »
Lysine $(HCl)_2$	0.06 »
	1.26 g (nitrogen 0.15 g)

Amino acids are thus taken into the mixture in approximately the same proportion as found in casein.

concentration present in the experiment obviously a microbiostatic effect, and thus these acids may actually be better as nitrogen sources than is indicated by the experimental results (cf. pp. 39—45). It is to be noted that *Cenococcum* is capable of utilising fairly effectively e. g. histidine — known to be difficult to decompose (W a k s m a n 1936, p. 144) — whereas lysine has proved more resistant, as in the experiments by N i e l s e n (1936).

As regards the relation of mycorrhizal fungi and forest soil saprophytes to nitrogen sources, there is no such difference as in their relation to carbon sources. *Cenococcum* has proved very unpretentious with regard to nitrogen sources, but such is the case also with other forest soil fungi, both the mycorrhizal and purely saprophytic ones.

Influence of Growth Substances.

Experiments with known growth substances.

The significance of vitamins and other fairly complex organic substances to micro-organisms has recently been the subject of ever growing interest. It has been known for a long time that many fungi are incapable of growing in synthetic media which, apart from sugar, contain only inorganic salts, that is to say, the fungi are incapable of synthetizing certain substances necessary for their sustenance. Of the more comprehensive works in this field, dealing with fungi important from the silvicultural point of view, those by F r i e s (1938 and 1943), S c h o p f e r (1939) and L i n d e b e r g (1944) may be mentioned here; each of them contains extensive reviews of investigations carried out and of literature on the subject.

Of the substances known to be indispensable for many fungi, may be mentioned thiamin (vitamin B_1) and its two components, 4-methyl-5-β-hydroxyethyl-thiazole (abbreviated: thiazole) and 2-methyl-4-amino-5-aminomethyl-pyrimidine (abbreviated: pyrimidine) and, further, biotin, meso-inositol and adermin. As regards thiamin, a complete or partial heterotrophy among the fungi is a very common phenomenon, but for many a species thiamin can be replaced by any one of its components (M e l i n & N o r k r a n s 1942, L i n d e b e r g 1944, p. 59). As to the other growth substances mentioned, complete heterotrophy is more unusual but even they, either alone or together with thiamin, have a stimulating effect on the growth of a great number of fungi. Furthermore, a great number of growth substances are known even if their effect on the fungi so far has been fairly little investigated, and many natural products, for instance malt and yeast extracts, are known to contain substances belonging to the same group, all of which have not so far been identified.

The relation of mycorrhizal fungi to growth substances has been investigated particularly by Melin and his collaborators (Melin & Lindeberg 1939, Melin & Nyman 1940 and 1941, Melin & Norkrans 1942, Norkrans 1944). The growth of all the fungi studied by them was strongly stimulated by thiamin but only to some of them did it prove indispensable. Biotin did not prove indispensable to any mycorrhizal fungus but stimulated the growth of some of them, for instance of *Rhizopogon roseolus*, together with thiamin, and of *Boletus piperatus*, without thiamin.

Melin and his collaborators studied also the effect of certain growth substances on *Cenococcum* and came to the following conclusion: Thiamin stimulates strongly the growth of *Cenococcum* but the fungus is able to grow to some extent even without this growth substance. Biotin stimulated the growth a little, provided there was no thiamin in the nutrient solution, but when with thiamin biotin had no effect whatever; thus biotin obviously increases the weak ability of *Cenococcum* to synthetize thiamin. Inositol had no effect. The pyrimidine component alone had the same effect as thiamin. The explanation of this can be either that the fungus itself is capable of synthetizing enough thiazole, or that the fungus needs no thiazole but is capable of decomposing thiamin in order to obtain the pyrimidine it requires.

When beginning to study the physiology of *Cenococcum* in pure culture, it was necessary first to make clear by preliminary experiment the broad effects of certain growth substances so that these could be taken into consideration in other experiments.

Experiment 11. Influence of certain growth substances on the growth of Cenococcum.

Nutrient solution II_o, pH after autoclaving 5.3. The quantity of growth substance (per flask) added to each experimental series is indicated in Table 10 (for Series 13—20 the quantities of individual growth substances were equal to those in Series 1—12). All growth substances were added to the flasks before autoclaving. *Cenococcum* strain E, age of inoculum 17 days. The fungus was inoculated floating on the surface of the solution. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Table 10.

The growth of the fungus without thiamin was very weak. Thiamin stimulated the growth extremely strongly. A distinct growth-stimulating effect was also rendered by nicotinic acid and to some extent perhaps also by lactoflavine and adermin, while biotin, which according to Melin and Nyman (1940) was fairly effective, had no effect in this experiment. Instead, biotin seemed to have a slightly growth-stimulating effect along with thiamin, but no certain conclusions could be arrived at on the strength of this experiment.

As Exp. 11 gave a result differing slightly from the results attained by Melin and Nyman, an investigation was made as to whether the different *Cenococcum* strains would differ in their relation to growth substances, as is shown to be the case with certain other fungi, for instance *Boletus granulatus* (Melin & Nyman 1941), *Marasmius perforans* (Lindeberg 1944) and *Fusarium avenaceum* (Robbins & Ma 1941). To the experiment were subjected, in addition to thiamin and biotin, also nicotinic acid, which in Exp. 11 had a growth-stimulating effect, and choline, which could be of significance along with thiamin.

Table 10. Influence of certain growth substances on the growth of *Cenococcum* (Exp. 11).

Taulukko 10. Eräiden kasvuaineiden vaikutus Cenococcumin kasvuun (Koe 11).

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
1. Control	2.6 ± 0.3	4.9
2. 1 γ thiamin	40.9 ± 4.3	4.5
3. 1 γ lactoflavine	5.6 ± 1.8	4.8
4. 15 γ choline	3.8 ± 0.7	4.9
5. 1 γ nicotinic acid	8.6 ± 0.9	4.8
6. 1 γ adermin	6.0 ± 1.0	4.9
7. 10 mγ biotin	2.8 ± 0.6	4.9
8. 1 γ β-alanine	2.4 ± 0.3	4.9
9. 1 γ p-aminobenzoic acid	3.1 ± 0.4	4.9
10. 1 mg inositol	3.0 ± 0.5	4.9
11. 1 γ Ca-panthotenate	3.4 ± 0.3	4.9
12. 1 γ »Folic acid»	4.3 ± 0.5	4.9
13. Thiamin + biotin	47.4 ± 4.6	4.3
14. » + » + adermin	48.2 ± 4.4	4.3
15. » + » + nicotinic acid amide	39.8 ± 5.2	4.5
16. » + » + choline	50.1 ± 5.7	4.4
17. » + » + p-aminobenzoic acid	41.1 ± 1.3	4.5
18. » + » + inositol	44.5 ± 2.7	4.4
19. All the above growth substances 2—12	48.0 ± 2.3	4.3
20. All the above except Ca-panthotenate	48.7 ± 2.9	4.2

Table 11. Influence of thiamin, biotin, choline, and nicotinic

Taulukko 11. Aneuriinin, biotiinin, koliinin ja nikotiinihapon

Growth-substances added *Lisätyt kasvuaineet*	*Cenococcum* A_1		*Cenococcum* A_2	
	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
1. None	0.7 ± 0.1	4.5	0.4 ± 0.0	4.5
2. Thiamin	89.2 ± 4.7	3.7	6.9 ± 0.6	4.4
3. Biotin	1.5 ± 0.1	4.5	0.9 ± 0.1	4.5
4. Choline	0.7 ± 0.1	4.5	0.5 ± 0.0	4.5
5. Nicotinic acid	1.1 ± 0.0	4.5	0.8 ± 0.0	4.5
6. Thiamin + biotin	93.7 ± 12.2	3.7	13.0 ± 1.3	4.4
7. » + choline	92.8 ± 5.2	3.7	9.4 ± 0.7	4.4
8. » + nicotinic acid	74.5 ± 3.9	3.8	7.8 ± 0.7	4.4
9. Biotin + choline + nicotinic acid	0.6 ± 0.1	4.5	0.3 ± 0.0	4.5
10. All above growth substances	92.0 ± 10.9	3.7	18.7 ± 1.6	4.4

Experiment 12. The relation of the various Cenococcum strains to certain growth substances.

Nutrient solution Io, pH after autoclaving 4.6. Growth substances were added in equally great quantities as in the previous experiment. All the six *Cenococcum* strains available were used in this experiment. Age of inocula 18 days. Inoculation was performed in submerged condition. Duration of experiment 30 days. Results are shown in Table 11.

When studying the results, the first thing to attract attention is the weak growth of all the strains without growth substances. This is probably due to the fact that the fungus grew submerged in the liquid (in Exp. 11 on the surface; cf. Exp. 13). When studying the series containing thiamin attention is attracted by the very varying growth rate of the different strains. In Series 2, the dry weight of the rapidly growing strain A_1 is 80 times as great as that of the most slowly growing strain D. Obviously the strains with slower growth require for their optimal development growth substances other than those used in the experiment. This is implied by the fact that biotin, along with thiamin, stimulated the growth of strains A_2, C, D, and E but did not affect the most rapidly growing strain A_1. Without thiamin, both biotin and nicotinic acid had a weak growth-stimulating effect, the former a slightly stronger one. But when present at the same time, biotin and nicotinic acid in some way neutralized each other's effects (Series 9; it was ascertained by means of a supplementary experiment that choline was of no significance in this series). Also other examples are known of such an antagonism between the different growth substances. Thus in an experiment by Melin and Nyman (1940) biotin reduced the effect of thiamin on *Boletus piperatus*.

When alone, choline had no effect but if present together with thiamin it could affect certain strains in a stimulating way. As choline may be, to

acid on the growth of six *Cenococcum* strains (Exp. 12).
vaikutus kuuden Cenococcum-kannan kasvuun (Koe 12).

Cenococcum B		*Cenococcum C*		*Cenococcum D*		*Cenococcum E*	
Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
0.5 ± 0.0	4.5	0.4 ± 0.0	4.5	0.8 ± 0.0	4.5	0.2 ± 0.0	4.5
10.0 ± 1.0	4.4	10.7 ± 0.8	4.4	1.1 ± 0.0	4.5	19.2 ± 2.2	4.3
1.3 ± 0.0	4.5	1.4 ± 0.0	4.5	1.4 ± 0.1	4.5	1.6 ± 0.1	4.5
0.5 ± 0.0	4.5	0.6 ± 0.1	4.5	0.8 ± 0.0	4.5	0.4 ± 0.0	4.5
1.3 ± 0.0	4.5	1.3 ± 0.0	4.5	1.1 ± 0.0	4.5	1.4 ± 0.0	4.5
8.7 ± 0.9	4.4	14.4 ± 1.0	4.3	1.9 ± 0.3	4.5	43.4 ± 4.7	4.2
10.7 ± 0.9	4.4	12.2 ± 0.9	4.3	1.4 ± 0.0	4.5	30.6 ± 2.5	4.2
9.4 ± 1.3	4.4	17.9 ± 3.0	4.3	1.6 ± 0.0	4.5	29.8 ± 2.2	4.2
0.4 ± 0.0	4.5	0.6 ± 0.0	4.5	0.8 ± 0.0	4.5	0.2 ± 0.0	4.5
11.9 ± 0.6	4.4	15.7 ± 1.2	4.3	1.6 ± 0.1	4.5	29.7 ± 4.1	4.2

some extent, a thermolabile compound, its effect was tested by adding it to the nutrient solution after autoclaving but the result was the same.

In Table 12, the results of the supplementary experiment are presented, in which the effect of yeast extract, in addition to synthetic growth substances, was tested on three *Cenococcum* strains.

Table 12. Influence of certain growth substances on the growth of three *Cenococcum* strains.

Taulukko 12. Eräiden kasvuaineiden vaikutus kolmen Cenococcum-kannan kasvuun.

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	Dry weight — *Kuivapaino* mg			Average number of small colonies *Pienkoloniain keskim. lukumäärä*		
	A_1	D	E	A_1	D	E
1. Control	0.5 ± 0.0	0.7 ± 0.0	0.7 ± 0.1	21	2	0
2. 1 γ thiamin	32.2 ± 0.8	1.7 ± 0.1	13.9 ± 1.2	21	1	1
3. 1 γ » + 0.01 γ biotin	29.1 ± 3.0	2.0 ± 0.2	14.5 ± 1.4	15	33	5
4. 1 γ » + 0.01 γ biotin + 15 γ choline + 1 γ nicotinic acid	30.4 ± 3.1	2.2 ± 0.2	16.5 ± 1.7	10	46	5
5. 5 mg yeast extract ...	30.8 ± 4.5	1.9 ± 0.1	21.1 ± 2.1	17	15	1

Also in this case, the most rapidly growing strain A_1 required for its optimal growth only thiamin, while the growth of the other strains was stimulated by other growth substances together with thiamin.

According to Exp. 12, *Cenococcum* was almost completely heterotrophic with regard to thiamin. In the other experiments it has proved to possess a weak ability to synthetize this important growth substance (particularly Melin & Norkrans 1942, p. 278), and the same is indicated by the fact that certain other growth substances, in the absence of thiamin, are able to stimulate its growth. The weak thiamin autotrophy of *Cenococcum* may be dependent on several environmental factors, one of which, the supply of oxygen, was subjected to more detailed study.

Experiment 13. Relation of the different Cenococcum strains to thiamin and the supply of oxygen.

The significance of the supply of oxygen was investigated in the way presented by Modess (1941, pp. 24—27) by comparing the growth of fungal colonies inoculated on the surface and submerged in the solution. The nutrient solution IIo, initial pH 4.7; to the series containing thiamin, 50 γ thiamin per litre was added. In order to prevent the colonies inoculated submerged from reaching the surface of the solution, there was in each flask 50 ml of nutrient solution, implying a thiamin quantity of 2.5 γ per flask. All the six *Cenococcum* strains, age of the inocula 10 days. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Table 13.

In Exp. 13, the dry weight of the mycelia grown submerged in the solution without thiamin was considerably greater than in Exp. 12. This is due to the fact that the pieces of mycelium employed for inoculation in Exp. 13 were fairly big, as the inoculation with small pieces floating on the surface is not feasible.

The relation of the different *Cenococcum* strains to oxygen differed widely (Table 14). Relatively the most aerophilic was strain E; the vigorous strain A_1 grew very well even when submerged, but the growth of the most slowly growing strains D and A_2 could not be increased to any considerable degree even by more abundant supply of oxygen. The access to oxygen does not particularly affect the longitudinal growth of the hyphae. Thus the floating and submerged colonies of strain E, too, were fairly like each other in size and appearance but the former were so much more dense that the weight was 10 times greater. Compared with other forest soil fungi, *Cenococcum* is one of those requiring fairly little oxygen (cf. Modess 1941, p. 30).

Table 13. Relation of the different *Cenococcum* strains to thiamin and the supply of oxygen (Exp. 13).

Taulukko 13. Eri Cenococcum-kantojen suhtautuminen aneuriiniin ja hapen saantiin (Koe 13).

Cenococcum strains *Cenococcum kannat*	Without thiamin — *Ilman aneuriinia*				With thiamin — *Aneuriinin kera*				
	Submerged mycelium *Rihmasto upoksissa*		Floating mycelium *Kelluva rihmasto*		Submerged mycelium *Rihmasto upoksissa*		Floating mycelium *Kelluva rihmasto*		
	Dry weight *Kuiva-paino* mg	pH	Dry weight *Kuiva-paino* mg	pH	Dry weight *Kuiva-paino* mg	pH	Dry weight *Kuiva-paino* mg	pH	Nr. of small colonies *Pienkoloniain lukum*
A_1	2.0	4.7	2.2	4.7	21.7	4.5	69.4	4.2	19
A_2	2.4	4.7	2.6	4.7	5.8	4.7	7.1	4.7	18
B	3.4	4.7	5.4	4.7	15.9	4.6	40.0	4.4	91
C	2.9	4.7	4.6	4.6	12.8	4.6	44.3	4.4	111
D	2.2	4.7	3.4	4.7	2.9	4.7	4.4	4.6	3
E	1.9	4.7	4.4	4.6	7.2	4.7	70.7	4.3	0

Table 14. Proportion of the dry weight of the mycelium grown floating to that of the mycelium grown submerged (Exp. 13).

Taulukko 14. Liuoksen pinnalla ja upoksissa kasvatettujen rihmastojen kuivapainojen suhde (Koe 13).

	Cenococcum strains — *Cenococcum-kannat*					
	A_1	A_2	B	C	D	E
Without thiamin / *Ilman aneuriinia*	1.1	1.1	1.6	1.6	1.5	2.3
With thiamin / *Aneuriinin kera*	3.2	1.2	2.5	3.5	1.5	9.8

Table 15. Proportion of the dry weight of the mycelium grown with thiamin to that of the mycelium grown without thiamin (Exp. 13).

Taulukko 15. Aneuriinin kera ja ilman sitä kasvatettujen rihmastojen kuivapainojen suhde (Koe 13).

	Cenococcum strains — *Cenococcum-kannat*					
	A_1	A_2	B	C	D	E
Submerged mycelium / *Rihmasto upoksissa*	10.8	2.4	4.7	4.4	1.3	3.8
Floating mycelium / *Kelluva rihmasto*	31.5	2.7	7.4	9.6	1.3	16.0

The thiamin autotrophy, though fairly weak in all cases, differed for various strains. It might have been that the strains A_1 and A_2 were entirely thiamin heterotrophic, but the other strains grew fairly well without thiamin provided enough oxygen was available.

Other environmental factors also, such as temperature and H-ion concentration, can affect the ability of *Cenococcum* to synthetize thiamin, but experiments in this respect are lacking.

In Exps. 6—10 the advantage of casein hydrolysate for the growth of *Cenococcum* has been ascertained. To investigate how casein hydrolysate affects it in the absence of thiamin, the following experiment was carried out.

Experiment 14. Effect of thiamin on the growth of Cenococcum, while casein hydrolysate serves as the source of nitrogen.

Nutrient solution Io without NH_4-tartrate, as nitrogen sources $(NH_4)_2SO_4$ and casein hydrolysate in quantities corresponding to 0.3 g of nitrogen per litre. *Cenococcum* strain A_1, age of inoculum 15 days. Duration of experiment 30 days. The results are shown in Table 16.

Evidently the growth of the fungus with thiamin would have been better with $(NH_4)_2SO_4$ if the acidity that became unfavourable had not stopped it. Without thiamin, increasing acidity has not prevented growth.

Table 16. Effect of thiamin on the growth of *Cenococcum* with different sources of nitrogen (Exp. 14).

Taulukko 16. Aneuriinin vaikutus Cenococcumin kasvuun eri typpilähteillä (Koe 14).

	With $(NH_4)_2SO_4$ / *$(NH_4)_2SO_4$:lla*				With casein hydrolysate / *Kaseinihydrolysaatilla*			
	Dry weight / *Kuivapaino* mg		pH		Dry weight / *Kuivapaino* mg		pH	
	Main colony / *Pääkolonia*	Total dry weight / *Koko kuivapaino*	Initial / *Alussa*	Final / *Lopussa*	Main colony / *Pääkolonia*	Total dry weight / *Koko kuivapaino*	Initial / *Alussa*	Final / *Lopussa*
1. No thiamin	3.6	3.8	4.3	3.1	18.8	42.0	4.7	3.8
2. 1 γ »	21.9	28.8	4.3	2.4	75.9	126.7	4.7	3.5
Proportion of dry weights with and without thiamin	6.1	7.6			4.0	3.0		

Cenococcum has thus grown fairly well on casein hydrolysate even without thiamin. Whether the hydrolysate in question contained thiamin as an impurity, or whether other substances contained therein can considerably increase the ability of *Cenococcum* to synthetize this growth substance remains so far undecided.

Experiments with amino acids.

The possibility has previously been mentioned that the favourable effect of casein hydrolysate could be due to the growth substances contained in it. The most immediate idea is, in that case, that some of the amino acids contained in the hydrolysate would have a growth-stimulating effect. (cf. Exp. 8). In order to illustrate this a few experiments were carried out.

Experiment 15. Possible growth-substance effect of certain amino acids on Cenococcum.[1])

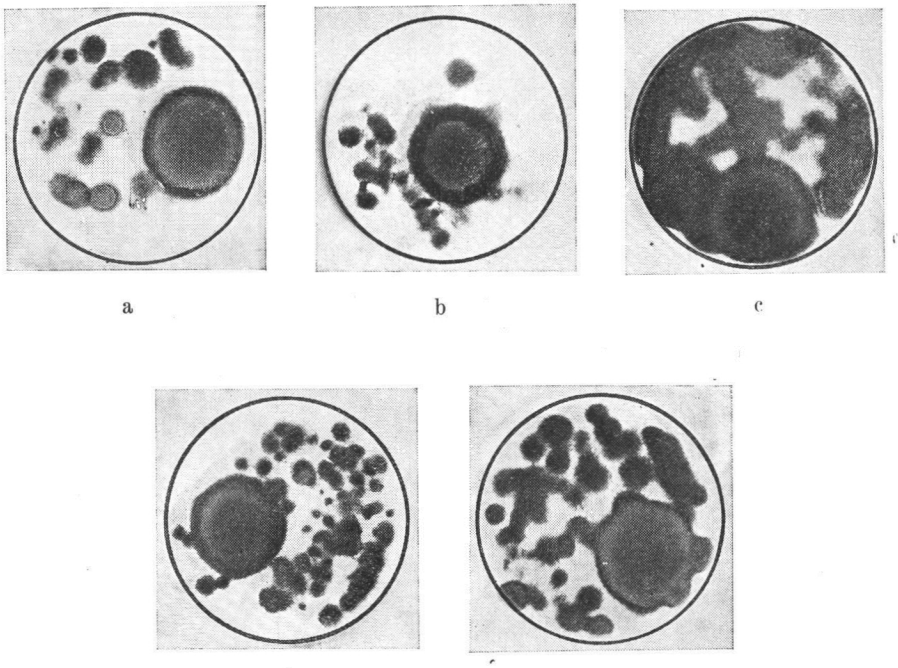
Nutrient solution I (except in the series of strain B, II), pH after autoclaving in other series 4.5, but in those containing arginine 4.6, and those of strain B 4.8. (The experiments with different strains were not made simultaneously.) 1 mg of amino acids was administered per flask. *Cenococcum* strains: A_1 (age of inoculum 23 days), D (38 days), and B (39 days). Duration of experiment 25 days, except for strain D, 30 days. The results are shown in Table 17.

Table 17. Effect of certain amino acids on the growth of *Cenococcum* in nutrient solution containing NH_4-tartrate (Exp. 15).

Taulukko 17. Eräiden aminohappojen vaikutus Cenococcumin kasvuun NH_4-tartraattia sisältävässä ravintoliuoksessa (Koe 15).

Addition *Lisätty*	*Cenococcum* A_1			*Cenococcum B*			*Cenococcum D*	
	Dry weight *Kuivapaino* mg		pH	Dry weight *Kuivapaino* mg		pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*		Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*			
Control	31.3±1.6	39.5±1.4	4.1	3.6±0.3	6.2±0.7	4.7	1.7±0.2	4.5
dl-Alanine	23.5±1.9	34.4±2.0	4.1	—	—	—	1.5±0.1	4.5
l-Arginine	32.8±2.4	51.0±3.6	4.0	3.2±0.1	5.5±0.4	4.8	2.6±0.6	4.6
l-Aspartic acid	37.6±1.4	46.9±2.2	4.1	—	—	—	1.4±0.1	4.5
l-Cystine	28.8±1.1	36.5±2.0	4.1	3.6±0.3	5.4±0.3	4.7	1.7±0.1	4.5
l-Glutamic acid	28.0±1.3	38.3±1.8	4.1	—	—	—	1.5±0.1	4.5
Glycocoll	30.6±2.2	46.0±2.3	4.1	—	—	—	1.4±0.2	4.5
l-Histidine HCl	45.1±7.5	68.1±4.9	3.9	1.8±0.3	2.0±0.2	4.7	2.1±0.2	4.5
l-Leucine	33.2±1.0	46.9±2.7	4.0	—	—	—	2.4±0.2	4.5
d-Lysine $(HCl)_2$	34.9±1.2	57.4±4.3	4.0	3.4±0.3	5.4±0.3	4.7	1.8±0.1	4.5
dl-Methionine	41.6±0.8	55.7±2.8	4.0	1.5±0.0	2.1±0.0	4.7	1.3±0.1	4.5
l-Proline	25.9±1.7	37.8±1.8	4.1	3.5±0.2	5.4±0.3	4.7	2.9±0.3	4.5
l-Tryptophane	28.7±1.2	41.0±1.2	4.1	—	—	—	2.4±0.3	4.5
l-Tyrosine	32.6±2.8	38.8±2.9	4.1	—	—	—	1.4±0.2	4.5
dl-Valine	30.1±2.5	50.2±4.0	4.0	—	—	—	1.7±0.2	4.5
Casein hydrolysate 1 mg	37.2±1.8	56.8±2.0	4.0	3.6±0.3	4.9±0.4	4.7	2.9±0.4	4.5
Casein hydrolysate 2 mg	46.2±2.1	66.5±4.0	3.9	3.0±0.2	5.2±0.7	4.7	3.2±0.4	4.5

[1]) The main points of the experiment have been published earlier (Melin & Mikola 1948).



a b c

d e

Fig. 6. Some typical growths of *Cenococcum* from Exp. 15. Strain A_1. ½ of natural size.
Kuva 6. Eräitä tyypillisiä Cenococcum-kasvustoja kokeesta 15. Kanta A_1. ½ luonnollisesta koosta.

a. Control — *kontrolli*
b. 1 mg Cystine — *1 mg cystiiniä*
c. 1 » Histidine — *1 » histidiiniä*
d. 1 » Tryptophane — *1 » tryptofaania*
e. 2 » Casein hydrolysate — *2 » kaseinihydrolysaattia*

It appears from the experiment that histidine had a distinct growth-stimulating effect on strain A_1 (1 mg of histidine brought about practically the same effect as 2 mg of casein hydrolysate). Lysine, methionine, and arginine also stimulated the growth, possibly even some other amino acids. The growth-stimulating effect applied particularly to the small colonies (chlamydospores). Fig. 6 shows typical representatives of some of the cultures photographed. On strain D also arginine and histidine had a promoting effect but, in addition to them, that was obviously the case also with proline, leucine and tryptophane, whereas lysine had no effect whatever, and the influence of methionine was rather inhibitory. None of the amino acids promoted the growth of strain D as strongly as casein hydrolysate. And finally, histidine and methionine prevented effectively the growth of strain B, while other amino acids comprised by the experiment had no bearing upon this strain, nor had casein hydrolysate.

Nielsen and Hartelius (1938, Nielsen 1941) studied the influence of 31 amino acids on yeasts, and 7 of them proved to possess a distinct effect of growth-substance type. Among these 7 are included arginine, lysine, and methionine which, according to Exp. 15, have a distinct effect on *Cenococcum* also, at least on some of the strains. The effect of aspartic acid which constitutes a growth substance for yeast, has to be considered uncertain for *Cenococcum*. Leucine, which promoted the growth of *Cenococcum D*, had no effect on yeast in the experiments of Nielsen, but another strain of the same fungus, in the experiments of Lash Miller, was very strongly affected by it (Nielsen 1941). Methionine, which is known as an indispensable growth substance for many bacteria, and which affected one of the *Cenococcum* strains favourably and two of them unfavourable, proved in Nielsen's experiments detrimental to yeast, but its inhibitory effect could be neutralized by means of certain other growth substances.

Furthermore, a few experiments may be mentioned in which the effect of amino acids ascertained to be active was studied in various concentrations on *Cenococcum* and also two other fungi.

Experiment 16. Effect of histidine concentration on the growth of Cenococcum graniforme, Amanita muscaria, and Boletus variegatus.

Nutrient solution II, initial pH 4.5. Strains: *Cenococcum* A_1 (age of inoculum 26 days), *Amanita muscaria* (26 days) and *Boletus variegatus* (5 days). Duration of experiment for *Boletus* 15 days, for the others 25 days. The results are shown in Table 18.

Table 18. Effect of histidine on the growth of *Cenococcum graniforme*, *Amanita muscaria*, and *Boletus variegatus* (Exp. 16).

Taulukko 18. Histidiinin vaikutus Cenococcum graniformen, Amanita muscarian ja Boletus variegatuksen kasvuun (Koe 16).

Histidine mg per flask *Histidiiniä mg pulloa kohti*	*Cenococcum graniforme*		*Amanita muscaria*		*Boletus variegatus*	
	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
0	17.8	4.4	16.7	4.3	117.3	3.5
0.2	19.6	4.4	—	—	—	—
0.5	21.0	4.3	—	—	—	—
1	23.8	4.3	10.4	4.4	101.7	3.7
2	20.9	4.3	—	—	—	—
5	16.7	4.4	—	—	—	—

Experiment 17. Effect of proline and hydroxyproline on the growth of Cenococcum graniforme and Amanita muscaria.

Nutrient solution II, initial pH 4.8. *Cenococcum* strains A_1 (age of inoculum 10 days), B (39 days), and D (39 days), and *Amanita muscaria* (10 days). Duration of experiment 25 days, except for strain D, 35 days. The results are shown in Table 19.

Table 19. Effect of proline and hydroxyproline on the growth of *Cenococcum graniforme* and *Amanita muscaria* (Exp. 17).

Taulukko 19. Proliinin ja oksyproliinin vaikutus Cenococcum graniformen ja Amanita muscarian kasvuun (Koe 17).

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	*Cenococcum* A_1			*Cenococcum B*			*Cenococcum D*		*Amanita muscaria*	
	Dry weight *Kuivapaino* mg		pH	Dry weight *Kuivapaino* mg		pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
	Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*		Main colony *Pääkolonia*	Total dry weight *Koko kuivapaino*					
None	24.2±1.7	26.5±1.3	4.4	3.6±0.3	6.2±0.7	4.7	4.7±0.2	4.7	26.3±1.9	4.4
Proline 0.5 mg .	20.4±1.8	27.4±2.0	4.4	3.9±0.2	5.8±0.3	4.7	4.9±0.2	4.7	22.7±1.7	4.4
Proline 1 mg ..	21.0±1.4	27.4±1.8	4.3	3.5±0.2	5.4±0.3	4.7	5.8±0.2	4.7	22.0±1.5	4.4
Proline 5 mg ..	18.2±3.2	24.1±2.3	4.4	2.8±0.2	5.4±0.4	4.7	6.3±0.3	4.7	23.6±2.0	4.5
Hydroxyproline 0.5 mg	20.6±4.0	24.3±4.3	4.4	3.8±0.3	7.8±0.7	4.6	4.8±0.1	4.7	21.5±1.7	4.4
Hydroxyproline 1 mg	21.5±3.8	25.4±3.2	4.4	3.5±0.2	7.1±0.4	4.7	5.3±0.3	4.7	20.1±1.5	4.5

As compared with actual growth substances, a fairly abundant quantity of amino acids found active was required to make the effect discernible, and the effect increased along with the rise of concentration. This suggests the question whether these amino acids are to be considered at all as growth substances or rather as nutrients. Also in Nielsen's (1941) experiments a fair quantity of amino acids acting as growth substances, with the exception of β-alanine, was required; nevertheless, Nielsen (l. c. p. 152) counts the amino acids in question as belonging to growth substances.

The effect of histidine on *Cenococcum* was fairly weak in Exp. 16[1]). It looks, however, as if histidine in higher concentrations would introduce a inhibitory influence as well. As little as 1 mg per flask was distinctly detrimental to *Amanita muscaria* (in the same way as to *Cenococcum* strain B in Exp. 15), and maybe slightly also to *Boletus variegatus*.

The effect of proline on strain D was favourable, as was the case in Exp. 15. The effect on other strains was weak or indefinite. It is possible that proline in a high concentration was slightly detrimental to the growth of the other two *Cenococcum* strains while it somewhat stimulated the germination of the chlamydospores of strain A_1 particularly.

[1]) The weaker effect of histidine in this experiment may be due to the reduced supply of oxygen. In Exp. 15, flasks of 200 ml, and in Exp. 16, those of 100 ml were used. The quantity of solution being the same in each experiment, the solution layer in Exp. 15 was thinner and the mycelium reached the surface of the solution much earlier than in Exp. 16. It is possible that histidine is able to exercise a favourable influence on the growth of *Cenococcum* only if enough oxygen is available.

Hydroxyproline which, according to Robbins and McVeigh (1946), even in a very weak concentration affects certain fungi poisonously, stimulating the growth of other species, perhaps slightly promoted the growth of strain D and the germination of the chlamydospores of strain B.

Proline and hydroxyproline had hardly any effect on the growth of *Amanita muscaria* in the concentrations tested.

In connection with Exp. 8 it was suggested that *Cenococcum* were actually capable, starting from NH_3, of synthetizing all the proteins of its cells, its ability to synthetize certain amino acids being, however, so limited that conditions of growth are more favourable if the fungus can obtain these amino acids in ready form. The results of Exp. 15 seem to support such an assumption. Another indication in the same direction is the fact that the favourable effect of amino acids (casein hydrolysate) is proportionally stronger on slowly growing strains than on vigorous ones, i. e. the »weakened» strains have partially lost their ability to synthetize certain amino acids. Also certain recent studies on the physiology of fungi seem to justify the conclusion that many fungi may be either completely or partially heterotrophic with regard to certain amino acids (Shopfer & Blumer 1943, Robbins & Ma 1945, Melin & Norkrans 1948). Those amino acids that the fungus requires for cell construction, but which it is incapable of synthetizing itself, are rather to be considered as nutrients than as growth substances.

Nielsen and Hartelius (1939) have shown that the growth-stimulating effect of amino acids may be dependent on a great many factors. Thus β-alanine, without thiamin, had a toxic effect on yeast, and before it started to promote the growth it required the presence, in addition to thiamin, of asparagine and glutamic acid, which latter, however, — according to later studies (Nielsen & Dagys 1940) — could be replaced by certain other acids. It is possible that the growth-stimulating effect on *Cenococcum* of casein hydrolysate is also due to a definite amino acid combination, possibly to amino acids that have not been considered in any of the above experiments, or to growth substances contained therein and not belonging to amino acids at all.

The effect on *Cenococcum* (strain A_2) of certain purine bases (adenine, guanine, hypoxanthine, and xanthine), which are ascertained to be present in the soil as decomposition products of nucleic acids, and some of which stimulate the growth of certain fungi (Robbins & Kavanagh 1942 a and b, Melin 1946), was also tested (in connection with Exp. 6) but no effect was observed.

As the effect of casein hydrolysate on the various *Cenococcum* strains was very different in separate experiments, another experiment was made where its effect on three strains was tested simultaneously under identical

conditions. At the same time the effect of casein hydrolysate was compared with that of certain other colloidal substances.

Experiment 18. Effect of casein hydrolysate, starch, and agar on the growth of three Cenococcum strains.

Nutrient solution II. *Cenococcum* strains A_1, B and D, age of inocula 21 days. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Table 20.

Table 20. Effect of certain colloidal substances on the growth of three *Cenococcum* strains (Exp. 18).

Taulukko 20. Eräiden kolloidisten aineiden vaikutus kolmen Cenococcum-kannan kasvuun (Koe 18).

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	Initial pH *Alku-pH*	*Cenococcum* A_1			*Cenococcum B*		*Cenococcum D*	
		Dry weight *Kuivapaino* mg		pH	Dry weight *Kuiva-paino* mg	pH	Dry weight *Kuiva-paino* mg	pH
		Main colony *Pää-kolonia*	Total dry weight *Koko kuiva-paino*					
25 mg glucose *glukoosia*	4.7	24.1	30.0	4.3	9.1	4.5	1.3	4.6
25 mg casein hydrolysate *kaseinihydrolysaattia*	4.8	16.5	37.1	4.3	4.7	4.7	4.8	4.6
25 mg starch *tärkkelystä*	4.7	31.9	41.5	4.2	10.3	4.5	3.0	4.6
25 mg agar (washed) *agaria (pestyä)*	4.7	25.8	34.6	4.3	9.5	4.5	2.0	4.6

The colloids contained in the solution are possibly in favour of the growth of *Cenococcum*. The favourable effect of casein hydrolysate may be partly due to its colloidal condition, but, in addition, also to the amino acids contained in it and very probably to other substances formed in the hydrolysis of casein. (Also the starch employed in the experiment may have contained growth-stimulating substances as impurities (cf. Exp. 3).

The effect of casein hydrolysate on the various strains was very different. If the dry weight in the control series is indicated by 100, the dry weights of the different strains with casein hydrolysate are as follows: D 360, B 52, and the main colony of A_1 69, its small colonies 350, and the total dry weight 123. In this experiment, casein hydrolysate has thus fairly strongly prevented the growth of the main colony of strain A_1.[1])

[1]) ... asks used in the experiment were of 100 ml, and the fungus grew most of the time totally submerged. Probably the retarding effect of casein hydrolysate is smaller and the growth-promoting effect stronger when the fungus grows on the surface of the solution. Casein hydrolysate affects in the first place the longitudinal growth of the hyphae, slowing it down, but stimulates their ramification, and the colonies in the casein hydrolysate series are, in general, smaller but more compact than in the control series.

On the other hand, small colonies were visible in the casein hydrolysate series much earlier than in the control, and their growth was many times more rapid. In the same way as in the other experiments, the growth-stimulating effect was relatively greatest on strain D, while the effect on strain B was strongly inhibitory. It is remarkable that histidine and methionine also had a harmful effect on strain B, and thus the total effect of casein hydrolysate may, at least partly, be due to them.

Discussion.

The experiments carried out on *Cenococcum graniforme* have proved that thiamin (its pyrimidine component) is the only growth substance this fungus requires in order to grow in a synthetic medium, and even that is not absolutely necessary. Many other growth substances, both recognized and up to now unknown, however, stimulate the growth of the fungus, even if relatively weakly, as compared with thiamin. In the foregoing, certain amino acids have been proved to constitute such substances but many more are probably present in nature (cf. later Exps. 19 and 20). Growth-stimulating substances often have a growth-inhibiting effect as well, which tends to determine the total effect when the concentration is increased. Growth-promoting substances, in general, also stimulate the germination of chlamydospores but substances preventing vegetative growth may also have a similar influence.

The boundary line between growth substances and nutrients is not quite clear. Certain of the substances dealt with above, which in a relatively weak concentration had a growth-stimulating effect, probably should be considered rather as nutrients. The experiments, however, were merely preliminary, and thus only tentative hypotheses can be presented regarding the nature of influence these substances exert. The growth-preventing effect or cancelling out of each other's effects of growth substances or substances similar to them in influence, are questions awaiting further investigation. For the time being, the existence of such influences and the varying degree of sensitiveness of even different strains of one and the same fungal species to these influences can but be ascertained.

In their relation to growth substances the various *Cenococcum* strains have proved very different. The influence of growth substances is dependent also on environmental factors, of which only the supply of oxygen has been studied above. The relation of the different *Cenococcum* strains to oxygen is also very varying.

In their relation to growth substances the mycorrhizal fungi do not differ from other ecological fungal groups in the forest (Fries 1938 and

1943, Melin and others 1939, 1940, 1941, 1942, Lindeberg 1944). A partial or complete thiamin-heterotrophy is practically regular in all the groups, and in this respect *Cenococcum* is in no way different from the others. The growth-substance question hardly plays any essential rôle in mycorrhizal symbiosis. The trees, it is true, are auxoautotrophic, and mycorrhizal fungi can thus obtain from their host plants indispensable growth substances; but forest soil, too, contains at least thiamin in sufficient quantities (Melin & Norkrans 1942), and thus mycorrhizal fungi, e. g. *Cenococcum*, should be able to obtain from soil the thiamin they require, as saprophytic species evidently do (Lindeberg 1944). It has also been suggested that mycorrhizal fungi would produce growth substances, useful to their host plant (Lindquist, 1939), but the solution of this problem must be postponed until the significance to trees of growth substances obtained from outside is further clarified.

Relation of *Cencococum* to Litter Extracts and Fresh Leaf Extracts.

Litter extracts.

Pure culture studies of fungi living in the soil in their natural surroundings is impossible as there is no method available so far by which the humus could be sterilized so that no essential chemical changes take place at the same time. When humus is sterilized in an autoclave, toxic substances arise in it making impossible the growth of several mycorrhizal fungi (Melin 1925, p. 46, 1936, p. 1054). But the effect of individual humus components can be successfully subjected to experiment. Melin (1946) studied the effect of extracts from fallen leaves on the growth of fungi living in the soil and found, among other things, that most of the extracts if sterilized in an autoclave have a fairly similar effect to the one they have if sterilized by filtering. All the tested extracts made of treeleaves contained both a growth-stimulating and growth-preventing system, of which the effect of the former became visible in a weak concentration, that of the latter in a higher one. The inhibitory influence was very different for the extracts of various trees but the sensitiveness of the different fungi to the effect of the extracts also showed differences.

In Melin's experiments, mycorrhizal and saprophytic fungi showed a different reaction to litter extracts. The mycorrhizal fungi were very sensitive to the inhibitory influence of the extracts, while no detrimental effect on saprophytic fungi was discernible. For instance, 25 vol.% of aspen-leaf extract in a nutrient solution hampered almost totally the growth of most mycorrhizal fungi, while this concentration was not detrimental to any one of the saprophytic species. In Lindeberg's (1944, p. 119) experiments, 10 vol.% of aspen-leaf extract was exclusively

favourable to the growth of *Marasmius* species, and no inhibitory influence could be discerned. *Marasmius* species grew well even in autoclaved leaf litter. According to Norkrans (1944) a high concentration of aspen-leaf extract affects detrimentally the growth of saprophytic *Tricholoma* species as well, but not nearly so strongly as that of the mycorrhizal species.

As the relation to litter extracts of both mycorrhizal fungi and forest soil saprophytes has been very thoroughly investigated, it was considered important to compare *Cenococcum* also in this respect with the fungal groups mentioned. The experiment was carried out with aspen-leaf, birch-leaf, and pine-needle extracts. The first has been present in most of the experiments mentioned above, and the two others, naturally, are of the greatest importance in Finnish forest soils.

Experiment 19. Effect of litter extracts on the growth of Cenococcum.

The extracts were prepared as follows (Melin 1946, p. 6): 100 g air-dried litter (collected in autumn after the fall of the leaves) were ground, mixed with 500 ml distilled water and left to stand for 48 hours at a temperature of +5°C, after which the extract was filtered. The birch leaves and pine needles had been stored for 6 years, the aspen leaves had been collected a few months before the experiment. The extracts contained the following amounts of dry substance:

Birch-leaf extract	13.4	mg/ml
Aspen-leaf »	26.7	»
Pine-needle »	9.8	»

The dry substance contents of both birch and pine extracts were much smaller than in the experiments of Melin (1. c., p. 7). Possibly a part of the substances capable of yielding an extract had evaporated during the long time of storage. On the other hand, the aspen extract contained more dry substance than that used by Melin.

Nutrient solution I. *Cenococcum* strains A_2 and D, and with the birch-leaf extract, *Lactarius torminosus* (*Lactarius torminosus* is likely to be a mycorrhizal fungus of birch although, on account of the difficulty of cultivation, it has not so far been experimentally proved). Age of inocula 15 days. Duration of experiment 25 days, except for *Lactarius torminosus*, 38 days. The results are shown in Table 21 and Fig. 7.

The relation of *Cenococcum* to litter extracts is similar to that of the other mycorrhizal fungi. The growth-stimulating effect of the extracts, however, was fairly small (increasing the dry-substance production in the best case by 66 %). This may, however, be due partly to the fact that an attempt was made to eliminate the influence of the mineral components in the extract by adding to the nutrient solution all the ions that fungi are found to require (in the nutrient solution used by Melin, calcium and manganese were missing. The requirement of Ca and Mn by *Cenococcum*, it is true, has not been studied. Cf. Lindeberg 1944, pp. 120—151). The increase in growth brought about by extracts

Table 21. Effect of litter extracts on the growth of *Cenococcum graniforme* and *Lactarius torminosus* (Exp. 19).

Taulukko 21. Karike-ekstraktien vaikutus Cenococcum graniformen ja Lactarius torminosuksen kasvuun (Koe 19).

Kind of litter *Karikelaji*	Added per flask *Lisätty pulloa kohti* ml	Initial pH *Alku-pH*	*Cenococcum A₂* Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	*Cenococcum D* Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	*Lact. torminosus* Dry weight *Kuivapaino* mg	pH
Birch — *Koivu* .	0	5.4	4.4±0.2	5.4	1.9±0.1	5.3	10.0±0.6	4.9
	0.2	5.4	4.5±0.2	5.3	4.6±0.1	5.2	10.8±0.6	4.9
	1	5.4	6.6±0.3	5.2	4.9±0.4	5.2	14.2±0.9	4.8
	5	5.3	3.1±0.5	5.2	1.2±0.1	5.2	1.7±0.3	5.1
	10	5.1	0.3±0.0	5.1	—	—	—	—
Aspen — *Haapa*	0	5.4	4.4±0.2	5.4	1.9±0.1	5.3	—	—
	0.2	5.4	3.8±0.0	5.4	3.8±0.1	5.3	—	—
	1	5.4	4.5±0.2	5.4	2.4±0.2	5.4	—	—
	5	5.5	1.0±0.3	5.5	1.0±0.0	5.5	—	—
	10	5.6	0.2±0.0	5.5	—	—	—	—
Pine — *Mänty*	0	5.4	4.4±0.2	5.4	1.9±0.1	5.3	—	—
	0.2	5.4	5.3±0.2	5.3	3.3±0.4	5.3	—	—
	1	5.4	7.3±0.1	5.2	4.6±0.2	5.2	—	—
	5	5.0	4.5±0.3	5.1	1.9±0.4	5.0	—	—
	10	4.8	0.4±0.0	4.8	—	—	—	—

must be attributed mainly to the organic growth substances contained in them.

Cenococcum is not equally sensitive to the growth-inhibiting influence of the extracts as, for instance, *Lactarius torminosus*, which in this respect has perhaps to be considered as among the most sensitive, equally with *L. deliciosus* (Melin 1946, p. 17). However, 10 ml of the extract per flask prevented the growth of *Cenococcum* almost completely.

Pine and birch extracts had fairly similar effects. Both the stimulating and preventing effect of aspen extract was slightly weaker.

Fresh leaf extracts.

The influence of extracts prepared from fresh leaves on mycorrhizal or other fungi living in the soil has not been systematically investigated but at least in some cases they are found to have a favourable effect. Melin (1923 b) managed to make certain fungi, of which the cultivation is known to be difficult, grow by adding an extract made by boiling birch leaves to the nutrient solution. As the fungi, in addition to the identified growth substances, are dependent obviously on several others which are contained in natural products of unknown composition, such as yeast, malt, and litter extracts, it is very natural that extracts from fresh leaves

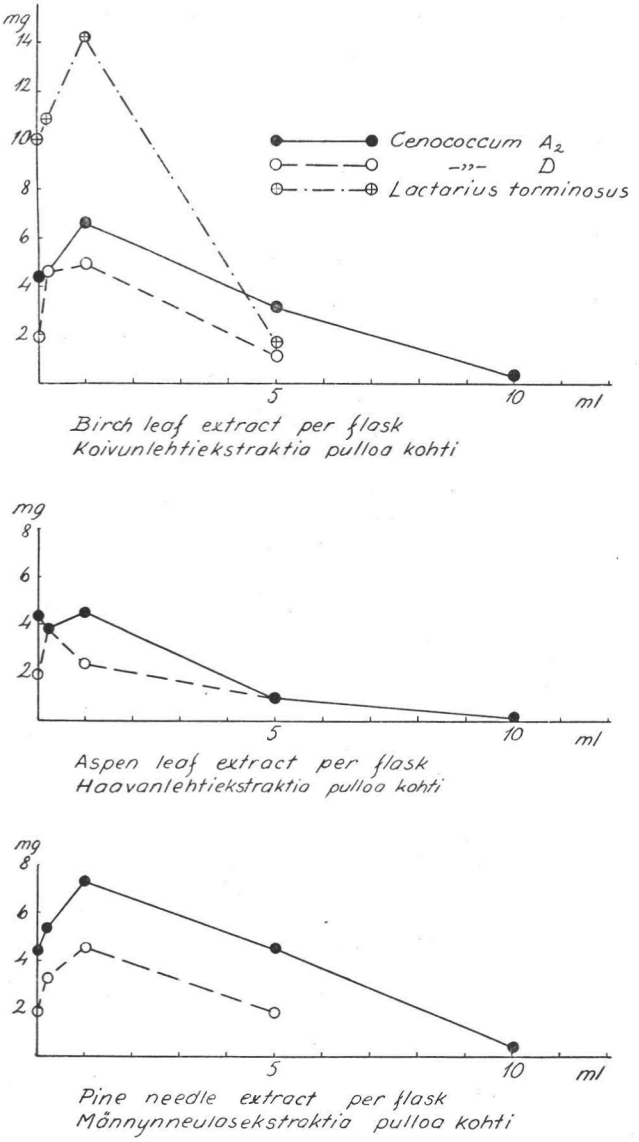


Fig. 7. Effect of certain litter extracts on the growth of *Cenococcum graniforme* and *Lactarius torminosus* (Exp. 19).
Kuva 7. Eräiden karike-ekstraktien vaikutus Cenococcum graniformen ja Lactarius torminosuksen kasvuun (Koe 19).

contain also substances of this kind. But another question is whether the substances injurious to fungi are already present in green leaves or whether they come into being only in the autumn when the leaves grow yellow and fall off. For this reason also the effect of extracts made from green leaves on the growth of *Cenococcum* was tested.

Table 22. Effect of extract from green birch leaves on the growth of *Cenococcum graniforme* and *Lactarius torminosus* (Exp. 20).

Taulukko 22. Tuoreista koivun lehdistä uutetun ekstraktin vaikutus Cenococcum graniformen ja Lactarius torminosuksen kasvuun (Koe 20).

		Extract added per flask — *Lisätty ekstraktia pulloa kohti*				
		0	0.5 ml	1 ml	5 ml	10 ml
Initial pH — *Alku-pH*		4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
Cenococcum A_1	a[1])	8.3±0.5	4.0±0.2	2.9±0.3	1.7±0.1	1.1±0.1
	b	28	95	144	118	88
	c	3.3±0.2	10.8±0.2	13.9±2.2	9.6±0.8	3.8±0.4
	d	11.6±0.6	14.8±0.2	16.9±2.1	11.3±0.7	4.8±0.4
	e	4.6	4.6	4.7	4.8	4.9
Cenococcum B	a	3.9±0.4	—	3.9±0.2	2.4±0.0	2.8±0.2
	b	20	—	24	8	2
	c	3.1±0.7	—	4.8±0.3	0.8±0.3	0.0±0.0
	d	7.0±0.6	—	8.7±0.5	3.2±0.3	2.8±0.2
	e	4.7	—	4.8	4.8	4.8
Cenococcum D	d	1.5±0.2	—	5.9±0.5	3.9±0.3	2.6±0.2
	e	4.8	—	4.8	4.8	4.8
Lactarius torminosus	d	1.8±0.1	—	5.9±0.2	1.2±0.1	0.8±0.1
	e	4.8	—	4.8	4.8	4.8

[1]) a = dry weight of main colony, mg — *pääkolonian kuivapaino, mg*
b = average number of small colonies per flask — *pienkoloniain keskim. luku pulloa kohti*
c = dry weight of small colonies — *pienkoloniain kuivapaino*
d = total dry weight — *koko kuivapaino*
e = final pH — *loppu-pH*

Experiment 20. Effect of fresh leaf extracts on the growth of Cenococcum.

Extracts made from pine needles and birch leaves were included in the experiment. The preparation of the extracts took place as follows: 250 g fresh leaves (needles)[1]) (collected in the beginning of August) were chopped up immediately after collection, and 1 litre of water was added. The mixture was quickly heated up to +60°C, and left to stand for 48 hours at +5°C, after which the extract was filtered. The birch-leaf extract was a thick, syrup-like liquid, initially of brown-green colour but rapidly changed to dark brown. The colour of pine-needle extract was green-yellow, and the liquid had a strong smell of resin. The dry substance content of the extracts was:

Birch-leaf extract ..... 9.5 mg/ml
Pine-needle » ..... 13.2 »

The extracts were used immediately after preparation. They were added to the nutrient solution before autoclaving.

Nutrient solution II. *Cenococcum* strains A_1, B, and D, in addition to which *Lactarius torminosus* was tested with birch-leaf extract (cf. Exp. 19) and *Lactarius deliciosus*, a mycorrhizal fungus of pine (M e l i n 1925), with pine-needle extract. Inocula of the *Cenococcum* strains was 26, those of *Lactarius* species 41 days old. Duration of experiment: *Cenococcum* A_1 20 days, *Cenococcum B* and *D* 25 days, *Lactarius* species 35 days. The results are shown in Tables 22 and 23 and Figs. 8 and 9.

[1]) The weight of 250 g fresh birch leaves, air-dried, was 98 g and dried for 24 hours at +100°C 85 g. Corresponding figures for pine needles were 108 and 95 g respectively.

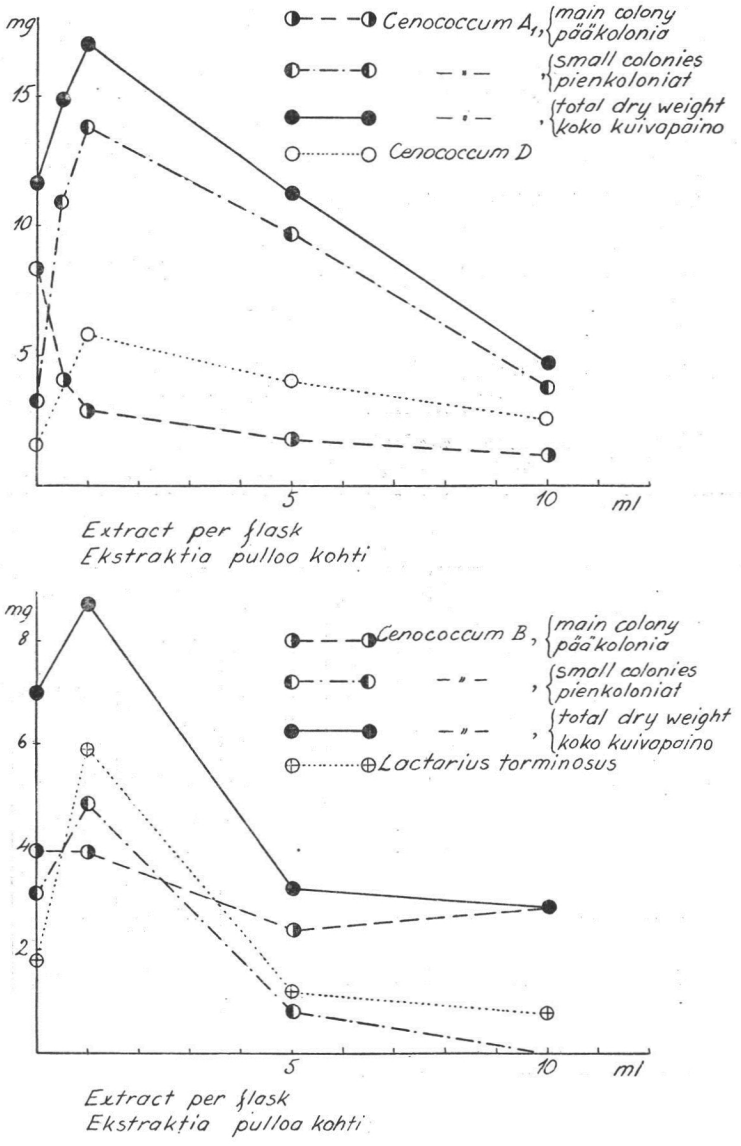


Fig. 8. Effect of extract from fresh birch leaves on the growth of three *Cenococcum* strains and *Lactarius torminosus* (Exp. 20).

Kuva 8. Tuoreista koivun lehdistä uutetun ekstraktin vaikutus kolmen Cenococcum-kannan ja Lactarius torminosuksen kasvuun (Koe 20).

The relation of the two *Lactarius* species to fresh leaf extracts was approximately the same as to the litter extracts, i. e. the extracts first stimulated their growth but along with increasing concentration the toxic effect gained more and more force. Growth-preventing influence was, it is true, slightly weaker than in experiments with litter extracts but

this can be explained by the fact that, while the dry weight of the two extracts is approximately the same, the green leaf extract contains more sugars and other purely nutritive substances; consequently the concentration of toxic components remains smaller than in litter extracts. (Cf. also the difference in the preparation of these extracts: When making litter extract, 100 g of air-dried leaf substance was extracted in 0.5 litres of water, whereas for green leaf extract approximately the same quantity of leaf substance was treated in twice that quantity of water.)

Table 23. Influence of extract from green pine needles on the growth of *Cenococcum graniforme* and *Lactarius deliciosus* (Exp. 20).

Taulukko 23. Tuoreista männyn neulasista uutetun ekstraktin vaikutus Cenococcum graniformen ja Lactarius deliciosuksen kasvuun (Koe 20).

		Extract added per flask — *Lisätty ekstraktia pulloa kohti*				
		0	0.5 ml	1 ml	5 ml	10 ml
Initial pH — *Alku-pH*		4.9	4.8	4.8	4.6	4.4
Cenococcum A_1	a[1])	8.3±0.5	5.6±0.2	4.8±0.3	3.8±0.2	2.4±0.1
	b	28	86	103	103	44
	c	3.3±0.2	13.1±2.7	13.6±1.9	5.3±0.8	0.3±0.0
	d	11.6±0.6	18.7±2.5	18.4±1.7	9.2±0.8	2.7±0.1
	e	4.6	4.6	4.6	4.5	4.4
Cenococcum B	a	3.9±0.4	—	3.6±0.2	3.1±0.2	3.1±0.2
	b	20	—	21	26	11
	c	3.1±0.7	—	4.0±0.8	2.2±0.2	0.2±0.0
	d	7.0±0.6	—	7.6±0.7	5.3±0.2	3.3±0.2
	e	47	—	4.7	4.6	4.4
Cenococcum D	d	1.5±0.2	—	4.7±0.2	3.5±0.2	2.5±0.1
	e	4.8	—	4.7	4.6	4.4
Lactarius deliciosus	d	1.0±0.1	—	4.7±0.6	1.7±0.0	0.7±0.0
	e	4.8	—	4.6	4.5	4.4

[1]) Notes are the same as for Table 22.
Merkinnät samat kuin taulukossa 22.

There still remains a possibility that the substances stimulating and preventing growth have come into being in the leaf extracts due to sterilization in the autoclave (the influence of extracts sterilized by filtering was not tested). Dagys (1940) found that birch sap has a growth-stimulating effect on yeast which, if autoclaved, is multiplied in intensity; fructose and malic acid together are suggested to form some kind of growth substance. It is likely, however, that the substances which in leaf litter have a stimulating or inhibitory effect, are present already in the green leaves. Possibly the same substances protect the plants against

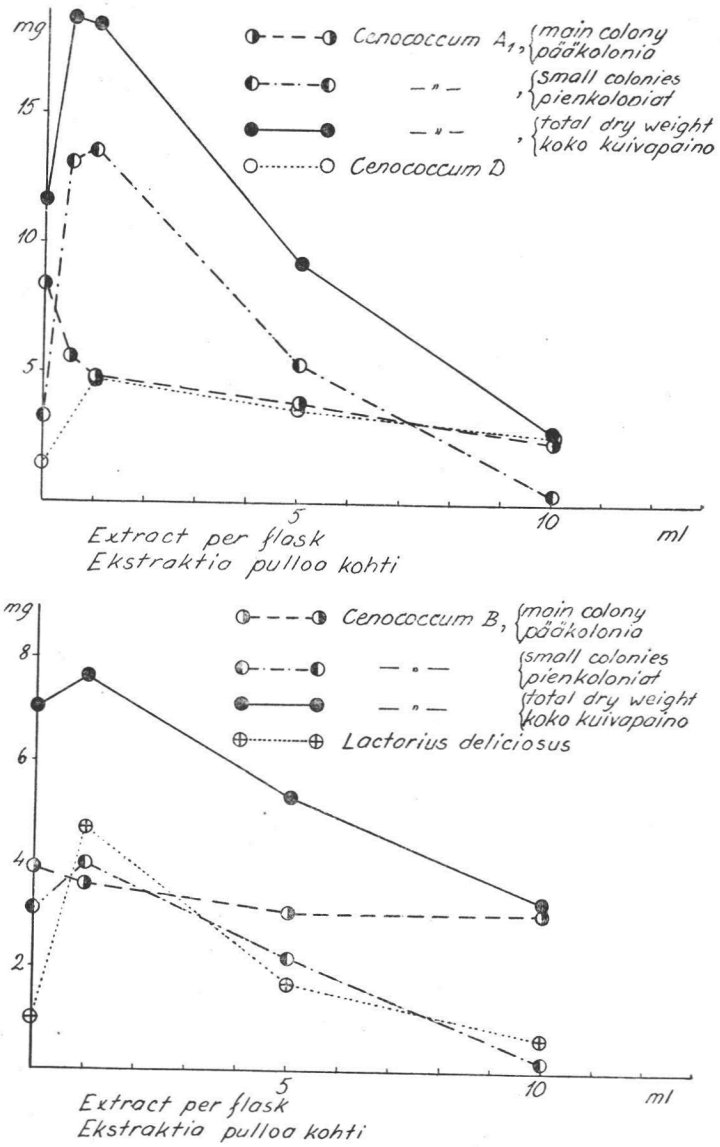


Fig. 9. Effect of extract from fresh pine needles on the growth of three *Cenococcum* strains and *Lactarius deliciosus* (Exp. 20).

Kuva 9. Tuoreista männyn neulasista uutetun ekstraktin vaikutus kolmen Cenococcum-kannan ja Lactarius deliciosuksen kasvuun (Koe 20).

parasitic fungi. It is not necessary to assume that there are, in the leaves (and probably also other parts of the plant), growth-stimulating and toxic substances separately, but one and the same substance may have a stimulating effect in a weak concentration and prove toxic in a higher one. This

kind of effect, which many metallic ions have long been known to possess, is obviously possessed by among others some amino acids (cf. e. g. Robbins & McVeigh 1946).

The different strains of *Cenococcum* varied greatly in their behaviour towards green leaf extracts. The vegetative growth of strain A_1 was strongly hampered by both of the extracts even in a weak concentration, by birch extract more so than by pine extract. But a weak extract concentration stimulated the germination of chlamydospores of this same strain strongly, while a higher one somewhat inhibited it (10 ml of pine extract prevented almost totally the growth of small colonies). The extracts did not in any considerable degree affect the growth of the main colony of strain B; only a weak harmful effect could be observed in higher concentrations. Instead, the extracts had a distinct effect, primarily injurious, on the chlamydospores and small colonies of this strain. The influence of birch extract was stronger than that of pine extract. The growth of small colonies was strongly retarded by 5 ml of birch extract and completely prevented by 10 ml. On strain D, the extracts had a strong growth-stimulating effect which even in the highest concentration experimented upon exceeded the inhibitory effect. The formation of small colonies was scant in strain D. Their share of total dry weight was, in series containing 1 ml of extract, approximately 10 %, in all others quite negligible.

Differences between Various Strains of *Cenococcum*. Chlamydospores.

In the experiments reported above, considerable differences between the different strains of *Cenococcum* have appeared in several connections. Tables 11 and 13 give an idea of the rapidity of growth of the different strains in a nutrient solution as measured by their dry substance production. But dry substance production and the longitudinal growth of the hyphae are not always proportional. Thus the colonies of strain A_2 were nearly as large as those of strain A_1, but so sparse that the dry weight was roughly one-tenth of the dry weight of the colonies of strain A_1. The colonies of strain D were only a fraction in size of the colonies of strain A_2, but so dense that their dry weight almost equalled that of the latter. Strain D was the only one of which the colonies were somewhat slimy.

The growth rate of strain A_2 was considerably reduced during the year in which pure culture experiments were performed. The growth rate of the other strains remained practically unchanged.

The strains B and C were in every respect very similar to each other. Strain D differed most from the others. But according to Lihnell

(1942, p. 8) it formed anastomoses with strain C, and thus the relationship between the strains is in any case very close.

It happened sometimes in the experiments by Lihnell (1942, p. 6—7) that the new mycelium growing immediately after inoculation was white, and the colonies only later on assumed their typical black colour. This occurred in all strains and independently of the substrate. In the experiments reported above, such »albino» colonies also occurred now and then in all other strains, with the exception of A_1 and A_2. They were most frequent in strain D, however not wholly independent of substrate but, in general, so that the increased growth rate and the loss of colour were connected with each other. The white colonies were always submerged, and when approaching the surface the hyphae assumed their black colour. On the whole, the colonies grew dark with age, and in many experimental series colonies that had started their growth nearly white were completely black on the surface at the time of harvesting. (The core of the colony, born white, remained white.) In the experiments reported above, all the colonies of strain D were light in colour, at least at the initial stages of the experiment, e. g. in the following series: Exp. 18, with casein hydrolysate, Exp. 19 in the series containing both birch and aspen extract, and in Exp. 20 with birch-leaft extract (with pine-needle extract, the colonies were black from the beginning). Loss of colour cannot be explained as being due to lack of any substance the fungus required as in all cases it was caused by addition of substances to the nutrient solution which at the same time promoted the growth of the fungus.

Whenever sporadic »albino» colonies occurred in strains C and E, their growth rate also exceeded that of the black colonies. A few of them appeared, for instance, in the series without thiamin of Exp. 12. There was, however, no question of any thiamin-autotrophic mutation as, when inoculated from the white colony in a new substrate, the fungus was again black and equally dependent on thiamin as before the appearance of the white colony.

The papers of Hatch (1934) and Lihnell (1942) also contain a description of the outward appearance and anatomic structure of *Cenococcum* hyphae in pure culture. Lihnell mentions that there appear, in addition to the ordinary black, brittle, and sparsely but characteristically ramifying hyphae with thick membrane, also thinner, colourless and abundantly ramifying hyphae, the occurrence of which he considers as a token of age, caused perhaps by the exhaustion of some nutrient in the substrate. Such thin and densely ramifying hyphae, however, have to be considered as belonging to the normal development of *Cenococcum* as they already occur in a very young culture, and e. g. the mycelium arising from the germination of a chlamydospore or a broken piece of hypha is, to begin with, completely of the same type, and not

until later do straight and less ramifying hyphae start growing from it, assuming gradually a thick membrane and dark colour. Ferdinandsen and Winge (p. 366) also report in nature two kinds of *Cenococcum* hyphae, dark ones with thick membrane as well as colourless and soft ones. The growing tip of even the dark hyphae is colourless and can be stained by e.g. aniline blue in the same way as the thin and branching hyphae, whereas stains do not seem to affect the thick membrane of the dark cells. While the hypha grows rapidly in length the septa between the cells develop fairly late.

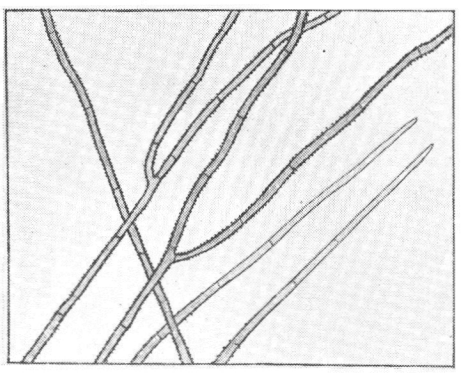


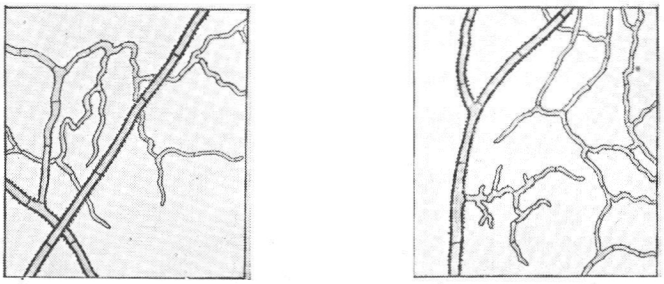
Fig. 10. Typical dark hyphae, with thick membrane, of *Cenococcum graniforme* in liquid culture. × 300.

Kuva 10. Cenococcum graniformen tyypillistä, paksukettoista ja tummaa rihmastoa nesteviljelmässä. Suurennus 300 ×.

The change from a thick dark hypha into a thin and colourless one takes place either gradually (Fig. 11 a), or else one branch of a hypha may suddenly completely change its way of growing (Fig. 11 b). The more soft, colourless mycelium is formed by the fungus, the denser are the colonies.

According to Lihnell (1942, p. 5) *Cenococcum* has no reproductory organs of any kind. However, chlamydospores which are fairly abundant in a submerged mycelium and which had already been discovered by Hatch (1934, p. 372), serve for the reproduction of the fungus. Fig. 12 shows some chlamydospores of different ages and position. They are only present in submerged hyphae, and do not appear at all in aerial hyphae. They are present both in the thick dark hyphae and in the thin colourless ones, though more frequently in the former. Most frequently they are in the middle of a hypha, but terminal ones also occur fairly often.

Some illustration of the abundance of chlamydospores is afforded by the number of small colonies arising in liquid culture (cf. Fig. 6). Obviously, they come into being, in the first place, from chlamydospores (and broken pieces of hyphae) detached into the solution at inoculation for they all appear practically simultaneously, a fortnight after inoculation, or even earlier if the nutrient solution contains substances stimulating the germination of chlamydospores (cf. Exp. 20), and later on their number hardly increases. Some — obviously terminal — chlamydospores become detached from the colonies into the solution even during the experiment, and many chlamydospores germinate remaining attached to the hypha, thus forming compact tufts in the periphery of the colony.



a b

Fig. 11. Two types of *Cenococcum graniforme* hyphae. a. The change from a thick dark hypha into a thin and colourless one takes place gradually. b. The change is sudden. × 300.

Kuva 11. Cenococcum graniformen kahdenlaista rihmastoa. a. Paksun tumman rihman muuttuminen ohueksi ja värittömäksi tapahtuu vähittäin. b. Muutos on äkillinen. Suurennus 300 ×.

The greatest abundance of chlamydospores — judged by the large number of small colonies — was formed by strains B and C. Their small colonies often came into being in chains, and from this can be concluded that the chlamydospores also would appear on a hypha in a chain-like succession, whereas the chlamydospores of strain A_1 were present singly in the mycelium. Generally, the appearance of small colonies (that is to say, detachments of chlamydospores into the solution at inoculation) was the more frequent the older the culture employed for inoculation (cf. experiment on p. 15).

It has been found above that certain substances present in the substrates either stimulate or hamper the germination of chlamydospores (e. g. casein hydrolysate and fresh leaf extracts). Most distinct, however, was the effect of biotin on the germination of the chlamydospores of strains D and E. Whenever the nutrient solution contained no biotin the chlamydospores of strain E did not germinated at all (1—2 small colonies can have arisen in the flasks from broken pieces

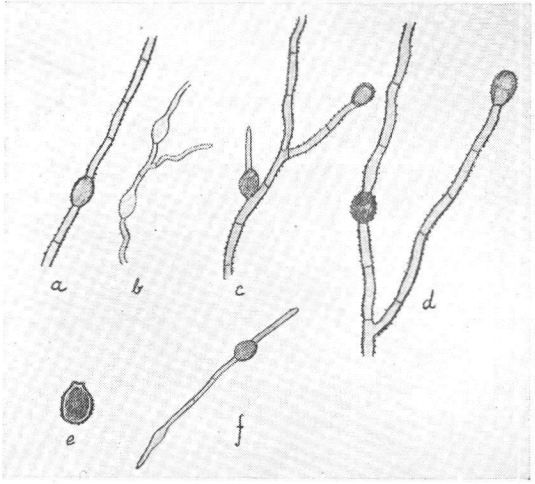


Fig. 12. a—d. Chlamydospores of different age and position in liquid culture of *Cenococcum graniforme*. e. Terminal chlamydospore detached from the hypha. f. Germinating chlamydospore. × 300.

Kuva 12. a-d. Eri-ikäisiä ja erilaisissa asemissa olevia klamydosporeja Cenococcum graniformen nesteviljelmässä. e. Rihmasta irronnut terminaali klamydospori. f. Itävä klamydospori. Suurennus 300 ×.

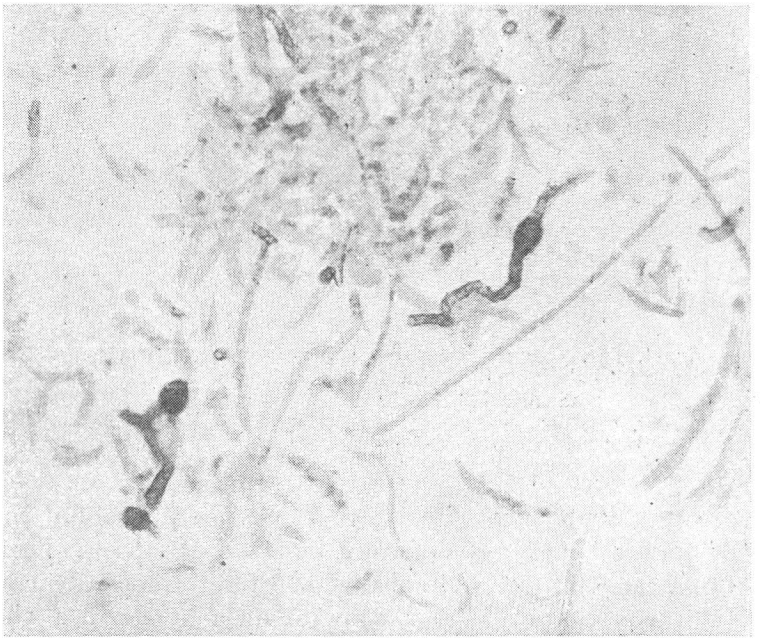


Fig. 13. Chlamydospores of *Cenococcum graniforme* in liquid culture (on the surface of a sclerotium in Fig. 30). × 336.
Kuva 13. Cenococcum graniformen klamydosporeja nesteviljelmässä (kuvassa 30 kuvatun sklerotian ulkopinnalla). Suurennus 336 ×.

of hyphae) and those of strain D very poorly, but when the solution contained biotin, some small colonies appeared in the flasks of strain E, and in those of strain D several times the number without biotin. Biotin had no effect on the formation of small colonies of strain A_1 (Table 12, p. 36).

The influence of biotin and other substances stimulating the germination of chlamydospores is likely to be, in its main features, similar on chlamydospores and on vegetative mycelium. Substances of this kind are indispensable for the fungus but, to a greater or lesser extent, it is capable of producing them itself. If the fungus is able to produce them in fully sufficient quantities, the addition of such substances to the substrate has no effect on vegetative mycelium. If again the synthetizing ability of the fungus is weak the addition of these substances can bring about a weaker or stronger increase in growth. But it may be necessary for the germination of chlamydospores to obtain from outside several substances which the fungus is incapable of synthetizing itself before the vegetative growth has made a beginning. For this reason the small colonies appear in a nutrient solution containing, for instance, casein hydrolysate, considerably earlier than in a solution where such substances are missing.

Relation of *Cenococcum* to Other Fungi.

Fungi living in soil affect each other, apart from their competing for nutrients, in secreting substances useful or poisonous to each other, in increasing or reducing the acidity of the soil, etc. The antibiotic substances secreted by fungi and poisonous to other organisms have been recently the objects of lively investigation. On the investigations in this field, Waksman (1945) has presented a comprehensive survey containing also a complete review of all that has been written on the subject.

As *Cenococcum* in nature is often encountered in the same mycorrhiza with some other fungus and even seems capable of expelling the other fungus from the root (cf. pp. 72—74), it was considered important to investigate how *Cenococcum* in pure culture behaves towards other fungi. Does it perhaps secrete some antibiotic substance or is it itself in some way dependent on other fungi? As, however, quite few investigations have been carried out earlier in this field and as time and suitable material was available in a limited degree only, the experiments remained, primarily, a search for methods. As, from the point of view of future investigations, a report on them may be of value, the main points are presented below in short.

The behaviour of fungi to each other in pure culture can be studied in three ways:

1) Two species are grown in the same flask and compared with cultures where each of the fungi grows alone. It is conditional to the success of this method that the fungi to be studied grow at nearly equal rate, that they are easily distinguishable from each other, and that they do not readily form small colonies so that, at the end of the experiment, each of the fungi can be weighed separately.

2) Two species in succession are grown in the same nutrient solution. Thus, the influence of the substances secreted by the species grown first on the one grown later can be ascertained. The difficulty is to make the conditions in a parallel series, where no fungus has been grown previously, such as to enable comparison of results.

3) Extracts are prepared by different means from mycelia or sporophores and their influence tested on other fungi. This last method is probably the one most generally employed. For a long time, yeast extract has been generally used as the growth substance mixture to stimulate the growth of fungi, and commercial production of certain antibiotic substances takes place by extracting certain moulds. Robbins (1940) has studied the influence of *Phycomyces* extract on the same species, and Modess (1941, pp. 21—24) managed to increase the growth of *Amanita muscaria* considerably by adding to the nutrient solution an extract prepared from sporophores of the same species. In the experiments of Melin and Norkrans (1948), extracts from sporophores of various species of *Hymenomycetes* stimulated the growth of *Lactarius deliciosus* if they were added in suitable amounts, but prevented it if the concentration was too high. On the other hand, it is well-known that many fungi form substances poisonous to themselves; for instance, stock cultures have to be transferred fairly often to new substrates, not because the nutrients are exhausted but because of the toxic substances formed.

In preliminary experiments on the behaviour of *Cenococcum* to certain other mycorrhizal fungi, all three methods described above were applied. In the first experiment, the fungi were grown in succession in one and the same nutrient solution.

Experiment 21. The influence of Cenococcum graniforme, Amanita muscaria, Boletus variegatus, and Tricholoma flavobrunneum on each other.

a. *Cenococcum* (strain A_2, age of inoculum 24 days) was grown in nutrient solution I (initial pH 5.6). After 24 days, the mycelia were removed aseptically from a part of the flasks and the flasks were heated in a water bath up to 60°C, thus killing any hyphae and chlamydospores that may have remained there; the other part was sterilized in an autoclave, after which the fungus was removed. In the flasks not autoclaved, the dry weight of mycelia averaged 2.0 mg, in the autoclaved ones 1.8 mg. At the same time the remaining quantity of solution per flask and its pH (5.2) was measured, and the remaining quantity of glucose per flask was determined by Bertrand's (1906) method. Supposing that the fungus had utilised other nutrients from the solution in the same proportion as glucose, a new nutrient solution was prepared, of which the composition, pH and quantity per flask were the same. After that, new fungi were inoculated into the flasks, viz. *Cenococcum* A_2 (age of inoculum 35 days), *Amanita muscaria* (28 days), *Boletus variegatus* (9 days), and *Tricholoma flavobrunneum* (28 days). Of each fungus, there were three parallel series:

1. Control, no preceding *Cenococcum*,
2. *Cenococcum* removed aseptically,
3. *Cenococcum* removed after autoclaving.

Boletus variegatus was grown for 15 days, the other fungi for 25 days, after which the dry weights were determined.

b. In the same way as under Item a, *Amanita muscaria* (28 days), *Boletus variegatus* (24 days), and *Tricholoma flavobrunneum* (28 days) were grown. After that, the flasks were treated in the same way as for Item a, removing the fungus aseptically from one half, and autoclaving the other half, and determining the glucose and pH of the solutions. When new nutrient solutions had been prepared for the control series, *Cenococcum* A_2 was inoculated into all of the flasks, age of inoculum 35 days. The experiment lasted 25 days after this. The results are shown in Tables 24 and 25.

Cenococcum grew very poorly in this experiment. As the dry weight of mycelium at the end of Phase I was only 2 mg, it could not have secreted plenty of substance into the solution, and consequently no great influence on the other fungi could be expected. Nevertheless, some sort of influence is distinguishable in the experimental results. On the growth of the same species, *Cenococcum* had a promoting effect. The simple explanation is that the fungus is capable of producing some growth substances itself but not at a rate sufficient for optimal growth. During Phase I, such substances have been secreted into the substrate, and have thus been available for the fungus at the very beginning of Phase II.

Table 24. Influence of *Cenococcum* on the growth of certain other mycorrhizal fungi (Exp. 21 a).

Taulukko 24. Cenococcumin vaikutus eräisiin muihin mykoritsasieniin (Koe 21 a).

Phase I — *I vaihe*				Phase II — *II vaihe*			
	Fungus *Sieni*	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH at the end of Phase I *I vaiheen lopussa*	Fungus *Sieni*	pH Initial *Alussa*	pH Final *Lopussa*	Dry weight *Kuivapaino* mg
1.	—	—	—	*Cenococcum graniforme*	5.1	5.0	1.6
2.	*Cenococcum*	2.0	5.2	— » —	5.2	5.2	2.2
3.	»	1.8 [1])	5.2	— » —	5.2	5.1	2.5
1.	—	—	—	*Amanita muscaria*	5.1	4.9	4.0
2.	*Cenococcum*	2.0	5.2	— » —	5.2	5.1	3.6
3.	»	1.8 [1])	5.2	— » —	5.2	5.0	4.2
1.	—	—	—	*Boletus variegatus*	5.1	4.1	87.2
2.	*Cenococcum*	2.0	5.2	— » —	5.2	4.0	118.9
3.	»	1.8 [1])	5.2	— » —	5.2	4.2	79.9
1.	—	—	—	*Tricholoma flavobrunneum*	5.1	4.9	11.0
2.	*Cenococcum*	2.0	5.2	— » —	5.2	5.1	5.3
3.	»	1.8 [1])	5.2	— » —	5.2	5.0	6.1

[1]) after autoclaving.
autoklavisoinnin jälkeen.

Table 25. Influence of certain mycorrhizal fungi on the growth of *Cenococcum* (Exp. 21 b).

Taulukko 25. Eräiden mykoritsasienten vaikutus Cenococcumin kasvuun. (Koe 21 b).

Phase I — *I vaihe*				Phase II — *II vaihe*				
	Fungus *Sieni*	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH at the end of Phase I *I vaiheen lopussa*	Fungus *Sieni*	pH Initial *Alussa*	pH Final *Lopussa*	Dry weight *Kuivapaino* mg: Main colony *Pääkolonia*	Dry weight *Kuivapaino* mg: Total dry weight *Koko kuivapaino*
1.	—	—	—	*Cenococcum*	4.7	4.7	3.3	4.1
2.	*Boletus variegatus*	272.6	3.5	»	5.0	5.0	5.1	14.9
3.	»	201.7 [1])	3.5	»	4.7	4.6	10.9	20.7
1.	—	—	—	*Cenococcum*	5.1	5.0	—	1.6
2.	*Amanita muscaria*	5.4	5.0	»	5.0	4.9	—	9.4
3.	»	3.2 [1])	5.0	»	5.0	4.9	—	4.0
1.	—	—	—	*Cenococcum*	5.1	5.0	—	1.6
2.	*Tricholoma flavobrunneum*	3.2	5.2	»	5.2	5.1	—	4.1
3.	»	2.4 [1])	5.2	»	5.2	5.0	—	4.5

[1]) after autoclaving.
autoklavisoinnin jälkeen.

Cenococcum probably furthered also the growth of *Boletus variegatus* but the heating in autoclave seems to have destroyed the stimulating effect. In the autoclave, other changes also may have taken place in the solution, apart from those affecting the fungal secretions. It would seem as if *Cenococcum* had a detrimental effect on *Tricholoma flavobrunneum* but the result is uncertain as the control series contained only two flasks.

In the Phase I of the experiment, the other fungi grew better than *Cenococcum*, and also the influence is very distinct. All the three fungi had a growth-stimulating effect on *Cenococcum*, this being the stronger the more abundant the production of mycelium was in Phase I, and the more the solution contained fungal secretions.

In autoclaving, roughly one-fourth of the dry substance of mycelium went into the solution, and thus Series 3 contained considerably more fungal products than Series 2, which correspond better to natural conditions. The favourable influence of *Boletus* secretion was increased by autoclaving, in such a way, however, that the increase in growth fell completely on the main colony of *Cenococcum*. The effect of *Amanita* secretion, on the other hand, seems to have been to a great part destroyed by autoclaving.

Next, the method of growing two species in the same flask simultaneously was tested.

Experiment 22. Influence of Cenococcum graniforme, Amanita muscaria, and Tricholoma flavobrunneum on each other in joint cultures.

Nutrient solution II, initial pH 4.7. Strains: *Cenococcum E*, *Amanita muscaria* and *Tricholoma flavobrunneum*, age of inocula 11 days. In each of the flasks, two colonies were grown in the following combinations:

Cenococcum + *Cenococcum*
Cenococcum + *Amanita*
Cenococcum + *Tricholoma*
Amanita + *Amanita*
Amanita + *Tricholoma*
Tricholoma + *Tricholoma*

Each series comprised originally 15 flasks, of which 5 were harvested at the age of 20 days, the next 5 at 30 days and the rest at 40 days. The results are shown in Table 26.

Amanita muscaria and *Tricholoma flavobrunneum* grew better both alone and the two together than either with *Cenococcum*. A reason for this may be merely an unfavourable change of pH, but also may be due to some substances secreted by *Cenococcum*. (Having reached the surface of the solution, *Cenococcum E* grew much more rapidly than the other fungi, and thus the final pH in the flasks with *Cenococcum* was considerably lower than in the others.)

Table 26. Relation of *Cenococcum graniforme*, *Amanita muscaria*, and *Tricholoma flavobrunneum* to each other in joint cultures (Exp. 22).

Taulukko 26. Cenococcum graniformen, Amanita muscarian ja Tricholoma flavobrunneumin vaikutus toisiinsa yhteisviljelmissä (Koe 22).

Fungus *Sieni*	Accompanying fungus *Seuralaissieni*	Dry weight at the age of *Kuivapaino vrk:n iässä*			pH at the age of *vrk:n iässä*		
		20 days	30 days	40 days	20 days	30 days	40 days
Cenococcum graniforme	*Cenococcum*	6.9	53.6	111.3	4.5	3.7	3.2
	Amanita	12.0	85.2	178.8	4.3	3.6	3.1
	Tricholoma	10.1	88.1	197.1	4.5	3.9	3.3
Amanita muscaria	*Amanita*	8.4	27.2	39.8	4.4	4.0	3.7
	Cenococcum	11.6	26.1	26.6	4.3	3.6	3.1
	Tricholoma	13.7	25.4	48.9	4.4	4.2	3.9
Tricholoma flavobrunneum	*Tricholoma*	1.1	3.4	4.7	4.7	4.4	4.4
	Cenococcum	0.4	2.1	3.8	4.5	3.9	3.3
	Amanita	1.0	4.0	9.8	4.4	4.2	3.9

Cenococcum grew better in company both with *Amanita* and *Tricholoma* than alone. The reason for this is, at least partially, the formation of growth substances which are secreted by these fungi and which stimulate the growth of *Cenococcum*, as it is incapable of producing these in sufficient amounts itself. Also *Cenococcum* may secrete substances toxic to itself although it is not particularly sensitive to self-poisoning as, for instance, stock cultures can be kept for several months without transinoculation.

The most distinctive of the results given by this experiment is the strong growth-stimulating effect exerted by *Amanita muscaria* on *Tricholoma flavobrunneum*. (According to a personal communication by Mrs. Norkrans, the extract made from sporophores of *Amanita muscaria* also stimulates the growth of *Tricholoma* species.)

Experiment 23. Influence of mycelium extracts on the growth of Cenococcum graniforme, Amanita muscaria, and Paxillus involutus.

As no sporophores were available for preparation of extracts required for the study of the mutual relations of fungi, a corresponding experiment was made with extracts from mycelia grown in pure culture. The extracts had to be made from fungi with as rapid a growth as possible, of which mycelium could be grown in sufficient quantities in a reasonable time. *Cenococcum graniforme* (strain A_1), *Boletus variegatus* and *Paxillus involutus* were chosen for this purpose [1].

[1] *Boletus variegatus* is probably one of the most important mycorrhizal fungi of pine and its physiology is fairly well known. *Paxillus involutus* is a very common fungus in birch woods but though it has been supposed to form mycorrhizae it is hardly a mycorrhizal fungus, in any case not an obligate one (Romell 1939, p. 353). Its physiology has not been studied by pure culture experiments.

Mycelium extracts were prepared as follows: The said fungi were grown in nutrient solution II, 20 flasks of each, for 23 days. After this the mycelia were removed, rinsed well, excess water squeezed out of them, placed into a 300 ml flask, 100 ml of distilled water added, and left to stand for 48 hours at a temperature of 5°C, after which the extract was filtered (Extract A)[1]). After that the fungi were replaced in 100 ml of water and boiled for 15 minutes; then the extract was again squeezed out and filtered (Extract B). The dry weights of the mycelia used for the preparation of the extracts were as follows (after Extract B had been made):

Cenococcum graniforme	1.1 g
Boletus variegatus	3.4 »
Paxillus involutus	1.4 »

The dry-substance content and pH of the extracts was:

Cenococcum,	Extract	A	2.7	mg/ml, pH	4.0
»	»	B	3.2	» »	5.6
Boletus,	»	A	7.0	» »	4.7
»	»	B	5.8	» »	5.1
Paxillus,	»	A	2.5	» »	4.2
»	»	B	1.3	» »	4.5

Cenococcum extracts were colourless, *Boletus* extracts greenish-yellow, and *Paxillus* extracts dark reddish-brown. (*Paxillus* emits a very strong secretion of dark pigment into the substrate.)

In the actual experiment, nutrient solution II and the following fungi were used: *Cenococcum* A_1, *Amanita muscaria*, and *Paxillus involutus*; age of inocula 18 days. Duration of experiment 25 days. The results are shown in Tables 27—29.

As the results of Exp. 23 show, the extract made from *Cenococcum* had no appreciable effect on the growth of the same species. Only Extract B (which obviously contains, among other things, substances originating in the cell sap) stimulated fairly strongly the germination of chlamydospores (in this series, the small colonies became visible considerably earlier than in the others). *Boletus* extracts already in a weak concentration distinctly stimulated the germination of the chlamydospores of *Cenococcum* (in the series with 5 ml of extract, the small colonies made their appearance earlier than in the others), but a high extract concentration inhibited the growth of the main colony. *Paxillus* extracts also stimulated the germination of chlamydospores. A weak concentration of Extract A was favourable to the growth of the main colony but a high concentration of Extract B inhibited it fairly strongly.

Further, it may be mentioned that *Cenococcum* is capable of decomposing the pigment formed by *Paxillus*. The nutrient solutions which in the series containing 5 ml of *Paxillus* extracts initially were very dark, were

[1]) As some of the original nutrient solution, in spite of rinsing, sticks to the mycelia, Extract A contains, in addition to substances extracted from the mycelia, a small quantity of substances contained in the nutrient solution.

quite colourless at the end of the experiment [1]). Possibly, *Cenococcum* merely reduced the pigment to a colourless compound. It seemed, however, as if the growth-preventing influence of the extract disappeared with the loss of colour. The fungi may be capable of rendering harmless some detrimental substances present in their environment.

Table 27. Influence of mycelium extracts on the growht of *Cenococcum* (Exp. 23).

Taulukko 27. Sienirihmastoekstraktien vaikutus Cenococcumin kasvuun (Koe 23).

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	Dry weight — *Kuivapaino* mg			pH	
	Main colony *Pääkolonia*	Small colonies *Pien-koloniat*	Total dry weight *Koko kuivapaino*	Initial *Alussa*	Final *Lopussa*
Control	32.1	17.2	49.3	4.7	4.1
1 ml *Cenococcum* extract A	27.0	13.2	40.2	4.7	4.1
5 » » » A	33.6	19.4	53.0	4.6	4.1
1 » » » B	31.9	20.2	52.1	4.7	4.1
5 » » » B	33.3	34.7	68.1	4.7	4.1
1 ml *Boletus* extract A	32.4	30.9	63.3	4.7	4.0
5 » » » A	27.4	27.7	55.1	4.6	4.1
1 » » » B	34.7	24.2	58.9	4.7	4.1
5 » » » B	25.4	27.0	52.4	4.7	4.2
1 ml *Paxillus* extract A	44.6	31.8	76.4	4.7	3.9
5 » » » A	38.5	21.7	60.2	4.6	4.0
1 » » » B	36.4	14.4	50.8	4.7	4.1
5 » » » B	23.8	26.9	50.7	4.7	4.1

Table 28. Influence of mycelium extracts on the growth of *Amanita muscaria* (Exp. 23).

Taulukko 28. Sienirihmastoekstraktien vaikutus Amanita muscarian kasvuun (Koe 23).

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	
		Initial *Alussa*	Final *Lopussa*
Control	21.1	4.7	4.4
1 ml *Cenococcum* extract A	24.8	4.7	4.4
5 » » » A	26.6	4.6	4.4
1 » » » B	27.2	4.7	4.3
5 » » » B	22.6	4.7	4.4
1 ml *Boletus* extract A	22.6	4.7	4.4
5 » » » A	15.9	4.6	4.5
1 » » » B	20.2	4.7	4.4
5 » » » B	10.6	4.7	4.5
1 ml *Paxillus* extract A	23.8	4.7	4.3
1 » » » B	23.9	4.7	4.3

[1]) *Cenococcum* was capable also of destroying the yellowish colour of *Boletus* extracts. Similarly, in Exp. 22 where both *Amanita* and *Tricholoma* secreted yellow pigment, the nutrient solutions in the flasks where *Cenococcum* grew along with these fungi remained completely colourless.

Table 29. Influence of extract of *Paxillus* on its growth (Exp. 23).
Taulukko 29. Paxillus-ekstraktin vaikutus saman sienilajin kasvuun (Koe 23).

Added per flask *Lisätty pulloa kohti*	Dry weight *Kuivapaino* mg	pH	
		Initial *Alussa*	Final *Lopussa*
Control	14.4	4.7	4.3
5 ml Extract A	20.0	4.6	4.2
5 » » B	20.1	4.7	4.2

Cenococcum extract did not appear to have any considerable effect on the growth of *Amanita muscaria*, or if any, it was slightly favourable. *Amanita* was more sensitive than *Cenococcum* to the detrimental influence of *Boletus* extracts. The effect of *Paxillus* extract, which was subjected to the experiment only in a weak concentration, is not visible in the final figures, but judging by the outward appearance of the colonies, it was harmful. The colonies which in the control series were soft and snow-white were with *Paxillus* extract small but hard, wrinkled and brownish in colour. The colour of *Paxillus* extract remained unchanged throughout the experiment. On *Paxillus* itself the extract had a growth-stimulating effect.

Some conclusions can be drawn as to the physiology of *Cenococcum*, on the basis of the experiments by which the mutual relationship of certain mycorrhizal fungi were studied, although there are still several deficiencies. *Cenococcum* does not secrete any such substance as would have a strongly antibiotic effect on the other fungi contained in the experiment. Nor was it found that *Cenococcum* was, to the same extent as certain other fungi, capable of secreting growth substances useful to other fungi. (The question whether the weakly thiamin-autotrophic *Cenococcum* could produce this important growth substance in a thiamin-free environment for the benefit of other fungi, was not investigated. The question, however, has hardly any ecological importance, as a lack of thiamin hardly exists in the natural environment of *Cenococcum*.) To the influence of detrimental substances secreted by certain fungi — and likely to be present also in nature — *Cenococcum* is not as sensitive as, for instance, *Amanita muscaria*.

Cenococcum as a Mycorrhizal Fungus of Birch.

Morphological and Ecological Observations.

Hatch (1934, p. 381) enumerates 11 genera of trees, in the roots of which he has encountered black *Cenococcum* mycorrhizae, viz., *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Larix*, *Quercus*, *Fagus*, *Betula*, *Carya*, and *Corylus*. On the basis of Lihnell's experiments (1942) the list can be extended to include the genera *Populus* and *Tilia*, and probably also *Juniperus*, *Salix*, and *Alnus*. In nature Lihnell (1939, pp. 120—123) has found, on two occasions, typical *Cenococcum* mycorrhizae on *Juniperus*, and the same type of mycorrhiza has been encountered also on *Alnus glutinosa* (Lihnell 1942, p. 14), although a synthesis experiment gave a negative result.

Morphological descriptions of mycorrhizae definitely formed by *Cenococcum* have earlier been presented by Hatch (1934) and Lihnell (1942). According to these descriptions a mycorrhiza formed by *Cenococcum* does not differ essentially in structure from those formed by other mycorrhizal fungi, which point is confirmed also by the microscopic observations made by the author. The greatest difference lies in the mantle, which is thick and black. The hyphae of the Hartig net — intercellular net of mycelium — are colourless and often much thinner than those in the mantle and outside it (Fig. 14). Such a dissimilarity of hyphae is frequent in the mycorrhizae in general, but the hyphae of most of the other fungi are even thicker in the Hartig net than outside the root.

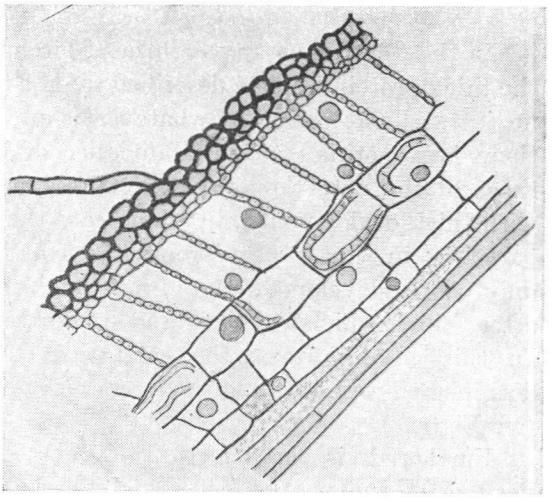


Fig. 14. Longitudinal section of a mycorrhiza in a synthesis experiment with *Betula verrucosa* + *Cenococcum graniforme*. Outermost a thick mantle, with thick black hyphae growing outward, and a thin colourless network inward between the outermost cells of the cortex. In the inner cortex cells some hyphae are to be seen. × 200.

Kuva 14. Pitkittäisleikkaus mykoritsasta synteesikokeesta Betula verrucosa + Cenococcum graniforme. Uloinna on paksu vaippa, josta paksuja mustia rihmoja kasvaa ulospäin ja ohut rihmastoverkko juuren uloimpien solujen väliin. Sisempänä juurenkuoren soluissa nähdään joitakin sienirihmoja. Suurennus 200 ×.

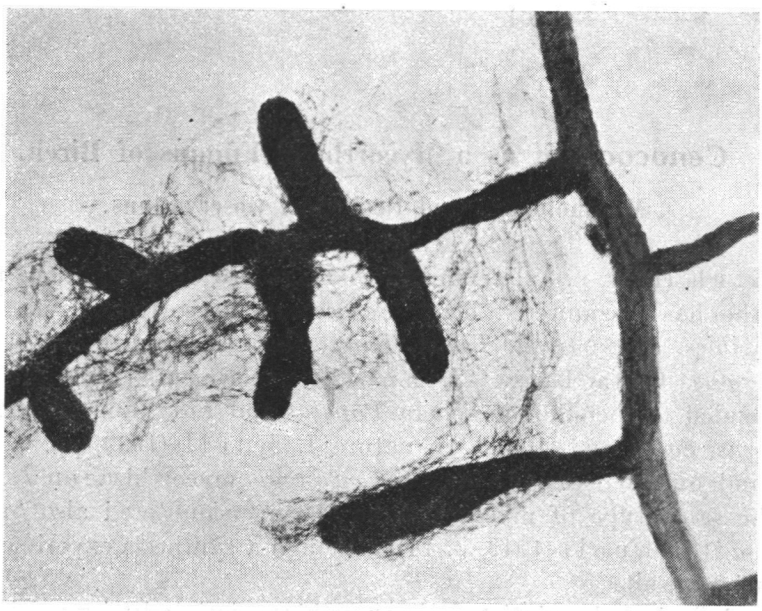


Fig. 15. Mycorrhizae from a synthesis experiment with *Betula verrucosa* + *Cenococcum graniforme*. × 20.
Kuva 15. Mykoritsoja synteesikokeesta Betula verrucosa + Cenococcum graniforme. Suurennus 20 ×.

In the *Cenococcum* mycorrhiza of birch the author has not encountered the thick protein hyphae described by Melin (1923 b, p. 482). Sometimes, no intracellular infection whatever is present in the root cells, whereas there is sometimes a fair abundance of hyphae, thin and colourless as those of the net. Sometimes, again, some of the cortical cells are filled with thick dark hyphae, in which case the fungus obviously is one-sidedly parasitic; in that type of roots the Hartig net is completely missing or only poorly developed. In old mycorrhizae, thick intracellular hyphae are often found, which are black and similar to the hyphae outside the mantle. In this case, however, the cortical cells are dead, their contents have disappeared and the fungus consequently lives as a saprophyte in the cells (cf. Fig. 23).

Further, it is characteristic of *Cenococcum* mycorrhizae that they are very short and poorly forked (Mikola 1948). A pine mycorrhiza, for instance, usually only branches once, and on birch a branched black mycorrhiza is only found exceptionally (Fig. 17), whereas the other birch mycorrhizae may be abundantly ramified (cf. Björkman 1941).

On the ecology of *Cenococcum*, the information found in literature is of somewhat differing content. Ferdinandsen and Winge (1925, p. 378) give the following summary based on their investigations into the occurrence of sclerotia:

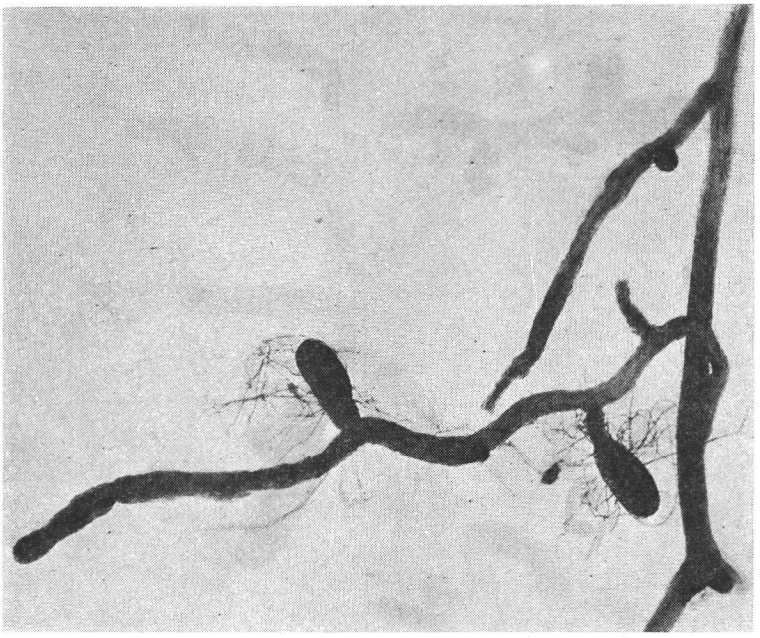


Fig. 16. Dn mycorrhizae in the roots of a 2-year old *Betula verrucosa*. × 20.
Kuva 16. Dn-mykoritsoja 2-vuotiaan Betula verrucosan juuristossa. Suurennus 20 ×.

»*Cenococcum graniforme* is a typical mor plant, its distribution in our continent extending from the chestnut woods of northern Italy to the lichen moors above the tree line in Norway. The fungus is especially numerous for instance in birch bogs and in mossy spots in beech woods; it can thrive, however, under greatly varying ecological conditions, in moist, semi-moist or dry surroundings (beech, oak, chestnut woods; mixed woods, pine woods, moors and bogs; on bare mor soil; among pine needles and decaying leaves; in tufts of moss; under mosses and lichens; under phanerogamous herbs and dwarf bushes).»

In the experiments by Melin (1927), the presence of D mycorrhizae was relatively most frequent in mediocre raw humus soils (in samples taken from old slow-growing spruce wood and from pine heath under a reproduction group), less frequent in very meagre heath soil and in »good» humus (taken from a clear cut area in a spruce wood) where distinct nitrification also took place (Hesselman 1927, p. 345). It is not clear, it is true, whether the D mycorrhizae of Melin were formed by *Cenococcum*, or whether merely a black parasitic fungus, *Mycelium radicis atrovirens* was present, but true *Cenococcum* mycorrhizae are involved at least to some extent (e. g. Melin 1927, Fig. 10, p. 451), and the

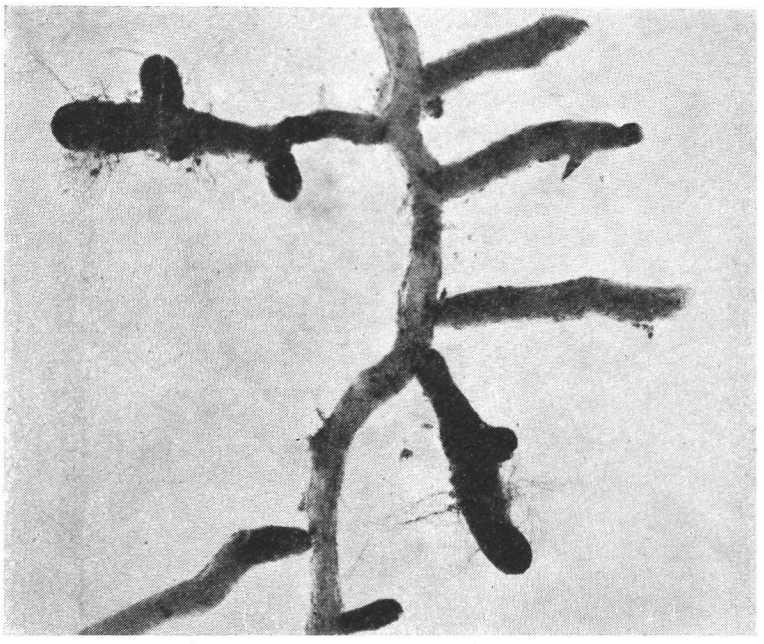


Fig. 17. Big Dn mycorrhizae in the roots of a 2-year old *Betula verrucosa* in *Myrtillus* type soil. On the right, *Cenococcum* infection is to be seen in the tip of an A mycorrhiza. 20 ×.

Kuva 17. Suuria Dn-mykoritsoja 2-vuotiaan Betula verrucosan juuristossa mustikkatyypin maassa. Oikealla nähdään yhden A-mykoritsan kärjessä Cenococcum-infektio. Suurennus 20 ×.

two black fungi mentioned are probably present in fairly similar soils (Lindquist 1937). According to Lindquist (l. c.) *Cenococcum* is present to a small extent in practically all forest soils. It is particularly frequent, however, in Northern Sweden, in spruce woods and spruce pole thickets („stavagranskog") of *Myrtillus* type, but both in Denmark and the South of Sweden he has also found it in great quantities in beech woods.

According to Hatch (1934, p. 380) *Cenococcum* mycorrhizae are most frequent in meagre soils where there is little organic matter, and its decomposition takes place slowly, for instance, »in the infertile sandy soils of the New Jersey pine barrens.» Similarly, Rayner (1934, 1935) mentions black mycorrhizae, of which a part at least is formed by *Cenococcum*, as being present in great abundance especially in meagre sandy heath, but very frequently she has encountered this type of mycorrhiza also in the moors of Northern England. According to Endrigkeit (1937), pine mycorrhizae on sand dunes are black, but it is not clear from the description whether *Cenococcum* mycorrhizae are in question. Björkman (1942, p. 57) has encountered Dn mycorrhizae in all kinds of forest soil and adds: »Am allgemeinsten ist Mykorrhiza Dn wohl in geschlossenen,

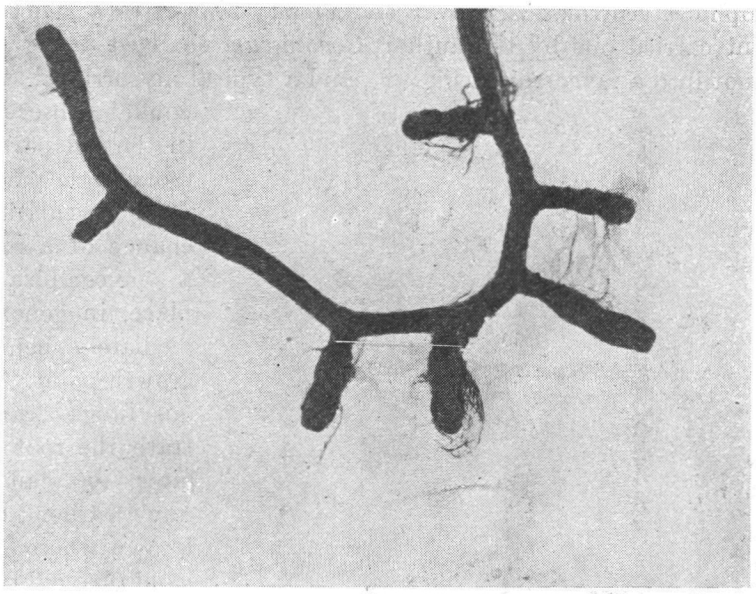


Fig. 18. Old Dn mycorrhizae in the root system of a subshrub like *Betula tortuosa* on bare fjeld. Sodankylä 1946. × 20.
Kuva 18. Vanhoja Dn-mykoritsoja varpumaisen Betula tortuosan juuristossa avotunturilla. Sodankylä, 1946. Suurennus 20 ×.

moosreichen Fichtenwäldern von Vaccinium-Typ, aber sie ist auch sehr häufig in kräuterreichen Wäldern auf typischen Mullböden. In flechtenreichen Kiefernwäldern und auf Mooren scheint Mykorrhiza Dn jedoch nur spärlich vorzukommen.» With »Mooren», Björkman seems to mean here wet pine peat-moors as there, in the drained swampy spruce forest („Fichtensumpfwald") he investigated, Dn mycorrhizae were present in up to 25 % of the number of the short roots of spruce seedlings (l. c. p. 41). In the pot experiments carried out by Björkman, Dn mycorrhizae were present in greatest abundance in seedlings grown in raw humus taken from a spruce wood of *Vaccinium* type (l. c. pp. 96—97 and 118—119).

The investigations carried out by the author in nature (Mikola 1948), also, proved that *Cenococcum* mycorrhizae appear on birch in practically all forest soils, and may even be met in abundance in the roots of subshrub like birches on bare fjeld (Fig. 18), but they are most frequent in typical raw humus, particularly in dryish swampy spruce-hardwood forest soils.

The virulence of *Cenococcum* as a mycorrhizal fungus is very great. It is the only species capable of forming a typical ectotrophic mycorrhiza with mantle and Hartig net on juniper, on which otherwise only an

endotrophic mycorrhiza is known (Lihnell 1939). In a synthesis experiment carried out by the author, *Cenococcum* changed a one-year old short root into a mycorrhiza (Fig. 19), and a typical mycorrhizal structure could be observed both in the old part of the root and the part grown after inoculation. (A change of a root into a mycorrhiza takes place, in general, immediately behind the growth-point. A vigorous fungus can penetrate the root a little later, too, but hardly any earlier case is known where a fungus would have formed the Hartig net between root cells which had reached the age of one year. Cf. Melin 1923 b, p. 500.)

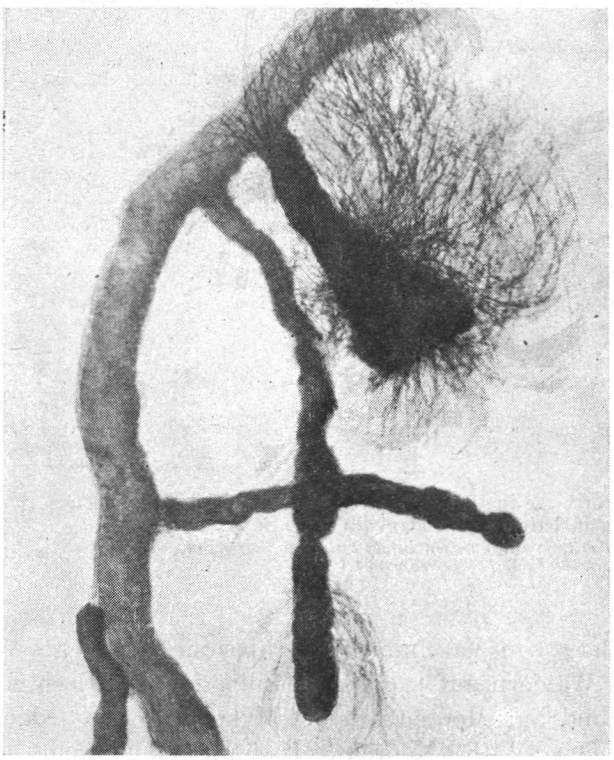


Fig. 19. Mycorrhizae formed by *Cenococcum graniforme* in the root system of a pine. The young plant was sown in a flask aseptically in the spring of 1945 and inoculated with *Cenococcum*, Spring 1946. Investigated in the autum of 1946. The one-year old short roots situated next to the base of the plant have developed into mycorrhizae. × 20.

Kuva 19. Cenococcum graniformen muodostamia mykoritsoja männyn juuristossa. Taimi kylvettiin steriilisti pulloon keväällä 1945 ja ympättiin Cenococcumilla keväällä 1946. Tutkittu syksyllä 1946. Lähinnä taimen tyveä olevat, vuoden vanhat lyhytjuuret ovat kehittyneet mykoritsoiksi. Suurennus 20 ×.

An indication of the great virulence of *Cenococcum* is also its frequent appearance in mycorrhizae along with other fungi. Figs. 20—22 show some such cases. As all these cases are found in two-year old seedlings it is probable that the change of the fungal symbiont in the root has taken place at the beginning of the second vegetation period. The experiment showed, on the whole, a relatively greater number of Dn mycorrhizae in the second summer than in the first, which may be due to conditions growing more favourable to *Cenococcum* or less favourable to other mycorrhizal fungi, because of leaching and impoverishment of the soil, for instance.

It is difficult to say, to what extent several fungal species occur in nature as symbionts in one and the same mycorrhiza as the hyphae of most

of the mycorrhizal fungi are difficult or impossible to distinguish from each other. In all probability a case like this is no exceptional phenomenon, as those mycorrhizal fungi which are easy to identify by the colour of their mantle and that of the hyphae outside it (*Cenococcum graniforme* and *Corticium croceum* [cf. Melin 1936, p. 1025]), are often present with white or colourless hyphae, unknown as to their species. Both fungi mentioned sometimes form a secondary mantle around an existing mycorrhiza, but the author has even encountered, though fairly seldom, birch mycorrhizae, in the mantle of which thick dark *Cenococcum* hyphae and the thinner colourless hyphae of some other fungus are completely mixed together. As it is impossible to recognize even *Cenococcum* hyphae in the Hartig net, it is premature to say whether both of the fungi present in the mantle participate in the formation of the

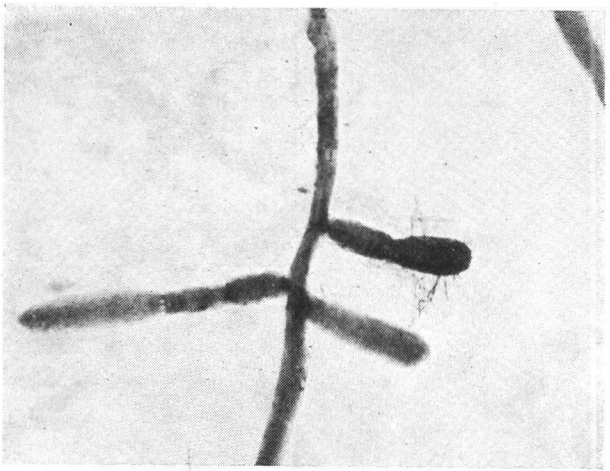


Fig. 20. Two yellowish-brown A mycorrhizae in the roots of a 2-year old *Betula verrucosa;* in one of them the tip has changed into a Dn mycorrhiza formed by *Cenococcum*. × 20.
Kuva 20. Kaksi kellanruskeata A-mykoritsaa 2-vuotiaan Betula verrucosan juuristossa sekä yksi, jonka kärkiosa on muuttunut Cenococcumin muodostamaksi Dn-mykoritsaksi. Suurennus 20 ×.

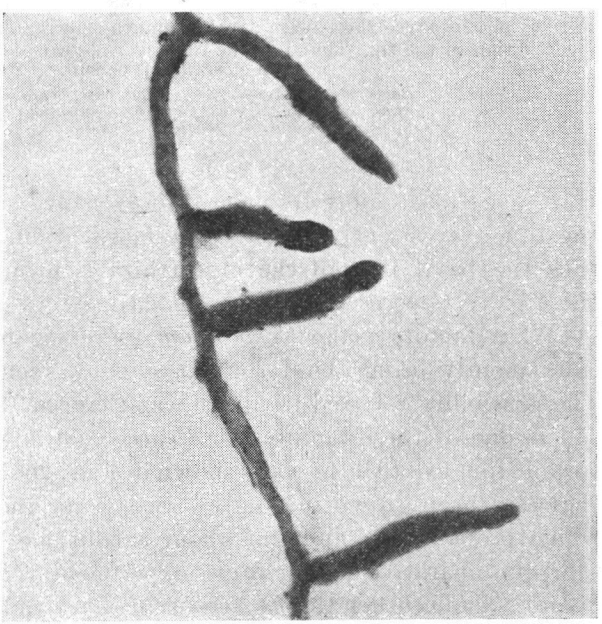


Fig. 21. Two yellowish-brown A mycorrhizae the tip of which has been taken possession of by *Cenococcum* changing them into Dn mycorrhizae. Found in the roots of a 2-year old *Betula verrucosa* grown in *Myrtillus* type soil. × 20.
Kuva 21. Kaksi kellanruskeata A-mykoritsaa, joiden kärkiosan on vallannut Cenococcum muuttaen ne Dn-mykoritsoiksi, 2-vuotiaan Betula verrucosan juuristossa mustikkatyypin maassa. Suurennus 20 ×.

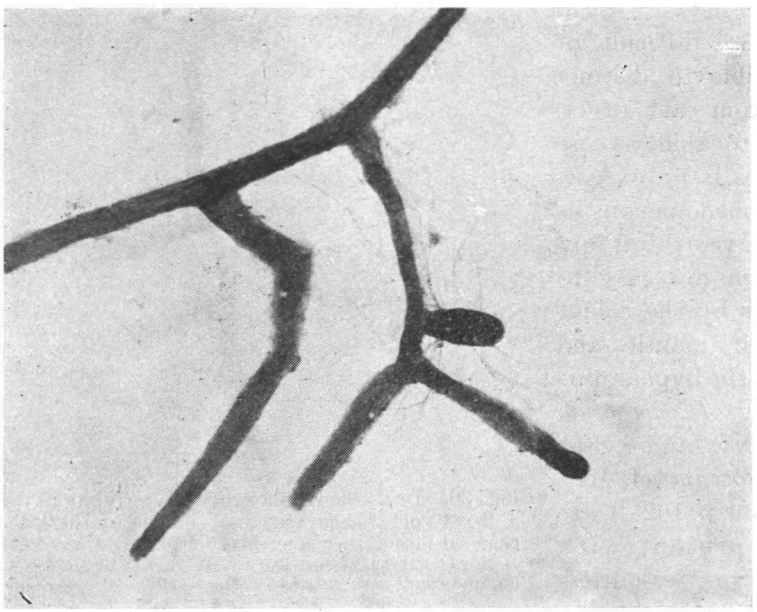


Fig. 22. A branching A mycorrhiza, one branch of which consists of *Cenococcum* mycorrhiza, with another branch showing distinct *Cenococcum* infection in the tip. Found in the roots of a 2-year old *Betula verrucosa* grown in *Myrtillus* type soil. × 20.

Kuva 22. Haaraantunut A-mykoritsa, jonka yksi haara on Cenococcum-mykoritsaa ja toisenkin haaran kärjessä on selvä Cenococcum-infektio. 2-vuotiaan Betula verrucosan juuristosta mustikkatyypin maassa. Suurennus 20 ×.

Hartig net also. More frequent, however, are such cases in which one of the fungi, apparently *Cenococcum* more often, gains predominance, and thus the basal part of the mycorrhiza is formed by some other fungus, the tip by *Cenococcum* (Figs. 20—23).

What factors make *Cenococcum* more vigorous than other fungi and consequently bring about the existence of such »combined mycorrhizae»? The possibility referred to above was that the decrease of nutrients in the soil is one of these factors, for *Cenococcum* is known to be a very oligotrophic fungus. (All the roots shown in Figs. 20—23 are from birch seedlings that had been grown in pots for two years and watered with tap water, which probably has brought about a considerable impoverishment of the soil.) Comparative pure culture experiments have proved *Cenococcum* to favour, among other things, strong acidity, and consequently a change in the soil towards greater acidity might promote the formation of Dn mycorrhizae. Although the relation of *Cenococcum* to the toxic substances contained in the humus, broadly speaking, is similar to that of other mycorrhizal fungi, it has, however, proved slightly more capable of resisting certain antibiotic influences. (In a synthesis experiment, in which the

sand was found later on to exercise an antibiotic influence, no fungi tested, except *Cenococcum graniforme* and *Tricholoma flavobrunneum*, started growing at all.) This may provide a partial explanation for the frequency of Dn mycorrhizae in the heath soils investigated by Rayner (1934, 1936, 1939) which were found to contain substances preventing the formation of other mycorrhizae. In an experiment carried out by Hatch (1937, p. 86) *Cenococcum* was able to stand the toxic influence of copper better than other mycorrhizal fungi.

Cenococcum itself has not been found to secrete toxic substances with which to expel other fungi from the mycorrhiza.

Cenococcum has proved more resistant particularly against drought than the other mycorrhizal fungi. Hatch (1937, p. 84) reports a case in which, in a pot experiment, the soil was thoroughly dried before it was put into the pots, and a later examination proved that 95 % of the short roots of the seedlings were Dn mycorrhizae. A corresponding case was observed by the author: Humus soil of *Myrtillus* type (soil No. 3, cf. Mikola 1948), taken from a forest in the spring of 1945, was placed in a pot while moist, and sown with birch, while a portion of the same soil was kept in a room for a year, placed in a pot next spring and sown. Both of the pots were examined after the first vegetation period. In the seedlings of the former pot, the share of Dn mycorrhizae varied between 0—5 % of short roots, while the corresponding percentage for seedlings grown in dried soil was about 95% (Fig. 24).

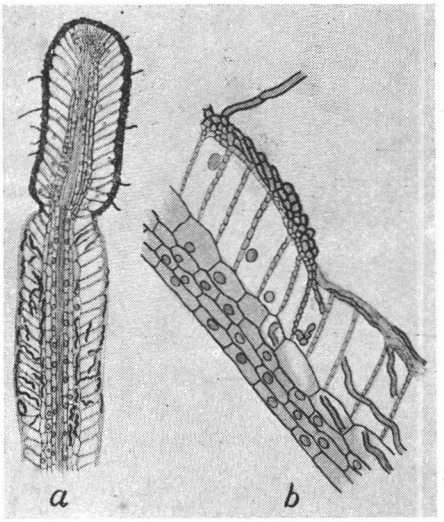


Fig. 23. a. General view of a mycorrhiza the tip of which is formed by *Cenococcum*, the older part by some other fungus. The contents of the cortical cells of the older part have disappeared, and thick dark *Cenococcum* hyphae grow in them. × 50.
b. The division between the yellowish-brown and black parts of the mycorrhiza. × 150.
Kuva 23. a. Yleiskuva mykoritsasta, jonka kärkiosa on Cenococcumin, vanhempi osa jonkin muun sienilajin muodostama. Vanhemman osan kuorisoluista on sisältö hävinnyt ja niissä kasvaa paksuja tummia Cenococcum-rihmoja. Suurennus 50 ×.
b. Mykoritsan kellanruskean ja mustan osan raja. Suurennus 150 ×.

The thick cell walls of *Cenococcum* are likely to make the fungus exceptionally resistant against drought, but the chlamydospores, and particularly sclerotia, further still strengthen its capacity in this respect.

Also *Cenococcum* is likely to withstand a high temperature better than most of the other mycorrhizal fungi (cf. Exp. 2). In this respect the sclerotia seem to be of great importance. In normal cases,

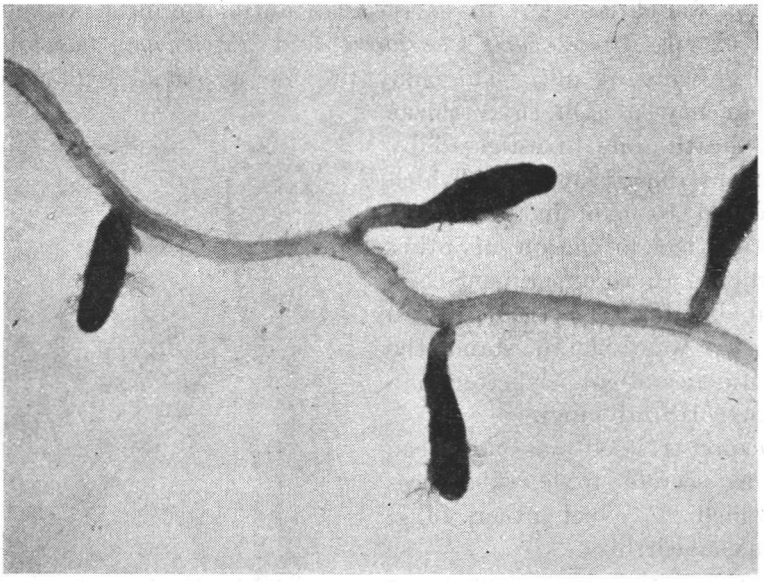


Fig. 24. Practically all the short roots of birch developed into Dn mycorrhizae in *Myrtillus* type humus which had been dried for a year. × 20.
Kuva 24. Vuoden kuivatussa mustikkatyypin humuksessa kehittyivät melkein kaikki koivun lyhytjuuret Dn mykoritsoiksi. Suurennus 20 ×.

there is hardly ever a temperature too high in forest ground, but a forest fire may be able to destroy a great part of the mycorrhizal fungi in the soil, and in this case the sclerotia of *Cenococcum*, which, furthermore, may be found at a fairly great depth in the soil, probably are hardest to kill.

Although *Cenococcum*, judging by the observations presented above is, in many respects, more vigorous and enduring than the other mycorrhizal fungi, and although it is frequently found in practically all forest soils, the share of Dn mycorrhizae in the short roots of trees is generally fairly small, usually under 10 %. This percentage increases only in the event of other mycorrhizal fungi in the soil being destroyed, for example by drying, or other conditions being unfavourable to their development. The most common unfavourable factor is lack of light.

Influence of Light, Nitrogen, and Glucose.

According to Björkman (1942), the significance of mycorrhizal symbiosis for fungi lies in the first place in the fact that they obtain the carbon nutrition they require from the roots in the form of soluble carbohydrates. Thus, a condition of the existence of mycorrhizae is constituted by a certain surplus of carbohydrates in the roots, which again is only possible provided that the photosynthesis of the tree is lively,

and the availability of light sufficient. Both investigations carried out in nature and laboratory experiments have fully confirmed this theory (e. g. Björkman 1944 b).

Several observations made in nature indicate that *Cenococcum* as a mycorrhiza former is not as dependent on the intensity of radiation for the host plant as most of the other mycorrhizal fungi. In investigations in nature by Björkman (1942), most of the woods where there was an abundance of Dn mycorrhizae were very shady (the only exception was »moosreicher Fichtenwald vom Vaccinium-Typ»). Special mention may be made of the »Fichtensumpfwald» (swampy spruce forest) included in the said investigation (l. c. p. 40—43), in which Björkman counted the mycorrhizae separately from seedlings taken from a closed stand, and from a gap in the forest. The former contained Dn mycorrhizae on an average, 18 % of short roots, the latter 6 %, while the corresponding percentages for light A and B mycorrhizae were 36 % and 54 %, respectively. Lindquist (1937, p. 306) found that Dn mycorrhiza is the only type of mycorrhiza existing at all in the spruce thickets („stavagranskogar") of Northern Sweden.

In order to supplement these observations made in nature, an experiment was carried out in aseptic conditions on the significance of light for the formation of *Cenococcum* mycorrhizae. At the same time, the significance of nitrogen and glucose concentrations in the substrate was made an object of examination. As Björkman (1942) has studied, with aseptic method, the external conditions for the symbiosis of *Pinus silvestris* + *Rhizopogon roseolus*, his experiments afford a suitable comparison with the following experiment, the object of which was a study of the symbiosis of *Betula pubescens* + *Cenococcum graniforme*.

Experiment 24. Dependence of the formation of mycorrhizae on light as well as on the nitrogen and glucose concentrations of the substrate.

The methods developed by Melin (1936) and applied by e. g. Björkman (1942) were employed in the experiment. 150 g of ignited sand, size of particles varying between 0.5—2 mm, which had been boiled for two hours in concentrated hydrochloric acid, was weighed into Erlenmeyer flasks of 300 ml capacity. Of nutrient solution, 40 ml per flask was added. After 4 ½ months, 15—16 ml of the liquid was left, and the evaporation during the experiment thus totalled 24—25 ml.

All the nutrient solutions had the following substances in common:

KH_2PO_4	0.5 g
$CaCl_2$	0.05 »
$MgSO_4 . 7H_2O$	0.15 »
NaCl	0.025 »
$(NH_4)_2HPO_4$	0.025 »
Fe^{III} citrate (1 % solution)	1.2 ml
Thiamin	25 γ
H_2O	1 000 ml

Table 30. Nutrient solutions in Exp. 24 (in addition to substances common to each).

Taulukko 30. Ravintoliuokset kokeessa 24 (yhteisten aineiden lisäksi).

Series *Koesarja*	Glucose g/l	$(NH_4)_2SO_4$ g/l	Nitrogen per flask *Typpeä pulloa kohti* mg	Initial pH *Alku-pH*	Final pH *Loppu-pH*
G_1 N_1	0.5	—	0.23	5.3	5.7
G_1 N_2	0.5	0.25	2.35	5.7	4.8
G_1 N_3	0.5	1.0	8.71	5.2	3.8
G_2 N_1	2.5	—	0.23	5.3	4.7
G_2 N_2	2.5	0.25	2.35	5.7	4.5
G_2 N_3	2.5	1.0	8.71	5.2	3.9

Glucose concentration 0.5 g/l (0.05 %) was most frequently used in earlier mycorrhizal synthesis experiments (Melin 1936, p. 1082). Björkman (1942, p. 131) has shown, however, that a higher concentration, 2.5 g/l (0.25 %) is more favourable to the formation of mycorrhizae, and for this reason both of these concentrations were included in the experiment. Thiamin was added to the nutrient solution so as to accelerate the initial development of the fungus.

Seeds of *Betula pubescens* (from Punkaharju forest district in Eastern Finland, germinability about 60 %), surface-sterilized by the chlorine method (Melin 1936, p. 1057), were germinated on agar plates and planted in flasks April 27, 1947, one seedling in each. Half of the flasks were inoculated (*Cenococcum* strain A_2, age of inoculum 25 days) on May 23, while the other half remained without inoculation. After inoculation the flasks were placed in a Möller greenhouse (Hesselman 1927, Fig. 1, pp. 343—344), and half of them covered with a lath screen described by Gast (1937, p. 592), in which the distance between laths was 4 mm — thus letting through 23 % of the light. As the greenhouse and the lath screen were the same as those used by Björkman (1942) no further light measurements were carried out. According to Björkman (l. c. p. 69 and 130) the light received by the unscreened seedlings was 39 % and by the screened ones 10 % of the full light. As, due to the exceptionally hot and sunny summer of 1947 the whole greenhouse often had to be kept shaded for a long time, the light actually received by the seedlings was considerably below the values mentioned. In spite of the shading, the seedlings which received more light suffered obviously from excessive heat and the fungus died in several of the flasks, probably during the first month after inoculation. It is to be noted that in all those flasks in which the nitrogen concentration was highest, the fungus died, whereas, in weaker nitrogen concentrations, it was able to resist the heat better. In the flasks more strongly screened the fungus suffered no injury. Birch seedlings suffered from the sunshine most in those flasks where the nitrogen concentration was lowest

As each experimental series included 6 inoculated and 6 control flasks, the experiment comprised a total of 144 flasks. Some of the flasks, however, had to be discarded on account of contamination or for other reasons, and thus the final number of flasks was in many of the series under 6. Those flasks, in which the fungus died at the initial stage of the experiment, were counted as uninoculated control flasks.

The flasks were investigated in September, 1947. The results are shown in Table 31.



Fig. 25. Some typical young birch plants from Exp. 24. ¼ of natural size.
Kuva 25. Eräitä tyypillisiä koivun taimia kokeesta 24. ¼ luonnollisesta koosta.

Firstly, the development of birch seedlings was very strongly influenced by the nitrogen concentration of the nutrient solution, even more so than the growth of pine seedlings in the corresponding experiments carried out by Björkman (1942, pp. 133—146). Although the weakest nitrogen concentration used was about twice as high as that used by Björkman, the birches grew considerably less well than the pines (the dry weight of birch shoots was about 6, that of pine shoots about 17 mg), which obviously is due to the fact that the pine seed contains much more reserve material. In Series N_2 and N_3 the dry weight of birches exceeds that of pine seedlings in the corresponding nitrogen concentrations used by Björkman. The increase in growth brought about by the rise of nitrogen concentration affects primarily the shoot, to such an extent that the root system of the seedlings of Series N_3 is smaller, both in extent and weight, than that of the seedlings of Series N_2. Accordingly, the shoot/root ratio shows a very sharp increase with the increasing nitrogen concentration.

Glucose concentration had no effect on the growth of the seedlings.

As is well-known, lack of light hampers photosynthesis by plants and stimulates their longitudinal growth. In weak light, the root system in particular remained smaller than in abundant light, and accordingly, the shoot/root ratio was greater in weak light. In 10 % light, the light proved to be the minimum factor, and an increase of nitrogen concentration (from N_2 to N_3) was unable to increase the growth of birch seedlings. Fig. 25 shows some representative seedlings from different experimental series,

Table 31. Growth of one-year old birches and development of mycorrhiza in different concentrations

Taulukko 31. 1-vuotiaiden koivujen kasvu ja mykoritsain kehitys eri-

	Light 10 % —			
	N_1		N_2	
	Control *Kontrolli*	Inoculated *Ympätty*	Control *Kontrolli*	Inoculated *Ympätty*
				Glucose
Number of seedlings investigated / *Tutkittujen taimien lukumäärä*	5	6	5	4
Average length of seedling / *Taimen keskim. pituus* mm	36	45	159	174
Number of leaves / *Lehtien lukumäärä*	5	5	13	19
Number of short roots / *Lyhytjuurien lukumäärä*	40	64	128	127
Dry weight of shoot / *Verson kuivapaino* mg	6.5	8.5	81.4	81.7
Dry weight of root system / *Juuriston kuivapaino* mg	1.1	3.0	10.1	9.1
Shoot/root ratio / *Suhde verso/juuristo*	5.5	2.8	8.0	9.0
Number of mycorrhizae / *Mykoritsain lukumäärä*	—	9	—	9
» % from number of short roots / % *lyhytjuurien määrästä*	—	14	—	7
				Glucose
Number of seedlings investigated / *Tutkittujen taimien lukumäärä*	4	4	4	5
Average length of seedling / *Taimen keskim. pituus* mm	34	24	158	184
Number of leaves / *Lehtien lukumäärä*	5	4	15	12
Number of short roots / *Lyhytjuurien lukumäärä*	23	23	72	94
Dry weight of shoot / *Verson kuivapaino* mg	6.3	4.4	71.8	86.7
Dry weight of root system / *Juuriston kuivapaino* mg	1.0	1.1	8.2	10.4
Shoot/root ratio / *Suhde verso/juuristo*	5.7	4.0	8.8	8.3
Number of mycorrhizae / *Mykoritsain lukumäärä*	—	19	—	31
» % from number of short roots / % *lyhytjuurien määrästä*	—	83	—	33

illustrating the influence of light and nitrogen on the growth of birch seedlings.

The growth of the inoculated and control seedlings was fairly similar, as was the case in the experiments by Björkman (1942, p. 131 and 136) also. If the root system of inoculated seedlings weighed more than that of uninoculated seedlings, this may be due to some

rhizae in different light intensities and different glucose and nitrogen con- (Exp. 24).

laisissa valaistuksissa sekä glukoosi- ja typpikonsentratioissa (Koe 24).

Valaistus 10 %		Light 39 % — *Valaistus 39 %*					
N_3		N_1		N_2		N_3	
Control *Kontrolli*	Inoculated *Ympätty*	Control *Kontrolli*	Inoculated *Ympätty*	Control *Kontrolli*	Inoculated *Ympätty*	Control *Kontrolli*	Inoculated *Ympätty*
0.5 g/l							
6	5	3	6	6	4	10	—
178	190	23	25	68	79	118	—
18	21	6	5	14	10	21	—
87	90	88	112	235	300	127	—
83.8	90.7	12.3	9.2	98.2	96.0	137.6	—
6.8	7.1	5.6	4.2	26.9	34.8	12.8	—
12.3	12.8	2.2	2.2	3.6	2.8	10.7	—
—	35	—	1	—	0	—	—
—	39	—	1	—	0	—	—
2.5 g/l							
7	4	—	2	3	2	10	—
170	155	—	16	58	67	88	—
12	12	—	4	13	14	17	—
53	70	—	25	190	280	170	—
64.0	77.0	—	5.9	55.5	97.8	135.6	—
6.1	12.0	—	2.8	11.8	41.0	15.1	—
10.5	6.4	—	2.1	4.7	2.4	9.0	—
—	11	—	6	—	13	—	—
—	16	—	24	—	5	—	—

mycelium and even tiny grains of sand clinging to the roots of inoculated seedlings.

In 0.25 % glucose concentration, *Cenococcum* grew considerably better than in 0.05 % concentration. Even in the weakest nitrogen concentration, which was completely insufficient for the optimal growth of birch, *Cenococcum* grew almost as well as in higher concentrations.



Fig. 26. Mycorrhizae from Exp. 24. Light 10 %, glucose 0.5 g, Series N . × 20.
Kuva 26. Mykoritsoja kokeesta 24. 10 % valaistus, glukoosia 0.5 g, sarja N_1. Suurennus 20 ×.

In the experimental synthesis of *Betula pubescens* + *Cenococcum graniforme*, external factors affected the formation of mycorrhizae in a way quite different from the synthesis of *Pinus silvestris* + *Rhizopogon roseolus* studied by Björkman. Particular attention is attracted by the fact that in weak light a greater number of mycorrhizae were formed than in more abundant light. Although, in the flasks receiving more light, both the seedling and the fungus may have suffered from excessive heat, the experiment shows, however, that even in so weak a light as 10 %, the formation of mycorrhizae is possible. Nor was the influence of nitrogen concentration so distinct as in the experiment by Björkman. The abundance of mycorrhizae was (in 10 % light) inversely proportional to the extent of the root system, that is to say, for instance in series N_2, the mycorrhiza percentage was relatively low because a great part of the root system fell outside the range of influence of the slowly growing fungus.

The formation of mycorrhizae was much weaker in 0.05 % glucose concentration than in 0.25 %. The almost complete absence of mycorrhizae in more abundant light and 0.05 % glucose concentration is probably explicable in that those seedlings which suffered most from the sun during the weeks immediately after inoculation ceased growing for some time, and in the meantime the fungus exhausted the glucose from the substrate, after which it was incapable of growing enough even to start the formation of mycorrhizae.

In the structure of the mycorrhizae and the behaviour of the fungus towards the roots, considerable differences could be observed between the different series:

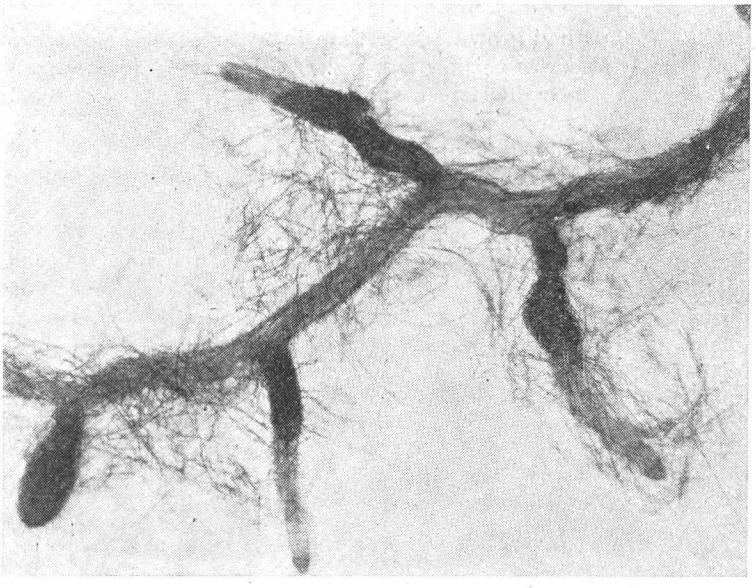


Fig. 27. Mycorrhizae from Exp. 24. Light 10 %, glucose 0.5 g, Series N_3. On growing longer in the late summer, formation of fungal mantle discontinued. × 20.

Kuva 27. Mykoritsoja kokeesta 24. 10 % valaistus, glukoosia 0.5 g, sarja N_3. Juurten kasvaessa syyskesällä pituutta ei sienivaippaa ole enää muodostunut. Suurennus 20 ×.

Glucose 0.05 %.

N_1: In both 10 % and 39 % light the mycorrhizae were very small, with a compact mantle at the tip of the root only (Fig. 26). The Hartig net was very poorly developed, and many of the cortical cells were filled with thick dark hyphae.

N_2: Mycorrhizae were formed only in 10 % light; they were fairly short, with a thick and compact mantle, but the Hartig net was poorly developed although better than in the Series N_1. Many mycorrhizae had resumed growth as in the following series.

N_3: In 39 % light, the fungus died in all the flasks. In 10 % light, the mycorrhizae developed better than in the Series N_2, many short roots were covered with mantle down to the base. About 25 % of all the mycorrhizae resumed growth at the tip, breaking through the fungal mantle, which did not grow along with it (Figs. 27 and 28). This phenomenon, which was not found in higher glucose concentration, can probably be explained by the fact that by the time the roots resumed their longitudinal growth the glucose in the nutrient solution was exhausted, and because of strong shading there was no more glucose available for the fungi in the roots either, since, in addition, the relatively great nitrogen concentration made it possible for the birch itself to utilise quickly the products of the weak photosynthesis.

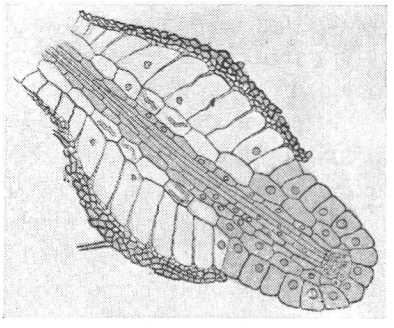


Fig. 28. Mycorrhiza from Exp. 24. Light 10 %, glucose 0.5 g, Series N_3. Cortical cells below the fungal mantle have lost their contents. The tip of the root is completely free from fungus. × 100.

Kuva 28. Mykoritsa kokeesta 24. Valaistus 10 %, glukoosia 0.5, g, sarja N_3. Sienivaipan alla olevista kuorisoluista on sisältö hävinnyt. Juuren kärkiosa on kokonaan vapaa sienestä. Suurennus 100 ×.

Glucose 0.25 %.

N_1: As the fungus had grown better than in weak glucose concentration, the mycorrhizal mantle also was thicker and covered the short root down to its base. The Hartig net was poorly developed, and the fungus filled many of the outermost cortical cells with thick hyphae.

N_2: Mycorrhizae were nearly normally developed both in 10 % and 39 % light, and were similar to those occurring in nature. The Hartig net was well developed, and intracellular hyphae few.

N_3: In 39 % light the fungus died by the early summer in all the flasks. In 10 % light the fungal colony was very dense, but not as extensive as in the Series N_1 and N_2; consequently, about two-thirds of the root systems were out of reach of the fungal influence. The fungus covered all roots inside the colony as a thick compact layer, penetrating the cortical cells of both the short and long roots. No particular tendency to formation of mycorrhizae was discernible, but in the short roots inside the fungal colonies there was some Hartig net.

Discussion.

The question as to whether *Cenococcum* is as beneficial to its host plant as other mycorrhizal fungi, must be considered as undecided so far. Both observations carried out in nature and laboratory experiments indicate that *Cenococcum* is a vigorous fungus capable of forming mycorrhizae in conditions in which other fungi cannot do so. But they indicate, also, that it can penetrate cells and live as a one-sided parasite, particularly in conditions unfavourable to the host plant. In the D mycorrhizae described by Melin (1927, p. 452), *Cenococcum* has apparently filled cortical cells in the same way as in the above Series N_1 of Exp. 24, and Lindquist (1937, p. 306) points out that *Cenococcum* in the thick raw humus of shady spruce woods generally lives intracellularly. Broadly speaking, the heavier the intracellular infection, the less developed is the Hartig net. Lihnell (1942, p. 9), in a synthesis experiment with *Cenococcum* and spruce, observed all intermediate stages between a typical mycorrhiza and a short root only covered by mycelium.

Although there is no evidence so far regarding the usefulness of *Cenococcum* to its host plant, there are, on the other hand, no observations indicating it to be injurious. The D mycorrhizae described by Rayner (1935), it is true, were collected from seedlings in poor conditions but, in general, she studied conditions in which *Cenococcum* is almost the only mycorrhizal fungus capable of thriving. In Exp. 24 above, the growth of seedlings inoculated with *Cenococcum* was very similar to that of seedlings not inoculated, and thus neither any detrimental nor helpful effect could be observed. However, as Björkman (1942, footnote pp. 129—130) pointed out, the conditions in synthesis flasks are such that tree seedlings can grow without mycorrhizae as well as with them. On the other hand, the parasitic fungi tested have proved detrimental under

corresponding conditions (Melin 1923 a, p. 234, Hatch 1934, p. 378). A balanced symbiosis does not always come about with mycorrhizal fungi proper either, but the latter can hamper the growth of their host plant (Melin 1925, pp. 89—93). Although the *Cenococcum* infection in the roots, in some series of Exp. 24 (glucose 0.25 %, 10 % light, N_1 and N_2), was intense, and although the fungus decidedly lived parasitically in some cortical cells, filling them with hyphae, it did not seem to hamper the growth of the seedlings in any way. In forest soils, hyphae similar to *Cenococcum* occur in the roots of many plants, but they always grow in the outermost cells only, and probably these have been dead or about to die before the fungus penetrated the cells. *Cenococcum* hyphae have never been found to have penetrated the central cylinder of the root before perhaps after the death of the whole root.

The mycorrhiza phenomenon is no intentional mode of living for mutual benefit by plants any more than any other symbiosis occurring in nature, but mutual parasitism in which each party benefits from the other as much as possible (McDougall 1914). In this respect *Cenococcum* naturally is similar to other mycorrhizal fungi, and the equilibrium may, under certain conditions, swing so much in favour of the fungus that the host plant suffers from it. How a tree could benefit by the symbiosis with *Cenococcum* can be reviewed on the basis of information available on the physiology of this fungus and on mycorrhizal symbiosis in general. Although there is no direct evidence of the usefulness of *Cenococcum* to a tree, and although, as regards the influence of external factors on the formation of mycorrhizae, it differs considerably from the other mycorrhizal fungi, there is certain evidence pointing to such beneficial influence. The structure of normally developed *Cenococcum* mycorrhizae does not, to any appreciable degree, differ from that of mycorrhizae formed by other fungi. *Cenococcum* is certainly not inferior to other mycorrhizal fungi, if the importance of such a fungus to its host plant is due the fact that it increases by several times the water absorbing surface of the root system and transmits water together with nutrients dissolved in it to the host plant (Stahl 1900, Hatch 1937), which seems to be the theory given most support at the moment (Romell 1939). Indeed, a special characteristic of Dn mycorrhizae is an abundant vigorous mycelium, radiating outward from the mantle. One of the properties attributed to an efficient mycorrhiza fungus is that in pure culture it secretes an abundance of water from its aerial hyphae — an indication at the same time of the great ability of the fungus to absorb water (Romell 1939, p. 366) — and this feature is particularly prominent in *Cenococcum*. Whether the mycorrhizal fungi are of any importance in transmitting organic nitrogen from the humus to their host plants, is a question of secondary importance in this connection, for *Cenococcum* is similar to other

mycorrhizal fungi in its relation to organic nitrogen compounds. One of the advantages of mycorrhizal fungi is thought to be the fact that, with their mantle, they protect the roots against pathogenic fungi (R o m e l l 1939, p. 366), and in this respect also the thick and compact mantle of *Cenococcum* is obviously equally effective or even more so than the mantle formed by other mycorrhizal fungi.

Cenococcum requires very little energy compared to its production of cell substance (Exp. 4), and this fact may offer a partial explanation of why its ability to form mycorrhizae is not as greatly dependent on light as that of other fungi, on the energy requirements of which, it is true, not much information is available. It is not fully dependent for its carbon nutrition on the carbohydrates to be obtained from tree roots, but it can also utilise some more complicated carbon compounds present in the humus.

Observations on the Formation of Sclerotia.

As mentioned in the first chapter, a few years ago, *Cenococcum graniforme* was known in the form of sclerotia only. As far as is known, however, sclerotia have never before appeared in pure cultures of *Cenococcum* or in aseptic synthesis experiments, and the factors originating the formation of sclerotia, are unknown. Lihnell (1942, p. 6) mentions that the beginnings (»Anlagen») of sclerotia have appeared in pure culture, and suggests, like Ferdinandsen and Winge (1925, p. 375), that sclerotia belong to the normal development of the fungus as a periodical phenomenon.

Certain events, interesting from the point of view of the formation of sclerotia, occurred in connection with the present experiments and they will be reported in brief below. »Anlagen» to sclerotia of the kind referred to appeared fairly often in the agar cultures of strains B and C, sometimes of D, occasionally also in liquid cultures, but always on the surface, never submerged. They were spherical or hemi-spherical, of loose structure or almost hollow in the centre, but very compact though not brittly hard on the surface, and their surface was covered with white hyphae. During the time their development was observed (1—3 months), they reached a diameter of 1—3 mm. In these cases, no doubt, the sclerotia in question were genuine, but they appeared quite sporadically and apparently independent of cultural conditions.

Genuine sclerotia, jet-black and as brittle as coal, were present in dozens in one of the flasks of Exp. 24 (10 % light, 0.25 % glucose, N_2). They were very small in size (Fig. 29) but taking into consideration the short period of the experiment (besides, the formation of sclerotia may not have started until late in the summer) it is probable that, later on, they would have attained dimensions similar to the sclerotia occurring in nature. Sclerotia appeared in three different positions: 1) The mantle of some mycorrhiza had grown exessively and thus the sclerotium had been formed direct around the mycorrhiza. 2) Sclerotia had grown like galls on the side of both mycorrhizae and long roots. 3) A number of the sclerotia were not at all in contact with the roots. Originally the sclerotia were formed in a spherical shape, but in coarse sand they grew into irregular forms depending on the growing space available.

As mentioned, there were several tens of sclerotia in this one flask. They appeared in different parts of the flask, mostly, however, in the neighbourhood of the seedling. In another flask of the same series there

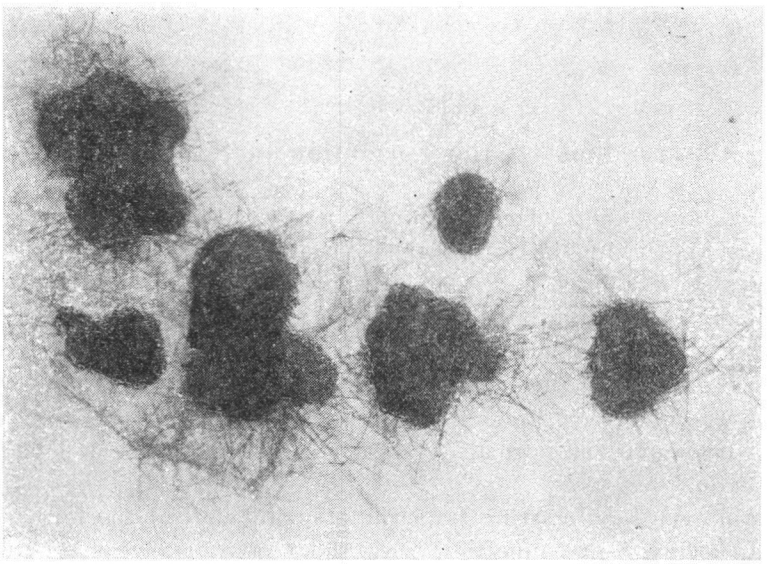


Fig. 29. Sclerotia of *Cenococcum graniforme* in sand culture in Exp. 24. Light 10 %, glucose 2.5 g, Series N_2. × 20.
Kuva 29. Cenococcum graniformen sklerotioita hiekkaviljelmässä kokeessa 24. Valaistus 10 %, glukoosia 2.5 g, sarja N_2. Suurennus 20 ×.

were a couple of sclerotia, and also in one flask of the corresponding Series N_3 a couple but they were not found in any other flask. It is difficult to say, why such an abundance of sclerotia were formed in the one flask. The birch seedling grown in the flask was quite like those grown in the other flasks, and the same amount of water had evaporated from all the flasks; the conditions in this flask do not seem to have differed in any way from the other flasks of the same experimental series.

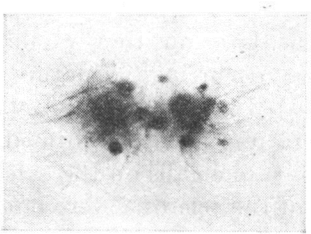


Fig. 30. Sclerotia of *Cenococcum graniforme* in liquid culture. The only source of carbon constituted by casein hydrolysate. × 4.
Kuva 30. Cenococcum graniformen sklerotioita liuosviljelmässä. Ainoana hiililähteenä on ollut kaseinihydrolysaatti. Suurennus 4 ×.

Also in a pure culture experiment, formations similar to sclerotia were formed. The experiment in question aimed at finding out whether *Cenococcum* could utilise cellulose as a carbon source while casein hydrolysate served as the source of nitrogen (cf. p. 22). No decomposition of cellulose took place but the fungus was able to grow to some extent by utilising casein hydrolysate as carbon source also. While the fungus used more carbon than nitrogen from the casein hydrolysate, the pH was changed noticably towards alkalinity. After about 2 ½ months small black balls (Fig. 30), of definitely the

same structure as sclerotia, were observed among mycelia in the flasks. By that time the solution had evaporated from the flasks to a great extent and the pH was 6.2 (initial 4.7). The development of the sclerotia was followed for 3 ½ months, every now and then adding water into the flasks so as to prevent them from getting dry, but nothing noteworthy appeared. The final pH was 7.1, and the diameter of the biggest sclerotia 2 mm.

As in this experiment the causes for the formation of sclerotia [1]) were suspected to be the pH that had become unfavourably alkaline, and the osmotic pressure growing with the evaporation of the liquid, another experiment was carried out to study these points in particular.

Experiment 25. Influence of nitrogen and carbon source, nitrogen concentration, osmotic pressure, and pH on the formation of the sclerotia of Cenococcum.

The nutrient solution II without glucose and NH_4-tartrate. As nitrogen sources, casein hydrolysate and NH_4-tartrate were used. To increase the osmotic pressure, lactose was added, which is a very poor source of carbon for *Cenococcum* (possibly lactose is totally unusable and the growth of the fungus in lactose solution is due to impurities only). As the sclerotia described above were formed in flasks containing cellulose (filter paper), filter paper was added to some of the flasks. However, it was not found to have any effect in this respect.

Table 32. Nutrient solutions in Exp. 25 (in addition to substances common to all), g/l.

Taulukko 32. Ravintoliuokset kokeessa 25 (yhteisten aineiden lisäksi), g/l.

Series *Koesarja*	Casein hydrolysate *Kaseini-hydrolysaattia*	NH_4-tartrate *NH_4-tartraattia*	Glucose *Glukoosia*	Lactose *Laktoosia*	Initial pH *Alku-pH*
K_1-3	0.83	—	—	—	3.1
K_1-5	0.83	—	—	—	4.9
K_2-3	2.50	—	—	—	3.0
K_2-5	2.50	—	—	—	5.2
K_1G	0.83	—	0.5	—	4.6
N_2	—	1.97	—	—	4.7
K_1L_{05}	0.83	—	—	5	4.7
K_1L_2	0.83	—	—	20	4.5
K_1L_4	0.83	—	—	40	4.5
K_2L_{05}	2.50	—	—	5	4.7
K_2L_2	2.50	—	—	20	4.7
K_2L_4	2.50	—	—	40	4.6
N_1L_{05}	—	0.66	—	5	4.7
N_1L_4	—	0.66	—	40	4.6
N_2L_{05}	—	1.97	—	5	4.7
N_2L_4	—	1.97	—	40	4.7

[1]) Sclerotium-like formations are called sclerotia in the following, although they were not quite the same as the sclerotia appearing in nature or those formed in Exp. 24.

Strain A_1, age of inoculum 31 days.

Continuous observations were made as to the appearance of sclerotia in the flasks. The first were observed in series K_2-5 about 40 days after inoculation. After 60 days they were present in all the series in which they were to appear (in Series K_2L_4, however, only point-like beginnings).

Analyses to determine the dry weights of mycelia and pH of the solution, were made 60 and 80 days after inoculation. At the age of 100 days only flasks with filter paper were available, and thus the weight of mycelia could not be determined. The results are shown in Table 33.

Table 33. Growth of *Cenococcum* and formation of sclerotia with casein hydrolysate and NH_4-tartrate as sources of nitrogen, and in varied nitrogen and lactose concentrations (Exp. 25).

Taulukko 33. Cenococcumin kasvu ja sklerotiain synty kaseinihydrolysaatin ja NH_4-tartraatin ollessa typpilähteinä sekä eri typpi- ja laktoosikonsentratioissa (Koe 25).

Series	Dry weight mg		pH				Number and size of sclerotia 80 days after inoculation *Sklerotiain lukumäärä ja koko 80 vrk. ympäsyksen jälkeen*
	60 days	80 days	Initial	60 days	80 days	100 days	
K_1-3	2.8	7.7	3.1	3.4	5.5	5.9	12, diam. of the biggest over 1 mm
K_1-5	2.1	3.8	4.9	5.7	6.1	6.5	14, » » » » about 2 mm
K_2-3	4.2	8.2	3.0	3.3	3.7	5.4	13, » » » » » 2 mm
K_2-5	6.9	9.0	5.2	6.3	6.7	6.9	90, » 1—2 mm
K_1G	14.5	14.6	4.6	6.3	6.5	6.3	20, point-like
N_2 ...	·	0.3	4.7	·	4.7	4.6	—
K_1L_{05}	2.8	7.4	4.7	5.7	6.4	6.4	35, diam. 1—2 mm
K_1L_2	8.2	8.9	4.5	5.3	6.4	6.2	60, » 0—2 mm
K_1L_4	8.0	11.6	4.5	5.1	6.3	6.1	100, » of the biggest under 1 mm
K_2L_{05}	6.1	9.9	4.7	6.0	6.5	6.6	56, » » » » about 1 mm
K_2L_2	9.5	14.2	4.7	6.0	6.6	6.6	50, » 0—1 mm
K_2L_4	12.6	14.0	4.6	6.1	6.2	6.7	20, point-like
N_1L_{05}	0.4	0.7	4.7	4.7	4.7	4.5	—
N_1L_4	1.4	1.7	4.6	4.5	4.5	4.4	—
N_2L_{05}	0.5	0.6	4.7	4.7	4.7	4.5	—
N_2L_4	1.6	2.1	4.7	4.6	4.6	4.4	—

At 60 days, 11—14 ml of solution was left per flask (initially 25 ml), at 100 days 3—6 ml.

60 days after inoculation, some of the flasks were transferred to light and 20 ml of water added to some of them. During the later stages of the experiment, however, neither light nor addition of water were found to have any effect on the formation of sclerotia.

The only factor which was found to affect the formation of sclerotia in the experiment seemed to be some decomposition product of casein hydrolysate. In the experimental series without casein hydrolysate no sclerotia were formed, and in those series where lactose as well as casein hydrolysate were present, the development of sclerotia was weaker the higher the lactose concentration. Osmotic pressure was thus, at least as shown by this experiment, not a factor stimulating the formation of sclerotia, nor was the pH. A good indication of the decomposition of casein hydrolysate was afforded by the colour of the solution, for as the hydrolysate was decomposed — particularly while the fungus utilised it as its source of carbon — some kind of dark substance was formed. At the different

stages of the experiment, the order of darkness of the solutions was as follows (initially all of them were colourless):

	60 days	80 days	100 days
Colourless	N_2,N_1L_{05},N_1L_4,N_2L_{05}	N_2,N_1L_{05},N_1L_4,N_2L_{05}	N_2,N_1L_{05},N_1L_4,N_2L_{05}
Nearly colourless	N_2L_4,K_1-3, K_2-3	N_2L_4, K_2-3	N_2L_4
Light brown	K_1-5, K_1G	K_1-3, K_1G	K_1G
	K_1L_{05}		
	K_1L_4,K_2L_2,K_2L_4	K_1L_{05},K_1L_2,K_1L_4	K_1-3, K_1L_2, K_1L_4
Brown	K_1L_2, K_2L_{05}	K_1-5, K_2L_4	K_1-5, K_1L_{05}
		K_2L_{05}, K_2L_2	K_2-3
Dark brown	K_2-5	K_2-5	K_2-5, K_2L_{05}, K_2L_2, K_2L_4

The number and size of sclerotia was practically proportional to the darkness of the nutrient solution.

The formation of *Cenococcum* sclerotia seems to require a fairly good supply of oxygen. On agar, »sclerotia beginnings» were formed only on the surface, and the sclerotia of Exp. 24 were also in the upper part of the sand, where there was air-spaces. Ferdinandsen and Winge also state that sclerotia appear near the surface of the soil, and even when encountered in *Sphagnum* hummocks they are always above the level of ground water.

Ecological Aspects.

Cenococcum graniforme is biotically a very vigorous species of fungus and a typical facultative mycorrhiza former. Its ability to form ecto- and ectendotrophic mycorrhizae is probably greater than that of any other known mycorrhizal fungus, but it can also live in the soil independently of tree roots as is shown by the fact that sclerotia have been discovered in soils where no trees grow, for instance, on open ling heaths in Denmark and above the tree limit on Norwegian fjelds (Ferdinandsen & Winge 1925).

The question of whether the ordinary mycorrhizal fungi of trees are capable of living in the soil also independent of their host plants is almost completely unsolved. Besides *Cenococcum*, *Boletus subtomentosus* may be mentioned as one species of this kind. According to Modess (1941, p. 63) it is a mycorrhiza fungus, but in experiments carried out by Romell (1939, p. 359) its sporophores have risen to areas separated by trenches from growing roots. A phenomenon repeatedly mentioned is that mushrooms disappear after the cutting of trees from places where they have previously been present regularly (Thesleff 1919, p. 75, Melin 1925, p. 115, Romell 1930, 1938), and this has been taken as a sign of the mutual dependence of the fungus and tree species in question. The disappearance of sporophores, however, need not imply that the vegetative hyphae in the soil had also died; many a fungus is likely to go on living in the soil saprophytically after cutting, although production of sporophores requires connection with living roots, as emphasized by Melin (1925, p. 116). Rosendahl and Wilde (1942) have shown that hyphae of mycorrhizal fungi may remain existing in the soil as long as sixty years after the area was cut clear. This, of course, does not exclude the possibility that some of the mycorrhizal fungi are absolutely dependent on their host plants.

The ectotrophic mycorrhiza of trees must be considered as a rather weakly specialized form of symbiosis, in which both parties may also, as a rule, be able to live independently in nature, at least under certain conditions. This is also shown by the fact that mycorrhiza fungi, as compared with the parasites of trees, are rather unpretentious in the choice of their host plants. For the same reason, the mutual dependence of tree and fungus may be greater or smaller and the equilibrium of the symbiosis may shift in favour of either of the parties.

The mycorrhizal fungi of trees, however, constitute a very distinct

ecological group of fungi, which is distinguished from forest soil saprophytes above all by their inability to utilise cellulose and lignin and other complex carbon compounds and by their sensibility towards certain antibiotic substances present in the humus. The distinction, however, is not sharp, and it is possible, for instance, that all the mycorrhizal fungi studied up to now are facultative, and that obligate ones have not been isolated at all in pure cultures.

When estimating the silvicultural significance of facultative mycorrhiza fungi, such as *Cenococcum* for instance, attention must be paid naturally to their rôle in the life of the forest both as symbionts of trees and as saprophytes in the soil.

Although *Cenococcum* is frequently encountered in practically all forest soils and it has proved very vigorous as a mycorrhiza former, the percentage of the Dn mycorrhizae of the short roots of trees is generally small, usually well under 10 %. This cannot be occasioned by conditions unfavourable to *Cenococcum*, but rather by the fact that other mycorrhizal fungi in the prevailing conditions are more vigorous still. It is possible also, that the conditions in a »good» forest soil are so favourable to the saprophytic mode of life that the tendency of *Cenococcum* to form mycorrhizae is relatively weak. In most forest soils the significance of *Cenococcum* as a former of mycorrhizae is probably fairly small. When the activity of other mycorrhizal fungi becomes more difficult for any reason, the proportion of Dn mycorrhizae increases and at the same time the significance of *Cenococcum* grows in the biology of forest soil. As suggested by Ferdinandsen and Winge (1925) and by Lindquist (1937), Cenococcum is one of the most important fungi in raw humus, particularly in the spruce thickets of Northern Sweden.

The silvicultural significance of a particular mycorrhizal fungus is dependent in the first place on the conditions in which it occurs as a former of mycorrhizae, and on the kind of benefit or harm it causes to its host plant, as compared with other mycorrhizal fungi present in similar conditions. For even those species that grow in the same conditions may differ considerably in their physiology and behaviour. Although the experimental study of this question has encountered almost insurmountable difficulties so far, the results of certain recent investigations indicate the existence of such differences (Rosendahl 1942). As regards *Cenococcum*, there is so far no reason why it should be considered inferior to other mycorrhiza fungi in this respect, unless the facultative quality of *Cenococcum* be so considered. On the contrary, certain properties characteristic of typical mycorrhizal fungi are particularly marked in *Cenococcum* (cf. pp. 84—86).

The fact that *Cenococcum* may be the only fungus forming mycorrhizae with trees in very shady and dense spruce woods, where the raw humus layer is compact and tough, cannot entirely be due to lack of light, because,

even if the seedlings suffer from shade, the tops of the big trees are fully exposed to light. Excessive acidity and toxic substances formed in the humus can be considered among other factors detrimental to other mycorrhizal fungi. On the other hand, conditions in a dense wood and tough raw humus filled with hyphae, are such that the trees may find it difficult to sustain themselves without mycorrhizae (Hatch 1937, Mitchell, Finn & Rosendahl 1937, Finn 1942, Björkman 1944 a). It may be daring to maintain that the sustenance of trees in forests of this kind can be entirely dependent on *Cenococcum*, but even such an assumption is not completely unwarranted.

As *Cenococcum* is able to live saprophytically also, and as its mycelium is often prominently abundant in raw humus (cf. Lindquist 1937), it is difficult to estimate how much of the mycelium is connected with the roots, obtaining carbohydrates from them and assisting in conveying water to the plant, and how much lives wholly independent of the roots. As in any case a great part of the mycelium of *Cenococcum* grows outside the mycorrhizae, and as the fungus requires a relatively small amount of energy for its growth, a considerable part of the nitrogen and other nutrients absorbed by *Cenococcum* from the soil serves as its cell substance, and is not liberated for the use of the trees until after the death of the fungus, and perhaps a small amount only is transferred with water to the host plant. Yet although *Cenococcum* thus competes with the trees for the scanty supply of nutrients in the soil, it is, on the other hand, uncertain whether the trees could get at these at all without the assistance of *Cenococcum*.

What is the significance of the saprophytically living mycelia of *Cenococcum*, which are often quite abundant even in »good» forest soil, in decomposing litter and in other microbiological processes of this soil, is a problem still awaiting experimental research. However, it is probable that *Cenococcum*, being a fungus requiring relatively little energy, does not, to any appreciable extent, liberate nutrients to the soil but it utilises them for the synthesis of cell substance, from which they are liberated by other microbes only after the death of the fungus. The share of *Cenococcum* in the circulation of material in forest is thus partly dependent on the ease or difficulty of the decomposition of its dead mycelium. The thick cell membranes of *Cenococcum* and the frequent appearance of sclerotia as subfossils indicate that they may be relatively difficult to decompose. As *Cenococcum* forms an abundance of mycelium, which evidently decomposes slowly, it is likely to constitute an essential factor in the formation of the compact and tough raw humus characteristic, for instance, of the spruce thickets of Northern Finland and Sweden (cf. Romell 1934, Lindquist 1937).

Summary.

The physiology of the common mycorrhiza fungus *Cenococcum graniforme* (Sow.) Ferd. & Winge has been studied by pure culture experiments. Although conditions in pure culture experiments and in nature are so different that the experimental results cannot be generalized straightaway, it is possible to draw certain conclusions from these experiments, as to the ecology of the fungus in question and its significance in forest soil, and these conclusions are confirmed by the information available on the appearance of this fungus in nature. The main results of the investigation are as follows:

1. *Cenococcum* is favoured by a very strong acidity. pH optimum is about 4.0 and the limits within which the fungus thrives, 2.4—7.0. Within these limits are included by far the major part of North-European forest soils.

2. The optimum temperature for the growth of *Cenococcum* is about + 25°C. The maximum temperature also proved fairly low in the experiment made. In this experiment, it was remarked that the growth of *Cenococcum* was weak in those temperatures (10—15°C) which generally prevail in its natural habitats, known to be relatively cold.

3. As regards carbon nutrition, *Cenococcum* represents an intermediary form between mycorrhizal fungi proper and forest soil saprophytes, being capable of utilising starch but not cellulose, in addition to simple sugars. The energy requirement of the fungus is relatively small, that is to say, the proportion of dry substance produced to carbohydrates used is great.

4. *Cenococcum* is able to utilise, for its nitrogen source, very many nitrogen compounds, both organic and inorganic. Organic nitrogen is not indispensable, but it seems to be beneficial to the growth of the fungus if it can obtain certain amino acids in ready form. No essential difference has so far been established between mycorrhizal fungi and saprophytes in their relation to various sources of nitrogen.

5. Thiamin (its pyrimidine component) is the only growth substance which very strongly stimulates the growth of *Cenococcum*, but even it is not absolutely necessary, at least not for all the strains. A mild growth-stimulating effect was exercised in the experiments by, among others, biotin, nicotinic acid, and certain amino acids; the latter, however, may have to be counted as nutrients. The six *Cenococcum* strains included in the experiments differed greatly in their relation to growth-stimulating substances, and also in many other respects.

6. The relation of *Cenococcum* to the substances stimulating and retarding the growth of fungi, present in leaf litter, is similar to that of other mycorrhizal fungi. Also fresh birch leaves and pine needles contain both growth-stimulating and growth-retarding substances. *Cenococcum* is not quite as sensitive to certain antibiotic influences as most of the other mycorrhizal fungi.

7. *Cenococcum* does not, to any appreciable extent, produce substances inhibiting or stimulating the growth of other fungi.

8. As reproduction organs of *Cenococcum*, only chlamydospores are known, and as resting bodies, sclerotia. The position of *Cenococcum* in the classification of fungi is unknown. In the pure culture experiments made, sclerotia were formed in a couple of cases, but their cause of origin is so far unknown. Possibly sclerotia are included in the regular development of *Cenococcum* as a periodical phenomenon.

9. As a former of mycorrhizae, *Cenococcum* is at least not as dependent on the light received by the host plant as most other mycorrhizal fungi.

10. The silvicultural importance of *Cenococcum* both as a mycorrhizal symbiont as compared with other mycorrhizal fungi, and as a forest soil saprophyte, has been discussed in brief but only tentative suggestions, based on the information available, can be put forward at present regarding these questions.

11. The pure culture experiments carried out confirm, broadly speaking, the conclusions that can be made regarding the ecology of *Cenococcum* on the basis of its occurrence in nature. It is an organism characteristic of acid raw humus, deficient in nutrients, and is present as a mycorrhiza former particularly in heavily shaded forests where the conditions for the formation of mycorrhizae by other fungi are poor or lacking. It is a facultative mycorrhiza fungus which can live in the soil as a saprophyte also. Its tendency to form mycorrhizae is likely to be dependent on the favourability of the prevailing conditions to a saprophytic mode of living.

References.

Aaltonen, V. T. 1925. Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. — Comm. Inst. Quaest. Forest. Finl., 9.

Arnborg, T. 1940. Der Vallsjö-Wald, ein nordschwedischer Urwald. — Acta Phytogeogr. Suec., 13.

Bavendamm, W. 1928. Über das Vorkommen und den Nachweis von Oxydasen bei holzzersetzenden Pilzen. — Zeitschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz, 38: 257—276.

—»— 1936. Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzzersetzenden Pilze. — Handb. d. biol. Arbeitsmeth., XII : 2.

Bertrand, M. G. 1906. Le dosage des sucres réducteurs. — Bull. de la Soc. chim., 35.

Björkman, E. 1937. Om inverkan av ammoniumnitrat på granmykorrhizans utbildning i råhumusmark. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., 30 : 631—638.

—»— 1941. Mykorrhizans utbildning och frekvens hos skogsträd på askgödslade och ogödslade delar av dikad myr. — Ibid. 32 : 255—296.

—»— 1942. Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. — Symb. Bot. Upsal., VI : 2.

—»— 1943. Betingelser för mykorrhizabildning hos skogsträden. — Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr., 6—25.

—»— 1944 a. Om skogsplanteringens markbiologiska förutsättningar. — Sv. Skogsvårdsf. Tidskr., 333—355.

—»— 1944 b. The effect of strangulation on the formation of mycorrhiza in pine. — Sv. Bot. Tidskr., 38 : 1—14.

—»— 1946. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. — Medd. fr. Statens skogsforskningsinst., 35 : 1—174.

Dagys, J. 1940. Untersuchungen über die Wuchsstoffe des Birkensaftes. — Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg, Sér. physiol., 23 : 1.

Endrigkeit, A. 1937. Beiträge zum ernährungsphysiologischen Problem der Mykorrhiza unter besonderer Berücksichtigung des Baues und der Funktion der Wurzel- und Pilzmembranen. — Bot. Arch., 39 : 1—87.

Ferdinandsen, C. and Winge, Ö. 1925. *Cenococcum* Fr. A monographic study. — Kgl. Veterinær- og Landbohøjsk., Aarskr., 332—382.

Finn, R. F. 1942. Mycorrhizal inoculation of soil of low fertility. — Black Rock Forest Papers, 1 : 19.

Frank, A. B. 1885. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 3 : 128—145.

—»— 1894. Die Bedeutung der Mykorhiza für die gemeine Kiefer. — Forstwiss. Centralbl., 38 : 183—190.

Fries, N. 1938. Über die Bedeutung von Wuchsstoffen für das Wachstum verschiedener Pilze. — Symb. Bot. Upsal., III : 2.

—»— 1943. Die Einwirkung von Adermin, Aneurin und Biotin auf das Wachstum einiger Ascomyceten. — Ibid. VII : 2.

Gast, P. R. 1937. Studies on the development of conifers in raw humus. III. The growth of Scots pine *(Pinus silvestris* L.) seedlings in pot cultures of different soils under varied radiation intensities. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., 29 : 587—682.

Hatch, A. B. 1934. A jet-black mycelium forming ectotrophic mycorrhizae. — Sv. Bot. Tidskr., 28 : 369—383.

—»— 1936. The rôle of mycorrhizae in afforestation. — Jour. For., 34 : 22—29.

—»— 1937. The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. — Black Rock Forest Bull. 6.

Hesselman, H. 1927. Studier över barrträdplantans utveckling i råhumus. I. Betydelsen av kvävemobiliseringen i råhumustäcket för tall- och granplantans första utveckling. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., 23 : 337—432.

Holländer, S. 1932. Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Wurzelpilzen saprophytisch lebender Orchideen. — Diss. Würzburg.

Kessell, S. L. 1927. The dependence of certain pine species on a biological soil factor. — Emp. Forest Jour., 6 : 70—74.

Lihnell, D. 1939. Untersuchungen über die Mykorrhizen und Wurzelpilze von *Juniperus communis*. — Symb. Bot. Upsal., III : 3.

—»— 1942. *Cenococcum graniforme* als Mykorrhizabildner von Waldbäumen. — Ibid. V : 2.

Lindeberg, G. 1944. Über die Physiologie ligninabbauender Bodenhymenomyzeten. Studien an schwedischen *Marasmius*-Arten. — Symb. Bot. Upsal., VIII : 2.

—»— 1948. On the occurrense of polyphenol oxidases in soil-inhabiting *Basidiomycetes*. — Phys. Plant., 1:196—205.

Lindquist, B. 1937. Om några parasitiska marksvampar i nordsvenska råhumusmarker. — Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr., 289—317.

—»— 1939. Die Fichtenmykorrhiza im Lichte der modernen Wuchsstofforschung. — Bot. Notiser, 315—356.

MacDougal, D. T. and Dufrenoy, J. 1944. Mycorrhizal symbiosis in *Asplectrum*, *Corallorrhiza*, and *Pinus*. — Plant Physiology, 19 : 440—465.

—»— 1946. Criteria of nutritive relations of fungi and seed-plants in mycorrhizae. —Ibid. 21 : 1—10.

McDougall, W. S. 1914. On the mycorrhizas of forest trees. — Amer. Jour. Bot., 1:51—74.

Melin, E. 1917. Studier över norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. — Norrl. Handbibl., VII. Uppsala.

—»— 1923 a. Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* L. und *Picea Abies* (L.) Karst. — Mykologische Untersuchungen und Berichte, 2 : 73—331.

—»— 1923 b. Experimentelle Untersuchungen über Birken- und Espenmykorrhizen und ihre Pilzsymbionten. — Sv. Bot. Tidskr., 17 : 479—520.

—»— 1924. Über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf die Virulenz der Wurzelpilze von Kiefer und Fichte. — Bot. Notiser, 38—48.

—»— 1925. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Eine ökologisch-physiologische Studie. — Jena.

—»— 1927. Studier över barrträdplantans utveckling i råhumus. II. Mykorrhizans utbildning hos tallplantan i olika råhumusformer. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., 23 : 433—494.

Melin, E. 1936. Methoden der experimentellen Untersuchung mykotropher Pflanzen. — Handb. d. biol. Arbeitsmeth., XI : 4.

—»— 1946. Der Einfluss von Waldstreuextrakten auf das Wachstum von Bodenpilzen, mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelpilze von Bäumen. — Symb. Bot. Upsal., VIII : 3.

Melin, E. und Lindeberg, G. 1939. Über den Einfluss von Aneurin und Biotin auf das Wachstum einiger Mykorrhizenpilze. — Bot. Notiser, 241—245.

Melin, E. and Mikola, P. 1948. Effect of some amino acids on the growth of *Cenococcum graniforme*. — Phys. Plant., 1 : 110—113.

Melin, E. und Norkrans, B. 1942. Über den Einfluss der Pyrimidin- und Thiazolkomponente des Aneurins auf das Wachstum von Wurzelpilzen. — Sv. Bot. Tidskr., 36 : 271—286.

—»— 1948. Amino acids and the growth of *Lactarius deliciosus* (L.) Fr. — Phys. Plant., 1 : 174—184.

Melin, E. und Nyman, B. 1940. Weitere Untersuchungen über die Wirkung von Aneurin und Biotin auf das Wachstum von Wurzelpilzen. — Arch. Mikrobiol., 11 : 318—328.

—»— 1941. Über das Wuchsstoffbedürfnis von *Boletus granulatus* (L). Fr. — Ibid. 12 : 254—259.

Mikola, P. 1948. On the black mycorrhiza of birch. — Arch. Soc. Zool. Bot. Fenn. »Vanamo», 1 : 81—85.

Mitchell, H. L., Finn, R. F., and Rosendahl, R. O. 1937. The relation between mycorrhizae and the growth and nutrient absorption of conifer seedlings in nursery beds. — Black Rock Forest Papers, 1 : 10.

Modess, O. 1941. Zur Kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. — Symb. Bot. Upsal., V : 1.

Møller, C. M. 1947. Mycorrhizae and nitrogen assimilation. — Forstl. Forsøgsv. i Danmark, 19 : 105—208.

Müller, P. E. 1903. Om Bjergfyrrens Forhold til Rødgranen i de jydske Hedekulturer. — Tidskr. f. Skovbr. Suppl., 1—58.

Nielsen, N. 1936. Untersuchungen über die Stickstoffassimilation der Hefe. VII. Untersuchungen über das Vermögen der Hefe Aminosäuren zu assimilieren. — Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg, Sér. physiol., 21 : 16.

—»— 1941. Wuchsstoffwirkung der Aminosäuren. IX. Ergänzende Untersuchungen über das Wuchsstoffwirkung der Aminosäuren auf Hefe. — Ibid. 23 : 10.

Nielsen, N. und Dagys, J. 1940. Wuchsstoffwirkung der Aminosäuren. VI. Untersuchungen über die Wirkung der Zitronensäure nebst weiteren Untersuchungen über die Wirkungsweise des β-Alanins. — Ibid. 22 : 28.

Nielsen, N. und Hartelius, V. 1938. Wuchsstoffwirkung der Aminosäuren. I. Untersuchungen über die Wuchsstoffwirkung der Aminosäuren gegenüber Hefe. — Ibid. 22 : 14.

—»— 1939. Wuchsstoffwirkung der Aminosäuren. V. Untersuchungen über das Zusammenwirken von Aneurin und β-Alanin als Wuchsstoffe für Hefe in Verbindung mit Asparagin und Glutaminsäure. — Ibid. 22 : 23.

Norkrans, B. 1944. Om mykorrhiza bildande och rent saprofytiska *Tricholoma*-arternas fysiologi. — Sv. Bot. Tidskr., 38 : 121—122.

Oliveros, S. 1932. Effect of soil inoculation on the growth of Benguet pine (*Pinus insularis* Endl.). — The Makiling Echo, Bur. of Forestry, Dept. Agr. Natural Res. of the Philippine Islands, 11 : 205—214.

Rayner, M. C. 1927. Mycorrhiza. An account of non-pathogenic infection by fungi in vascular plants and bryophytes . — New Phytologist Repr. N:o 15. London.

—»— 1934. Mycorrhiza in relation to forestry. I. Researches on the genus *Pinus*, with an account of experimental work in a selected area. — Forestry, 96—125.

—»— 1935. Mycorrhizal association in Scots pine. — Ibid. 154—155.

—»— 1936. The mycorrhizal habit in relation to forestry. II. Organic composts and the growth of young trees. — Ibid. 1—22.

—»— 1939. The mycorrhizal habit in relation to forestry. III. Organic composts and the growth of young trees. — Ibid. 19—35.

Robak, H. 1935. On the growth of three wood-destroying *Polyporaceae* in relation to the hydrogen-ion concentration of the substratum. — Sv. Bot. Tidskr., 27 : 56—76.

—»— 1942. Cultural studies in some Norwegian wood-destroying fungi. — Medd. Vestlandets Forstl. Forsøksstation, VII : 3.

Robbins, W. J. 1940. Effect of extract of *Phycomyces* upon its development. — Amer. Jour. Bot., 27 : 559—564.

Robbins, W. J. and Kavanagh, F. 1942 a. Guanine and factor Z, growth substances for *Phycomyces*. — Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A. 28 : 4—8.

—»— 1942 b. Hypoxanthine, growth substance for *Phycomyces*. — Ibid. 28 : 65—69.

Robbins, W. J. and Ma, R. 1941. Biotin and the growth of *Fusarium avenaceum*. — Bull. Torrey Bot. Club, 68 : 446—462.

—»— 1945. Growth factors for *Trichophyton mentagrophytes*. — Amer. Jour. Bot., 32 : 509—523.

Robbins, W. J. and McVeigh, I. 1946. Effect of hydroxyproline on *Trichophyton mentagrophytes* and other fungi. — Ibid. 33 : 638—647.

Roeloffs, J. W. 1930. Over kunstmatige verjonging van *Pinus Merkusii* Jungh. et De Vr. en *Pinus Khasya* Royle. — Tectona, 23 : 874—907.

Romell, L-G. 1930. Blodriskan, en granens följesvamp. — Sv. Bot. Tidskr., 24 : 524—530.

—»— 1934. En biologisk teori för mårbildning och måraktivering. — Stockholm.

—»— 1938. A trenching experiment in spruce forest and its bearing on problem of mycotrophy. — Sv. Bot. Tidskr., 32 : 89—99.

—»— 1939. Barrskogens marksvampar och deras roll i skogens liv. — Sv. Skogsvårdsf. Tidskr., 348—375.

Rosendahl, R. O. 1942. The effect of mycorrhizal and non-mycorrhizal fungi on the availability of difficulty-soluble potash and phosphate minerals. — Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 7 : 477—479.

Rosendahl, R. O. and Wilde, S. A. 1942. Occurrence of ectotrophic mycorrhizal fungi in soils of cut-over areas and sand dunes. — Bull. Ecol. Soc. Amer., 23 : 73.

Schopfer, W. H. 1939. Vitamine und Wachstumsfaktoren bei den Mikroorganismen, mit besonderer Berücksichtigung des Vitamins B_1. — Ergebn. Biol., 16 : 1—172.

Schopfer, W. H. und Blumer, S. 1943. Zur Wirkstoffsphysiologie von *Trichophyton album* Sab. — Ber. Schweiz. Bot. Ges., 53 : 409—456.

Sernander, R. 1918. Förna och ävja. — Geol. Fören. Förhandl., 40.

Sörensen, S. P. L. 1909. Enzymstudien. II. Über die Messung und die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei enzymatischen Prozessen. — Biochem. Zeitschr., 21 : 131—304.

Stahl, E. 1900. Der Sinn der Mykorrhizabildung. — Jahrb. f. wiss. Bot., 539—668.
Thesleff, A. 1919. Studier över basidsvampfloran i sydöstra Finland med hänsyn till dess sammansättning, fysiognomi, fenologi och ekologi. — Bidr. t. känned. af Finland natur och folk, 79 : 1.
Treschow, C, 1938. Undersøgelser over Brint jon koncentrationens Indflydelse paa Væksten af Svampen *Polyporus annosus*. — Forstl. Forsøgsv. i Danmark, 15 : 17—32.
Vartiovaara, U. 1935. Maaperän sienten aineenvaihduntaa koskevia tutkimuksia. — Acta Agr. Fenn., 32.
Waksman, S. A. 1932. Principles of soil microbiology. 2nd Ed. — London.
—»— 1936. Humus. Origin, chemical composition, and importance in nature. — London.
—»— 1945. Microbial antagonisms and antibiotic substances. — New York.
Wolpert, F. S. 1924. Studies in the physiology of the fungi. XVII. The growth of certain wood-destroying fungi in relation to the H-ion concentration of the media. — Ann. Missouri Bot. Gard., 11 : 43—97.

CENOCOCCUM GRANIFORMEN FYSIOLOGIASTA JA EKOLOGIASTA ERITYISESTI KOIVUN MYKORITSASIENENÄ.

Selostus.

Johdanto.

Mykoritsain tutkimuksen tärkeimpiä tehtäviä nykyään on mykoritsoja muodostavien sienilajien keskinäinen vertailu ja sitä varten tavallisimpien mykoritsasienten fysiologian mahdollisimman täydellinen selvitys. Tässä mielessä on käsillä olevassa työssä eräs tavallinen mykoritsasieni, *Cenococcum graniforme*, otettu yksityiskohtaisen kokeellisen tutkimuksen kohteeksi. Sen fysiologisia ominaisuuksia ja suhtautumista ympäristötekijöihin on tutkittu etupäässä puhdasviljelmäkokeilla, mutta myös mykoritsasynteesikokeilla koivun kanssa.

Cenococcum graniforme on tunnettu melko kauan kahdessa eri muodossa, nimittäin sklerotioina (Ferdinandsen & Winge 1925) ja mykoritsoja muodostavana vegetatiivisena rihmastona *Mycelium radicis nigrostrigosum* (Hatch 1934), joiden yhteenkuuluvaisuuden Lihnell (1942) on osoittanut. K. o. sieni on maantieteellisesti hyvin laajalle levinnyt ja tavataan esim. Suomessa jokseenkin kaikissa metsämaissa. Se muodostaa tavallisimpien puulajiemme kanssa sysimustia mykoritsoja (n. s. D_n-mykoritsoja), jotka makroskooppisestikin on melko helppo tuntea.

Tekijän käytettävissä on ollut kaikkiaan kuusi *Cenococcum*-kantaa. Vertailukohteina on eräissä kokeissa kasvatettu tunnettuja mykoritsasieniä, kuten *Amanita muscaria* ja *Boletus variegatus*.

Cenococcum puhdasviljelmänä.

Kaikki puhdasviljelmäkokeet tehtiin Upsalan yliopiston kasvifysiologisessa laitoksessa, ja tutkimusmenetelmät olivat suurin piirtein samat, joita on käytetty

muissakin mainitussa laitoksessa suoritetuissa sienifysiologisissa tutkimuksissa (vrt. Fries 1938, ss. 8—14; Lindeberg 1944, ss. 40—42).

Cenococcumin suhtautumista vetyioniväkevyyteen osoittaa taulukko 1 sekä kuva 1. *Cenococcum* on erittäin asidofiilinen organismi, jonka pH-optimi on noin 4.0, mutta joka pystyy kasvamaan pH-alueella 2.4—7.0. Vaikkakin useimmat Suomen metsämaissa kasvavat sienet vaativat hapanta kasvualustaa, on vain kaikkein asidofiilisimpien, kuten *Amanita muscarian*, pH-optimi niin alhainen kuin *Cenococcumin* (vrt. Modess 1941).

Optimilämpötila *Cenococcumin* kasvulle on noin +25°C, kuten osoittavat taulukko 2 ja kuva 2. Pantakoon merkille suhteellisen heikko kasvu 10—15° lämpötiloissa, t. s. olosuhteissa, jotka ovat hyvin tavallisia *Cenococcumin* luonnollisilla kasvupaikoilla. Tämä voi kuitenkin johtua siitä, että kokeissa käytetyt sienikannat ovat mukautuneet laboratorioissa käytettyyn kasvatuslämpötilaan, + 25°. Liian korkean lämpötilan haitalliselle vaikutukselle *Cenococcum* on herkkä, vaikka se kestäneekin sitä luonnollisessa ympäristössä paremmin kuin nesteviljelmässä.

Puiden mykoritsasienille on yleensä ominaista kyvyttömyys käyttää hyväkseen suurimolekyylisiä liukenemattomia hiiliyhdistyksiä, kuten selluloosaa ja ligniiniä. Tässä suhteessa *Cenococcum* ei ole aivan niin vaatelias, vaan kasvaa hyvin esim. tärkkelyksellä, kuten näkyy taulukosta 3, mutta kokeessa käytetty selluloosa oli käyttökelvotonta. Ottamastaan hiiliravinnosta (glukoosista) *Cenococcum* käytti kokeessa yli puolet solunrakennusaineekseen ja vain pienempi osa tarvittiin energian vapauttamiseen.

Typpiravintonaan *Cenococcum* pystyy käyttämään mitä moninaisimpia orgaanisia ja epäorgaanisia typpiyhdistyksiä (taulukko 5). Erikoisen hyväksi typpilähteeksi osoittautui kaseinihydrolysaatti, mutta parhaiten sieni kasvoi, jos se sai sekä NH_4-suolaa että kaseinihydrolysaattia (taulukko 7 ja kuva 5). *Cenococcum* pystyy valmistamaan NH_4-suolasta tarvitsemansa valkuaisaineet, mutta kasvu on parempi, jos ravintoalusta sisältää valmiina joitakin sienen tarvitsemia aminohappoja. Eräiden aminohappojen arvoa ainoana typpilähteenä osoittaa taulukko 9.

Monien vitamiinien ym. kasvuaineiden vaikutusta *Cenococcumiin* on kokeiltu (taulukko 10). B_1-vitamiini (aneuriini l. tiamiini) oli ainoa kasvuaine, joka hyvin voimakkaasti kiihotti *Cenococcumin* kasvua, mutta sekään ei ollut ainakaan kaikille kannoille ehdottoman välttämätön. Lievästi kasvua kiihottava vaikutus oli mm. biotiinilla ja nikotiinihapolla. Erät aminohapot, kun niitä annettiin pienessä määrässä muun typpilähteen ohella, edistivät jonkin verran *Cenococcumin* kasvua, mutta ne voitaneen vaikutukseltaan lukea pikemmin ravintoaineisiin. Eri *Cenococcum*-kannat suhtautuivat aminohappoihin ja kasvuaineisiin hyvin eri tavoin, esim. histidiini oli yhdelle kannalle selvästi hyödyllinen, toiselle merkityksetön ja kolmannelle haitallinen (taulukko 17). Eri kantojen vaatimukset happeen nähden olivat myös erilaiset (taulukot 13—14).

Lehti- ja neulaskarikkeiden on todettu sisältävän aineita, jotka edistävät sekä mykoritsasienten että saprofyyttisten lajien kasvua, mutta jotka vahvemmassa konsentratiossa esiintyessään myös estävät mykoritsasienten kasvua, kun taas saprofyyttisiin sieniin niillä ei ole ainakaan niin selvää haitallista vaikutusta (Melin 1946). Kokeiltaessa *Cenococcumin* suhtautumista männyn, koivun ja haavan karikeuutteisiin se osoittautui toisten mykoritsasienten kaltaiseksi (taulukko 21, kuva 7). Myös vihreistä koivun lehdistä ja männyn neulasista valmistetut uutteet vaikuttivat samaan tapaan, vaikka vaikutus eri *Cenococcum*-kantoihin oli melko erilainen (taulukot 22—23, kuvat 8—9).

Cenococcumin suhtautumisesta eräisiin toisiin mykoritsasieniin puhdasviljelmässä suoritettiin eri menetelmin alustavia kokeita (taulukot 24—29). *Cenococcumin* ei todettu sanottavasti erittävän muiden sienten kasvua estäviä tai kiihottavia aineita. Muut kokeillut sienet sen sijaan erittivät jonkin verran *Cenococcumin* kasvua edistäviä aineita.

Cenococcum muodostaa nesteviljelmässä melko runsaasti kätköitiöitä (klamydosporeja); eri kannat ovat kuitenkin tässäkin suhteessa erilaisia. Yleensä aineet, jotka kokeissa edistivät rihmaston kasvua, jouduttivat myös kätköitiöiden itämistä, mutta myös vegetatiivista kasvua estävillä aineilla saattoi olla tällainen vaikutus (esim. tuoreista neulasista ja lehdistä valmistetuilla uutteilla; vrt. taulukkoja 22—23). Mahdollisesti kätköitiöiden itäminen vaatii sellaisten aineiden läsnäoloa, jotka eivät ole rihmaston kasvulle välttämättömiä.

Cenococcum koivun mykoritsasienenä.

Cenococcumin muodostama koivun mykoritsa poikkeaa morfologisesti sangen vähän muiden sienten muodostamista, joita Melin (1923 b) on kuvannut. Tunnusmerkillisiä ovat paksu ja musta vaippa sekä siitä ulospäin kasvava voimakas rihmasto. *Cenococcumin* muodostamat mykoritsat ovat lisäksi sangen lyhyitä ja vain harvoin haaraisia.

Sekä *Cenococcumin* muodostamia mykoritsoja että sen vegetatiivista rihmastoa tavataan jokseenkin kaikissa metsämaissa. D_n-mykoritsat ovat yleisimpiä tyypillisessä raakahumuksessa, kuten Pohjois-Suomen ja -Ruotsin paksusammalkuusikoissa (Lindquist 1937) ja kuivahkoissa kangaskorvissa.

Cenococcum on mykoritsain muodostajana erittäin voimakas sieni. D_n-mykoritsoja on tavattu ainakin 16 eri sukuun kuuluvien puulajien juuristoissa, mm. katajan, jolta muutoin tunnetaan vain endotrofi mykoritsa (Lihnell 1939). Monessa tapauksessa *Cenococcum* on muuttanut toisten sienilajien muodostamia mykoritsoja (A-mykoritsoja) D_n-mykoritsoiksi karkoittaen kokonaan tai osittain toiset sienet juuresta (kuvat 20—23). *Cenococcum* kestänee kuivuutta paremmin kuin useimmat muut mykoritsasienet, ja myös joitakin maassa esiintyviä antibioottisia vaikutuksia kohtaan se lienee vastustuskykyisempi. Kuitenkin D_n-mykoritsoja on tavallisissa oloissa toisiin mykoritsatyyppeihin verrattuna suhteellisen vähän, ja niiden osuus kasvaa suuremmaksi vain silloin, kun olosuhteet maassa syystä tai toisesta ovat muiden mykoritsatyyppien muodostumiselle epäsuotuisat. Tavallisin epäsuotuisa tekijä lienee valon puute (vrt. Björkman 1942, ss. 40—43).

Luonnossa tehdyt havainnot viittaavat siihen, että *Cenococcum* ei ole niin paljon riippuvainen isäntäkasvin valon saannista kuin muut mykoritsasienet. Tätä käsitystä vahvistaa aseptisissa oloissa suoritettu synteesikoe (koe 24), jossa valon vaikutuksen lisäksi kokeiltiin ravintoliuoksen typpi- ja glukoosikonsentration vaikutusta. Vaikka koe epäsuotuisien sääsuhteiden vuoksi osittain epäonnistui, osoitti se, että *Cenococcum* muodosti koivun kanssa mykoritsoja niin heikossa valossa (10 % täydestä valaistuksesta) ja niin pienessä typpikonsentratiossa (0.23 mg pulloa kohti), että vastaavissa oloissa ei *Rhizopogon roseolus* ole muodostanut männyn kanssa mykoritsoja (Björkman 1942, ss. 133—146).

Sklerotioista.

Cenococcumin sklerotioita, jotka lienevät vastustuskykyisiä säilymismuotoja ja jotka luonnossa ovat hyvin yleisiä, syntyi parissa tapauksessa myös aseptisessa

synteesikokeessa (kuva 29) ja vastaavanlaisia muodostumia parissa tapauksessa puhdasviljelmissä, joissa kaseinihydrolysaatti oli sekä typpi- että hiililähteenä (kuva 30). Kysymys tekijöistä, jotka aiheuttavat sklerotiain syntymisen, täytyy toistaiseksi jättää avoimeksi.

Ekologisia näkökohtia.

Cenococcum graniforme on fakultatiivinen mykoritsasieni, joka pystyy elämään maassa puista riippumattakin, mitä osoittaa mm. se, että sklerotioita on tavattu kokonaan puuttomissakin maissa, esim. Tanskan kanervanummissa ja metsänrajan yläpuolella Norjan tuntureilla. Mahdollisesti fakultatiivisia mykoritsasieniä on monia muitakin. Niiden metsänhoidollista merkitystä arvosteltaessa on otettava huomioon niiden osuus sekä puiden symbiontteina että maan orgaanisen aineksen hajoittajina.

Mykoritsasienenä *Cenococcum* on hyvin voimakas laji, jolla lienee taipumusta yksipuoliseenkin parasitismiin etenkin isäntäkasville epäedullisissa olosuhteissa. Mutta monet tyypillisille mykoritsasienille tunnusmerkilliset ominaisuudet ovat *Cenococcumissa* erityisen selvät, esim. se erittää puhdasviljelmässä runsaasti vettä ilmarihmoistaan, mikä on merkki samalla suuresta vedenimemiskyvystä, ja sen muodostama vaippa, joka samalla suojannee mykoritsaa loissieniltä, on paksu ja tiivis. Vaikka *Cenococcum* siis monessa suhteessa poikkeaa puiden mykoritsasienten yleisestä tyypistä, ei toistaiseksi tunneta tosiseikkoja, jotka antaisivat aiheen pitää sitä puiden symbionttina muita vähäarvoisempana. *Cenococcumin* esiintymiseen mykoritsain muodostajana muille mykoritsasienille epäedullisissa olosuhteissa, esim. varjoisissa kuusitiheiköissä, lienee ainakin osittaisena syynä tämän sienen suhteellisen vähäinen energian tarve sekä kestävyys joitakin antibioottisia vaikutuksia vastaan.

Koska *Cenococcum* pystyy elämään myös saprofyyttisesti tuottaen suhteellisen runsaasti sieniainesta, joka lienee melko vaikeasti hajoavaa, se saattaa monin paikoin olla oleellinen tekijä paksun ja sitkeän raakahumuksen muodostumisessa.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 36
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 36

SUOMEN PUUN KÄYTTÖ JA METSÄTASE

N. A. OSARA, V. PÖNTYNEN, E. E. ERKKILÄ

WOOD UTILIZATION AND FOREST BALANCE IN FINLAND

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1948

Helsinki 1948. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällys.

Sivu

Alkulause 5
Puunkäyttötutkimuksen toimeenpano 9
Tutkimussuunnitelma 9
Tutkimustehtävät ja työnjako 11
Maaseudulla tapahtuneeseen puun käyttöön liittyvät apu- ja sivututkimukset 13
Puunkäyttötutkimuksen henkilökunta 15
Vuoden 1938 puun käyttö 17
Käytön kokonaismäärä 17
Eri käyttöryhmät 17
Puupolttoaineen käyttö 19
Vuoden 1938 puun käyttöä vastaava poistuma 23
Poistuman selvittäminen, sen suuruus ja rakenne 23
Vertaaminen edellisen käyttötutkimuksen tuloksiin ja metsien kasvuun 25
Käyttö, hakkausmäärä ja poistuma päävesistöalueittain v. 1938 28
Yleisiä näkökohtia ja laskelmien suoritus 28
Käytön ja poistuman jakaantuminen vesistöalueittain v. 1938 29
Käytön vaihtelu vuosittain 33
Puun käyttöä koskevien laskelmien luotettavuus 37
Suomen metsätase 39
Yleisiä näkökohtia 39
Kokonaispoistuma vuosina 1923—1938 39
Laskelman suoritus 39
Käytön suuruus ja rakenne vuosina 1923—1938 41
Hakkausmäärä ja sen rakenne vuosina 1923—1938 45
Koko poistuma vuosina 1923—1938 46
Poistuma verrattuna kasvuun 47
Kasvutaseen luotettavuus 49
Yleisiä näkökohtia 49
Vertaaminen valtakunnan metsien arviointeihin perustuvaan puustotaseeseen 50
Metsien poistuma ja kasvu vesistöalueittain toisiinsa verrattuina v. 1938 52
Käytön ja poistuman jakaantuminen eri omistajaryhmien kesken vuosina 1929—1938 55
Yleisiä näkökohtia ja laskelmien suoritus 55
Tulokset ja niitten tarkastelu 59
Luovutusmäärä omistajaryhmittäin 59
Vesistöalueryhmittäiset ja puulajeittaiset tulokset 60
Poistuma omistajaryhmittäin verrattuna kasvuun 63

Sivu

Yksityismetsien luovutusmäärän ja poistuman jakaantuminen metsänhoitolautakuntien piirien kesken 67
Yleisiä näkökohtia ja laskelmien suoritus 67
Luovutusmäärän ja poistuman jakaantuminen 68
Puun käyttö vuosina 1940—1947 71
Sota-ajan luomat olosuhteet metsien käytön kannalta 71
Puun käyttö sotavuosina ja sen jälkeisenä aikana 72
Tutkimustyön yhteydessä laaditut julkaisut ja käsikirjoitukset 74
Kirjallisuus, johon tekstissä on viitattu 76
Taulukoitten luettelo – *List of Tables* 80
Taulukot – *Tables* 85
Piirrokset – *Drawings* 149
Summary in English 157

Alkulause.

Sen jälkeen kuin C. V. Gyldén laati ensimmäisen laskelman puun käytöstä maassamme v:lta 1850, on useita selvittelyjä samasta asiasta tehty. Näistä on erikoisasemassa se lähinnä v:een 1927 kohdistuva puunkäyttötutkimus, joka professori Eino Saaren johdolla suoritettiin Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa. Pääasiallisesti arvioihin perustuvista edeltäjistään tämä tutkimus eroaa ennen kaikkea siinä suhteessa, että se jokaisen käyttöerän osalta edustaa johdonmukaisen tutkimussuunnitelman puitteissa tehtyä perusteellista ja tarkkaa työtä.

Vuoden 1927 puunkäyttötutkimus katsottiin välttämättömäksi sen jälkeen, kun professori Yrjö Ilvessalon johdolla suoritetun ensimmäisen valtakunnan metsien arvioinnin tulokset oli saatu käytettäviksi. Metsävarojemme suuruutta koskevien lukujen rinnalle kaivattiin näet päteviä tietoja myöskin siitä, kuinka paljon puuta käytettiin, varsinkin kun yleisesti esitettiin sellaisia mielipiteitä, että metsävarat olisivat vähenemässä. Luotettava selvitys eri tarkoituksiin tapahtuvasta puun käytöstä oli tietenkin tarpeellinen useasta muustakin syystä.

Kun v. 1936 aloitettiin valtakunnan metsien toinen arviointi, tuli puunkäyttötutkimuksen uudelleen suorittaminen jälleen päiväjärjestykseen. Ensimmäistä puunkäyttötutkimusta seuranneina vuosina oli tosin professori Saaren aikanaan laatiman suunnitelman mukaisesti pyritty suorittamaan jatkuvia puunkäyttötutkimuksia ja seuraamaan eri käyttöerien kehitystä vuodesta toiseen. Nämä tutkimukset saattoivat kuitenkin kohdistua vain tiettyihin, tilastomielessä verraten helposti hallittaviin eriin.

Uuden, mahdollisimman täydellisen puunkäyttötutkimuksen toimeenpanolle antoi lopullisen sysäyksen professori Ilvessalon puheenjohdolla toiminut ns. kuusipuukomitea. Käsitellessään kysymystä kuusimetsien mahdollisesta liikahakkuusta komitea päätyi siihen, ettei lopullista mielipidettä asiasta voitu sanoa, ennen kuin oli hankittu mahdollisimman tarkka selvyys valtakunnan metsätaseesta. Jotta sellainen saataisiin, esitti komitea huhtikuun 1 p:nä 1937 valtioneuvostolle lähettämässään kirjelmässä, että käynnissä olleen valtakunnan metsien toisen arvioinnin kanssa samanaikaisesti olisi toimeenpantava myös uusi yleinen

Suomen metsien käyttöä koskeva tutkimus. Kun Metsätieteellinen tutkimuslaitos oli antanut asiasta lausuntonsa, otti hallitus vuoden 1938 menoarvioon työn aloittamiseen tarvittavan määrärahan, minkä eduskunta sittemmin myös auliisti myönsi, samoin kuin seuraavien vuosien määrärahat. Työ pantiin käyntiin keväällä 1938 ja sen johto jäi allekirjoittaneen huoleksi.

Vuoden 1938 puunkäyttötutkimuksen ohjelmaan sisällytettiin varsinaisen pääaiheen, puun käytön ja metsien hakkausmäärän selvittelyn, rinnalle myöskin useita muita tutkimuksen kohteita. Oli tarkoituksena monipuolisesti valaista puun ja metsien käyttöön liittyviä erilaisia kysymyksiä. Ohjelman laajentaminen tällä tavalla osoittautui mahdolliseksi vähäisin lisäkustannuksin käyttämällä tehokkaasti hyväksi sitä työvoimaa, joka tutkimuksen pääaihetta varten joka tapauksessa jouduttiin palkkaamaan.

Tutkimustyön aineisto saatiin pääosiltaan täysin kerätyksi ennen kuin syksyn 1939 tapahtumat tulivat väliin. Erityisen onnellinen sattuma oli, että maaseutuväestön puunkäytön selvittämiseksi järjestetty vuoden kestävä tarkkailu saatiin päättymään muutamia viikkoja ennen talvisodan syttymistä. Tutkimustyön loppuun saattaminen ja monen eri aiheen viimeistelty käsittely on kuitenkin sotien takia suuresti lykkäytynyt. Tämä on ennen muuta johtunut siitä, että sodat ovat raskaasti verottaneet työssä mukana olleiden nuorten tieteenharjoittajien ja ammattimiesten joukkoa, samalla kuin muut tehtävät ovat sitoneet tutkimustyöhön alunperin kiinnitettyjen henkilöiden ajan.

Vaikka tutkimuksen tuloksien täydellinen julkaiseminen vallinneitten poikkeuksellisten olojen takia onkin siirtynyt myöhäiseen ajankohtaan ja vaikka eräitä tutkimuksen osia ei vieläkään ole voitu saattaa päätökseen, ovat monet tulokset toisaalta olleet jo suhteellisen kauan tarvitsijoiden käytettävissä. Niinpä allekirjoittanut jo v:n 1941 metsäpäivillä saattoi esittää puunkäytön kokonaismääriä koskevat päätulokset esitelmän muodossa. Muidenkin tutkimuksen osien kohdalla on voitu tuloksia ennakolta selostaa esim. aikakauslehtien palstoilla, ennen kuin täydellinen julkaisu asiasta on saatu painatetuksi. Joistakin aiheista on lopulliset tutkimusjulkaisut kuitenkin onnistuttu saattamaan täysin valmiiksi. Poikkeuksellisen ajan tarpeita varten on myöskin jouduttu suorittamaan sangen paljon ylimääräistä työtä. Esimerkkeinä tästä mainittakoon kansanhuoltoministeriön tarvitsemat monet tilastot, jotka ovat olleet pohjana niin hyvin polttoaineen ja ainespuun tarpeita arvioitaessa kuin hakkuuohjelmia laadittaessa, sekä viljelmien kotitarvepuun käyttöä koskevat luvut, jotka muodostavat tärkeän lähtökohdan v. 1945 säädetyn maanlunastuslain toimeenpanolle.

Tutkimuksen alkuperäisestä työsuunnitelmasta on jouduttu poikkeamaan muutoinkin, eikä vain aikataulun nähden. Mm. allekirjoittanut

joutui jo keväällä 1940 toisiin tehtäviin, eikä tämän jälkeen enää ole voinut osallistua tutkimustyöhön samassa laajuudessa kuin sitä ennen. Tohtori E. E. Erkkilä, joka alun perin tuli tutkimustyön toimistopäälliköksi, joutui tällöin ottamaan vastuulleen tutkimustyön tosiasiallisen eteenpäin viemisen. Hänen uutteruuttaan, harrastustaan ja tarmoaan onkin kiittäminen siitä, että työ vaikeuksista huolimatta on niinkin suurelta osalta voitu saattaa päätökseen. Hänen kynästään on lähtenyt sarja tutkimuksen tuloksia esittäviä julkaisuja ja kirjoituksia, ennen muuta laaja teos maaseutuväestön puun käytöstä.

Esillä olevan, toisen puunkäyttötutkimuksen kokoomajulkaisun tehtävänä on — tutkimuksen toimeenpanon lyhyen esittelyn ohella — valtakunnan puun käytön pääpiirteiden tarkastelu. Lisäksi selvitellään metsiemme hakkausmäärää sekä poistumaa, sellaisina kuin ne ilmenevät puun käyttömääristä johdettuina, ja lopuksi päädytään käsittelemään metsätasetta. Tutkimustyön eri osissa noudatettu menettelytapa tulee huomatuksi niissä julkaisuissa, joissa eri aiheisiin kohdistuvia tutkimuksia kulloinkin esitellään.

On osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi tehdä esillä olevasta julkaisusta samalla hakuteos, joka riittävässä määrin tyydyttäisi v:n 1938 puunkäyttötutkimuksen tulosten tarvitsijoiden yleisiä tarpeita. Sen johdosta on julkaisun loppuun lisätty sarja tilastotaulukoita, joihin on kerätty eri osatutkimusten tuloksia, sellaisiakin, joita tämän julkaisun tekstiosassa ei ole käsitelty.

Allekirjoittanut toivoi saavansa tilaisuuden tämän kokoomajulkaisun laatimiseen. Kun niin ei kuitenkaan tapahtunut ja aika vieri, uskottiin senkin kokoonpaneminen ja kirjoittaminen tohtori Erkkilälle. Hän saikin käsikirjoituksen valmiiksi jo kesällä 1944. Kun hän saman vuoden lopulla siirtyi toiseen toimeen jäi jo päätetty painatustyö toteuttamatta. Allekirjoittanut halusi myöskin julkaisua samalla vielä toiselta puolen lyhennellä ja toiselta puolen muodollisesti muokata ja täydentää, missä työssä tohtori V. Pöntynen antoi arvokasta apua.

Tohtori Pöntynen on edellä viitatun lisäksi auliisti asettanut suuriarvoisen kokemuksensa toisen puunkäyttötutkimuksen käytettäväksi. Hänen johdollaan on useitten käyttöerien selvittelytyö suoritettu. On myöskin syytä mainita, että esillä olevassa julkaisussa erityisesti käsitellään sellaisia tutkimuksen osia, joiden selvittely on ollut tohtori Oski Seppäsen ja metsänhoitaja Jouko Honkasen sangen itsenäisenä tehtävänä.

Toisen puunkäyttötutkimuksen onnistumiseen ovat monet voimat myötävaikuttaneet. Niinpä ovat useat arvovaltaiset henkilöt antaneet tutkimustyölle tukeaan sen eri vaiheissa. Erikoisen kiitollisuuden tuntein mainittakoon Suomen Akatemian jäsen, professori Yrjö Ilvessalo, professorit Eino Saari ja Olli Heikinheimo, nyt jo edes-

mennyt ylijohtaja, tohtori O. J. Lakari, metsäneuvos, tohtori V. Lihtonen, professori Paavo Aro sekä metsänhoitajat Jarl Lindfors ja A. Moilanen.

Maaseutuväestön puun käyttöä selvittävän aineiston keruu on erityisesti ollut riippuvainen siitä suopeudesta, jota monilukuisten koeviljelmien haltijaväki kautta maan on osoittanut työn suoritusta kohtaan. Erilaisen aineiston kokoamisessa ovat edelleen lukuisat metsänhoitolautakuntien, puutavarayhtiöiden ja viranomaisten edustajat avustaneet. Useilta keskusjärjestöiltä saatu arvokas tuki on myöskin muistettava.

Tutkimustyössä mukana olleesta henkilökunnasta sisältää tämä teos täydellisen luettelon. Ilman sitä mitä suurinta kiitosta ansaitsevaa huolellisuutta ja ahkeruutta, millä kukin on osansa suorittanut, ei tutkimustyötä olisi voitu toteuttaa tarkoituksen mukaisesti.

Allekirjoittaneen mieluisena velvollisuutena on esittää kaikille työssä mukana olleille tai sitä avustaneille v:n 1938 puunkäyttötutkimuksen parhain kiitos.

Helsingissä, toukokuulla 1945.

N. A. Osara.

Sen jälkeen kun edellä oleva on kirjoitettu, on professori Osara joutunut taas niin moninaisten tehtävien kuormittamaksi, että painatustyö lykkäytyi vielä vuosia. Kun allekirjoittanut — hänen nauttiessaan virkavapautta — määrättiin v:n 1948 alkupuoleksi hoitamaan metsätalouden tutkimusosaston professorin tehtäviä, on minulla ollut ilo saattaa tämä tutkimus supistettuna lopullisesti painettavaksi. Samalla on tulostaulukoita täydennetty siten, että vuotuinen puunkäyttö on — taaskin tohtori Pöntysen avulla — selvitetty niin myöhäiseen ajankohtaan kuin kunkin käyttöerän kohdalla on ollut mahdollista.

Julkaisun viimeistelyvaiheessa on minulla ollut tilaisuus lukuisiin hedelmällisiin neuvotteluihin metsänhoitaja, maat. ja metsät. kand. Paavo Harveen kanssa. Näin saamastani avusta kohdistuu kiitollisuuteni häneen samaten kuin professori Osaran edellä mainitsemiin henkilöihinkin. Vielä tahdon erikoisesti kohdistaa kiitokseni professori Osaralle, joka oli esimieheni alkuperäistä käsikirjoitusta laatiessani.

Helsingissä, heinäkuulla 1948.

E. E. Erkkilä.

Puunkäyttötutkimuksen toimeenpano.

Tutkimussuunnitelma.

Tutkimustyöhön käsiksi käytäessä oli aluksi suoritettava puun käytön yhmitys kuuteen pääerään, joita nimitetään käyttöryhmiksi. Nämä ovat:

1. käyttöryhmä. Jalostamattoman puun vienti.
2. » Teollisuuden puuraaka-aine.
3. » » polttopuu (halot).
4. » Liikenteen puun käyttö.
5. » Maaseutuväestön puun käyttö.
6. » Muu puun käyttö.

Tutkimuksen kannalta ovat näistä käyttöryhmät 1—4 toisessa asermassa kuin ryhmä 5 ja yleensä myös ryhmä 6. Ensiksi mainitut ovat etusijassa suhdanteitten vaikutuksesta vuodesta toiseen muuttuvia (vrt. S a a r i 1934, s. 150 jss.). Jotta puunkäyttötutkimuksen tuloksia voitaisiin edullisesti käyttää, on nämä käyttöryhmät tunnettava usealta vuodelta. Onneksi voidaankin niitten kehittymistä seurata sangen tarkasti. Jalostamattoman puun vienti ilmenee virallisesta kauppatilastostamme, teollisuuden raaka-aineen käyttö selvitetään vuosittain teollisuustilaston yhteydessä ja teollisuuden polttoaineen käytöstä on joka kolmas vuosi pantu toimeen erikoistiedustelu. Vuoden 1927 puunkäyttötutkimuksen yhteydessä suoritettiin perustavaa laatua oleva esityö, jonka tuloksena näistä lähteistä nykyisin saatavat luvut ovat asianmukaisen tarkistuksen jälkeen varsin käyttökelpoisia esillä oleviin tarkoituksiin.[1]) Liikenteen puunkäytöstä on rautateitten osalta saatavissa vuosittain tehty tilasto.

Ryhmät 5 ja 6 edustavat luonteeltaan edellisestä poikkeavia eriä. Niistä käsittää edellinen pääasiassa yksityistalouteen käytettyä polttoainetta ja jälkimmäinen varsin yksinomaisesti keittiö- ja huonelämmityspuuta. Näiden erien määrään eivät suhdanteet yleensä vaikuta. Vain aivan poikkeuksellisten olojen, esim. sotatilojen aiheuttamat mullistukset

[1]) Näitten laajojen ja tärkeitten tilastoaineistojen varsinaista tarkastusta ja käsittelyä ei vieläkään ole uskottu ammatillisesti päteville voimille, vaikka tällaisen järjestelyn suotavuus eri yhteyksissä on tuotu esille.

aiheuttavat niihin heilahteluja. Erien selvittely muodostuu työlääksi ja kustannuksia kysyväksi, mutta toisaalta on käyttöerien vähäisen muuttuvaisuuden takia syytä olettaa, että yhtenäkin vuonna selvitetty käytön määrä antaa vahvan pohjan usean vuoden käytön arvostelulle ja tarkastelulle. — Käyttöryhmässä 6 voidaan kuitenkin muutokset todeta suuriksi sellaisten häiriöiden sattuessa, joiden takia kivihiilen, koksin ja nestemäisten polttoaineiden saanti muuttuu poikkeukselliseksi.

Edellisessä esitettyä taustaa vastaan katsottiin, että tutkimustyön johtavien periaatteiden tulee noudattaa seuraavia suuntaviivoja.

Käytön kokonaismäärä selvitetään yhdeltä vuodelta mahdollisimman tarkoin. Suhdannevaihtelujen alaisten käyttöerien määrä selvitetään tämän lisäksi niin monelta vuodelta kuin se voidaan luotettavien tietojen pohjalla suorittaa. Suhdannevaihteluista pääasiassa riippumattomien käyttöerien suhteellisen vähäisiä vuotuisia vaihteluita koetetaan myöskin selvitellä kohdistamalla pistokokeita muutamiin vuosiin.

Hakkausmäärän ja metsien koko poistuman selville saamiseksi suoritetaan edelleen hakkuutähteitten ja uittohäviön arviolaskelma. Metsiin käyttämättä lahoavan puumäärän suuruus oli saatavissa valtakunnan metsien toiseen arviointiin liittyvien selvittelyjen pohjalla.

Uuden puunkäyttötutkimuksen toimeenpanossa pidettiin alunperin tärkeänä sitä, että sen ajankohta tulisi mahdollisimman lähelle valtakunnan metsien toista arviointia, joka kohdistui vuosiin 1936—1938. Kun puunkäyttötutkimusta varten myönnettiin ensimmäinen määräraha vuodeksi 1938, saattoi siis valtakunnan metsien arvioinnin suorittamisvuosista vain viimeinen tulla kysymykseen. Mahdollisimman monet puunkäytön erät oli siis pyrittävä selvittämään tältä tutkimuksen päävuodelta.

Maaseutuväestön kotikäyttö saatettiin selvittää vain maaseudun erilaisten talouksien puunkäytön vuoden kestävän tarkkailun pohjalla. Tarkkailu voitiin saada käyntiin vuoden 1938 loppupuolella, joten tutkittaviksi joutuneista puumääristä huomattava osa käytettiin v. 1939. Käyttö käsitti siis lähinnä lämmityskauden 1938—1939 kotitarvepuun.

Teollisuuden käyttämä polttoaineen määrä on v:sta 1927 alkaen laskettu joka kolmas vuosi. Vuorollaan seuraavan selvittelyn oli määrä kohdistua vuoteen 1939, mutta puhjennut sota esti tämän työn toimeenpanon. Teollisuuden polttoaineiden osalta oli sen vuoksi tyydyttävä niihin tietoihin, joita oli saatavana v:lta 1936.

Tulkoon vielä huomautetuksi siitä, että tutkimusvuosi 1938—1939 edusti melkoisen hyvien suhdanteitten aikaa. Voitaneen arvioida puun käytön tuona vuonna osoittaneen valtakunnan itsenäisyyden kahden ensimmäisen vuosikymmenen aikana tapahtuneen kehityksen tulosta ja kuvastaneen väestön silloista elintasoa.

Tutkimustyön kokonaisohjelma muodostui kuitenkin laajemmaksi kuin mitä yksistään puun käytön numerollinen selvittäminen olisi vaatinut. Oli näet ilmeistä, että tutkimuksen ylivoimaisesti suurimmat kustannukset menisivät sen henkilökunnan palkkaamiseen, joka oli tarpeen maaseutuväestön kotitarvepuun käytön selvittämiseksi. Ja toisaalta osoitti kokemus jo edellisestä käyttötutkimuksesta, ettei tämän henkilökunnan työkyky kokonaan tullut hyväksi käytetyksi yksistään mainitun tehtävän yhteydessä. Pikainenkin »aikatutkimus» osoitti näet, että hyvin suuri, ehkäpä suurin osa henkilökunnan ajasta tulisi kulumaan matkustamiseen ja kulkemiseen koetilalta toiselle, kun taas kullakin tilalla esiintyvä työmäärä — työläitä alku- ja loppumittauksia lukuun ottamatta — vuoden mittaan toistuvilla käynneillä saattoi supistua sangen vähäiseksikin. Tiloilla suoritettavia puun mittauksia ei ilmeisesti tulisi häiritsemään, jos henkilökunta niiden ohessa saisi suoritettavakseen myöskin muita, eri käyntikerroille sopivasti annosteltuja tutkimustehtäviä. Tällä tavalla johduttiin toimeenpanemaan sarja apu- ja sivututkimuksia.

Tutkimustehtävät ja työnjako.

Jalostamattoman puun vienti, josta Pöntynen on v:sta 1911 alkaen laatinut vuosittaisen tilaston (Pöntynen 1932 ja 1948), jäi tämänkin tutkimustyön yhteydessä hänen selvitettäväkseen. Niinikään teollisuuden raakapuumäärää on Pöntynen jo aikaisemmin paljon tutkinut (1936 ja 1948), joten oli luonnollista, että hänen työkseen tuli tässäkin sitä koskevan osan suorittaminen. Työnsä yhteydessä hän järjesti laajassa mitassa laskelmia mainittujen puutavaralerien käytännössä suoritettujen mittaustapojen ja menetelmien tarkistamiseksi. — Pöntynen suoritti myös teollisuuden käytön luontoisen, mutta 6. käyttöryhmään luetun meijerien puunkäyttöä koskevan tutkimustyön osan.

Teollisuuden polttopuumäärän selvittäminen kuului Hartikaiselle. Hänen piti suorittaa se vuodelta 1939, mutta syttynyt sota ja hänen kaatumisensa siinä katkaisi työn. Hänen suorittamansa viimeinen selvittely kohdistuu näin ollen v:een 1936 ja sen tuloksia on, kuten edellä jo mainittiin, tätä julkaisua kokoonpantaessa käytetty (Hartikainen 1939). Sotavuosilta on teollisuuden polttoaineen käytöstä saatu tilastotietoja, joita kansanhuoltoministeriö on tarpeitaan varten kerännyt.

Myös liikenteen puunkäyttöä on Pöntynen aikaisemmin tutkinut ja tehnyt siitä viime vuosiin asti jatkuvasti vuotuisen tilaston (1948). Tämän käyttöerän selvittäminen uskottiin myös käsillä olevan tutkimustyön yhteydessä hänen huolekseen.

Maaseutuväestön puunkäytön selvittelystä, johon kytkettiin useita apu- ja sivututkimuksia, muodostui vähän yli vuoden kestäneine aineiston keruutöineen laaja ja monihaarainen, suuria kustannuksia kysyvä työmaa. Keruutyö sekä aineiston suuritöinen tarkistus ja käsittely jäi Erkkilän vastuulle. Tutkimuksen edistyttyä sotien aikana jäi tämän osan julkaisukuntoon valmistaminenkin hänen huolekseen. Käytön kokonaismääriä selvittävä osa on julkaistu yksityiskohtaisena tutkimuksena (Erkkilä 1943). Viljelmittäin lasketuista tuloksista on toistaiseksi julkaistu vain eräitä asutustoimintaa palvelevia taulukoita (Osara 1944—1945).

Muut puun käyttöerät (6. käyttöryhmä) käsittävät monilukuisen määrän erilaisiin tarkoituksiin käytettyjä puueriä. Paitsi edellä mainittua meijerien käyttöä, nämä jäivät alkuperäisen suunnitelman mukaan Ovaskaisen selvitettäviksi, mutta hänen kaaduttuaan suoritti aineiston käsittelyn ja tulosten lopullisen laskennan Honkanen. Tämän vaikean ja työlään osatutkimuksen siirtyminen keskeneräisenä työn suorittajalta toiselle tuotti huomattavaa vaikeutta.

Suuria vaikeuksia oli myös käytön ja hakkausmäärän selvittämisessä päävesistöalueitten ja metsänhoitolautakuntien piirien puitteissa sekä omistajaryhmittäin. Silmällä pitäen tärkeimmän käyttöryhmän, teollisuuden raakapuun, jakamista mainittujen alueitten ja eri omistajaryhmien kesken sai Seppänen suoritettavakseen erikoistutkimuksia. Samalla hänen tuli selvittää eri kaukokuljetusmuotojen osuus teollisuuspuun tehtaille kuljettamisessa sekä missä määrin oli tapahtunut raakapuun kuljettamista vesistöalueilta toisille.

Hakkausmäärän selvittämistä varten oli tehtävä vielä hakkuutähteitä, uittohäviötä ja käyttämättä lahoavaa puumäärää koskeva arviolaskelma. Näistä hakkuutähteet ovat tärkeimmällä sijalla. Kun oli syytä olettaa, että puun talteenotto oli ainakin yksityismetsistä tullut edellisen käyttötutkimuksen jälkeen huolellisemmaksi ja tarkemmaksi, suoritettiin näistä Pöntysen johdolla erikoistutkimuksia. Hakkuutähteitten kokonaismäärää laskettaessa saatiin Arolta, jonka tutkimuksia keskeisesti jouduttiin tässä yhteydessä käyttämään, myös henkilökohtaisesti neuvoja sekä arvokkaita lisätietoja.

Uittohäviön suhteellisen pienessä erässä ei voitu olettaa tapahtuneen edellisen puunkäyttötutkimuksen jälkeen mitään huomattavia muutoksia. Sen johdosta ei myöskään arveltu olevan aihetta uittohäviön lähempään tutkimiseen.

Metsien koko poistuman selvittämistä on metsätaseen kannalta pidettävä tärkeämpänä kuin hakkausmäärälaskelmaa. Poistuman arviolaskelmaa varten oli tunnettava edellä kosketeltujen lisäksi käyttämättä lahoava puumäärä. Puuta pilaantuu vuosittain metsiin, jossa sitä kuolee, kaatuu maahan ja mätänee paikalleen varsinkin syrjäi-

sillä seuduilla. Vähäisiä määriä käyttöpuuksikin hankitusta puusta pääsee lahoamaan tulematta koskaan lopullisesti käyttöön. Käyttämättä lahoavan puumäärän arvioimisen suoritti Ilvessalo.

Maaseudulla tapahtuneeseen puun käyttöön liittyvät apu- ja sivututkimukset.

Maaseutuväestön puunkäyttöä koskevan päätutkimuksen rinnalla suoritettiin, kuten edellä jo on mainittu, useita apu- ja sivututkimuksia. Niitä koskevat aineistot kerättiin yleensä Erkkilän valvonnassa. Näihin tutkimuksiin saatiin vaikutteita useilta eri tahoilta, mistä, samoin kuin siitäkin, missä vaiheessa eri aiheiden käsittely keväällä 1948 on ollut, seuraavassa lyhyesti tehdään selkoa.

Kiintomittaluvut. Edellisen puunkäyttötutkimuksen erittäin suuritöisen esivaiheen muodosti tarvittavien kiintomitta- ym. muuntolukujen selvittäminen. Kun nämä nyt olivat käytettävissä, ei tällaista esityötä enää tarvittu, mutta eräitä täydennyksiä oli kuitenkin suoritettava. Näistä osan suoritti Pöntynen joko aikaisempien aineistojen nojalla tai niihin liittyen teoreettista tietä. Joitakin kiintomittalukuja tarkistettiin myöskin koemittausten nojalla. Tämä työ kuului Erkkilän (1941) tehtäviin.

Hakkuutähteitten määrä Yksityismetsiin jäävien hakkuutähteitten määrän selville saamiseksi kerättiin maaseutuväestön puunkäytön selvittelyn sivutyönä aineisto. Sen perusteella oli tarkoituksena selvittää myöskin hakattujen runkojen jakaantuminen eri puutavaralajien osalle. Ohjeet työtä varten laati Pöntynen, jonka tehtäväksi myöskin jäi kertyneen, runsaan aineiston käsittely. Lopulliset tulokset hän voikin jo 1943 luovuttaa käytettäväksi.

Rakennukset. Maatalousviljelmien moninaisten rakennusten inventointi päätettiin toimeenpanna maaseutuväestön puunkäytön selvitystyön yhteydessä. Tarkoituksena oli saada selvää maaseudun rakennusoloista yleensä sekä erikoisesti tutkia puun merkitystä ja asemaa viljelmien rakennuksissa. Kerättyä sangen laajaa aineistoa käsiteltiin Erkkilän johdolla v:een 1944 mennessä melkoisessa mitassa, mutta työ on vielä keskeneräinen. Se saataneen kuitenkin, Mäen jatkaessa työtä, päätökseen lähiaikoina.

Tulisijat ja lämmityslaitteet. Maaseudun tulisijoja ja lämmityslaitteita koskeva aineisto kerättiin lähinnä Osaran puheenjohdolla toimineen valtion lämmityslaitetoimikunnan tarpeita varten. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää maaseudun tulisijojen määrä, rakenne, kuntoisuus ja tarkoituksenmukaisuus sekä polttopuun käytön riippuvaisuus näistä. Pyrkimyksenä oli luoda käsitys siitä, missä määrin olisi mahdollista saada syntymään polttopuun sekä työn säästöä entistä tehokkaampien ja tarkoituksenmukaisempien lämmityslaitteitten ja taloudellisemman polttoaineen käytön avulla. Aineiston keruu onnistui suunnitelman mukaan, ja päätulokset laskettiin välittömästi aineiston tultua kokoon. Käsikirjoituksen julkaisua varten laati Mikola (1940).

Muun kuin puupolttoaineen käyttö. Aineiston keruu liitettiin tulisijoja koskevaan tutkimukseen. Tarkoituksena oli selvittää lähinnä viljelmien kuluttamien nestemäisten polttoaineitten määrä. Osansa tässä tutkimuksessa oli myöskin polttoturpeen, kivihiilen, koksin, sysien ja mahdollisten muittenkin maaseudulla

epätavallisten polttoaineitten selvittelyllä. Aineiston keruu onnistui ja päätulokset voitiin julkaista jo syksyllä 1939 (Osara 1939).

Sääolojen ja suhdanteitten vaikutus maaseutuväestön puunkäyttöön. Vaikka maaseutuväestön puunkäytön määrä ilmeisesti onkin eri vuosina likipitäen saman suuruinen, esiintyy siinä kuitenkin muutoksia ja vaihteluita. Käyttö kehittynee jatkuvasti tiettyyn suuntaan, niin että kokonaismäärän suuruus ja rakenne vuodesta toiseen muuttuu. Tämän lisäksi tilapäistekijät, lähinnä eri vuosien erilaiset sääolot ja taloudellisten ym. olojenkin vaihtelut aiheuttavat siihen heilahteluja. Sääolojen vaikutus tuntuu luonnollisesti polttopuun määrässä ja muut vaihtelut taas vaikuttavat lähinnä rakennuspuun käyttöön. Heilahtelujen selvittämiseksi yritettiin järjestää osittainen, usean vuoden jatkuva maaseutuväestön puunkäytön selvitystyö. Seurannut sotien aika aiheutti kuitenkin niin paljon häiriöitä, että tässä onnistuttiin vain parilla paikkakunnalla. Näissä oloissa suoritettua aineiston keräystä voidaan pitää kokeen luontoisena; sen pohjalla on voitu vain osittain valaista tutkittavaa kysymystä (Erkkilä 1942 a).

Pohjois-Suomen metsänrajaseudun väestön puunkäyttö. Tämä tutkimustyö tehtiin Pohjois-Suomen metsänrajaseudun väestön kotitarvepuun saannin turvaamista harkitsevaa valtion komiteaa varten, jonka puheenjohtajana oli maaherra K. Hillilä. Tätä kysymystä silmällä pitäen järjestettiin erikoisen aineiston keruutyö Enontekiöön, Utsjoelle ja Inariin, ja lisäksi joutui myöskin Petsamosta kerättävä aineisto huomion kohteeksi. Työtä ei kuitenkaan saatu menestymään täysin suunnitelmien mukaisesti talvisodan aiheutettua Enontekiön kirjanpitopiirin työn katkeamisen.

Laitumet ja aidat. Kun monessa suhteessa tarpeellista laiduntamis- ja aitausoloja koskevaa tutkimusta varten voitiin maaseutuväestön puunkäytön selvittelytyön yhteydessä sangen vähäisellä lisävaivalla kerätä tarkoituksenmukainen aineisto, hankittiin tarkoitusta varten erityinen lisämääräraha, jonka varassa työ suoritettiin yhteistoiminnassa Laidunyhdistyksen kanssa. Laidunyhdistyksen työhön luovuttamana erikoisasiantuntijana Jäntti laati aineiston keräysohjeet ja hänen tehtävänään oli edelleen aineiston tarkastus, täydentäminen ja käsittely. Hän on laatinut myös lopulliset tutkimusjulkaisut (Jäntti 1940, 1945 ja 1948).

Kun tämän erikoistutkimuksen nojalla voitiin suorittaa erilaisten aitarakenteitten kokonaispituuden arvio, tuli esille myöskin kysymys niihin käytetyn puumäärän selvittämisestä. Tarvittavan aineiston keruu jäi Erkkilän huoleksi ja työ onnistui suunnitelmien mukaan. Sen tuloksista on lyhyt selostus julkaistu (Erkkilä 1941).

Puutavaran myynnit viimeisenä kymmenvuotiskautena. Kotitarvepuun käytön määrän tullessa luotettavalla tavalla selvitettäväksi, tarvittiin myöskin myyntikäytöstä rinnakkainen tutkimus, jotta yhtenäisellä pohjalla voitaisiin saada kuva maatilametsien käytöstä. Siksi toimeenpantiin erikoisaineiston keruu koeviljelmien puutavaran myyntikäytön selvittämiseksi vv. 1929—1938. Se suunniteltiin Osaran aikaisempiin tutkimuksiin (Hildén 1934, Osara 1935) pohjautuvan kokemuksen nojalla. Aineiston keräys tapahtui ottamalla kyselemällä selkoa koetilojen metsistä viimeisen kymmenvuotiskauden aikana suoritetuista puutavaran myynneistä. Aineiston pohjalla on mahdollisuus saada paljon valaisua yksityismetsien myyntikäyttöön, joskaan se ei riittäne myyntipuun kokonaismäärän lopullisen arviolaskelman perustaksi. Aineiston käsittely on loppuvaiheessaan ja hankintoja koskeva erikoistutkielma on valmistunut (Kaila 1945).

Ostetun kotitarvepuun hinta. Puunkäytön selvittämistä koskevan aineiston keruutyön yhteydessä merkittiin myöskin muistiin tilalle ostamalla hankitun

puutavaran hinta. Tällä keinoin ajateltiin saatavan valaisua ns. paikallismarkkinoilla vallinneisiin hintoihin sekä selvitystä siihen, miten ne suhtautuvat vastaavien puutavaralajien yleisiin markkinahintoihin.

Koeviljelmien metsien tila. Maaseutuväestön puunkäytön selvittelyn yhteydessä heräsi kiinnostus tarkastella myöskin yksityismetsien tilan ja puunkäytön välistä riippuvaisuussuhdetta. Tämä kysymys otettiin Ilvessalon ehdotuksesta ohjelmaan. Kertyneen aineiston nojalla saatiin valaisua erityisesti tilan laajuuden, rakenteen ja hallinnollisen laadun sekä metsän kasvukunnon välisiin suhteisiin (Erkkilä 1943 a).

Puunkäyttötutkimuksen henkilökunta.

Puunkäyttötutkimukseen liittyviä eri osatutkimuksia johtivat omasta työstään sangen itsenäisesti vastuullisina seuraavat henkilöt: Metsänhoitaja, maat. ja metsät. toht. E. E. Erkkilä, jolle myös kuuluivat tutkimustyön toimistopäällikön tehtävät, yliopiston apulainen, maat. ja metsät. toht. V. Pöntynen, metsänhoitaja, maat. ja metsät. toht. O. Seppänen, metsänhoitaja, maat. ja metsät. kand. Eino Hartikainen, metsänhoitaja, maat. ja metsät. kand. Tauno Ovaskainen, metsänhoitaja Jouko Honkanen ja maat. ja metsät. toht. August Jäntti.

Tutkimustyön sisätöihin avustajina osallistuneista ammattimiehistä ovat kauimmin olleet mukana metsänhoitaja, maat. ja metsät. toht. P. S. Tikka, metsänhoitaja, fil. maist. U. Grönholm ja metsänhoitaja Martti Nummінen. Edelleen ovat tutkimuksen laskutöissä olleet mukana metsänhoitaja, maat. ja metsät. kand. Arvo Lähde sekä seuraavat metsänhoitajat: Ulla Kotilainen, Tauno Mäkinen, Aito Taivainen, A. E. Turunen, Yrjö Yrjö-Koskinen, K. Louhi, O. Lindqvist ja Mauri Melamies. Apulaisena oli useita vuosia myös teknikko Pekka Jänne, jonka eri puutavaralajien kuutioimista varten laatimat taulukot ovat tuntuvasti jouduttaneet laskutöitä. Ulkotöihin osallistuneista työnjohtajista oli sisätöissä mukana parin vuoden ajan metsäteknikko Matti Alarotu sekä lyhyemmän ajan sahateknikko Pauli Aarnikoivu.

Tutkimuksen varsinaisten laskuapulaisten joukosta mainittakoon Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen vakinaiset laskuapulaiset, neiti Eeva Manninen ja neiti Leena Värjö sekä pitemmän tai lyhyemmän ajan mukana olleet rouva Raili Puolanne, rouva, fil. maist. Lempi Lyytinen, neiti Elin Bäckman, neiti Martta Laitinen, neiti Alli Huuskonen, neiti, ekonoomi Kirsti Paakkala, rouva, fil. maist. Kirsti Saarnijoki, rouva Jenny Helko, neiti Taimi Heinonen, rouva, fil. maist. Kielo Ovaskainen, fil. maist. Kaisa Kantola, neiti Aino Ahokas, neiti Irja Laakso, neiti Marjatta Kaprio, fil.maist. Annikki Säynäjoki ja rouva Anna Järvenpää.

Aineiston käsittely- ja laskutyöhön osallistuivat myöskin lukuisat metsätieteen opiskelijat. Pitkähkön ajan mukana olleista mainittakoon erikoisesti Kalle Vanhatalo sekä lisäksi Leo Sirén, Heino Mentu, Santeri Sauvo, Arvi Peippo ja I. Huupponen.

Tilapäisesti kiinnitettyjä aineiston kerääjiä olivat metsänhoitaja Eino Korpimäki, joka keräsi Utsjoelta maaseutuväestön puunkäyttöä koskevan aineiston sekä metsänhoitaja, maat. ja metsät. kand. Jaakko Vöry ja metsänhoitaja Jouko Wirkkala.

Ulkotöitten suorittajien pääosan muodostivat ns. kirjanpidon hoitajat, joitten tehtävänä oli kerätä maaseutuväestön puunkäyttöä koskeva aineisto. Näistä oli vakinaisesti tähän työhön palkattuna seuraavat 21:

Pauli Aarnikoivu, Pauli Airaksela, Eero Airola, Matti Alarotu, Sulo Eloranta, Arvo Hatakka, Lauri Höri, Olavi Joutsen, Tauno Laakso, Aukusti Myllykoski, Lauri Männikkö, Toivo Norri, Pertti Nystämö, Väinö Ojala, Paavo Pirttijoki, Juho Riipinen, Aarne Soini, Eemil Teiskonen, Kalle Toivonen, Elis Träskelin ja Eelis Valkeinen.

Tilapäistyönä suorittivat vakinaisen toimen ohella samaa aineiston keräämistä metsähallinnon palveluksessa olleet metsäteknikot: E. Hiironniemi, Emil Juntunen, Matti Kokkonen, Matti Kylmälä, Edv. Mella, Kauro Muranen, O. E. Nikula, Mikko Parviainen, Fr. Seppälä, Yrjö Vapa ja Aarne Vittaniemi, metsänvartija Juho Tiensyrjä sekä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänvartija Matti Salmela. Vastaavanlaisesti suorittivat aineiston keruutyötä seuraavat metsänhoitolautakuntien metsätalousneuvojat: H. Alhosaari, V. Jutila, T. J. Kari, Ilmari Koittola, Aapeli Kähkönen, T. Lagerblom, Niilo Luotomaa, Erkki Niemitalo, Kalle Rautanen, Kalle Salminen, M. Salohonka, Kalle Soini, Pekka Vahtola ja Martti Vehmas. Edelleen osallistuivat samalla tavoin tähän työhön seuraavat metsänhoitoyhdistysten neuvojat: A. Airaksinen, Martti Ilvesmäki, Ilmari Juvonen, Toivo Kartano, Nestori Kirkola, Ahti Lehtinen, Reino Rautanen, Veikko Sipilä, R. A. Suominen ja Arvo Vesola.

Toinen yleinen puunkäyttötutkimus on sattunut ajankohtaan, jolloin poikkeukselliset olot monella tavalla ovat haitanneet sen loppuun saattamista. Erityisesti tutkimustyö on joutunut kärsimään siitä, että sota erittäin raskaasti on verottanut työssä mukana olleiden nuorten tieteenharjoittajien ja ammattimiesten joukkoa. Sankarivainajien luetteloon on ollut merkittävä seuraavat edellä mainituista nimistä: luutnantti Eino Rafael Hartikainen, vänrikki Arvo Valentin Lähde, vänrikki Tauno August Ovaskainen, luutnantti Aito Taivainen, vänrikki Jouko Wirkkala, luutnantti Kalle Eemeli Vanhatalo, vänrikki Yrjö Vapa, alikersantti Toivo Olavi Norri sekä sotamies Eelis Jalmari Valkeinen. — Tutkimustyössä kauan avustanut metsänhoitaja Martti Numminen on niinikään siirtynyt manan majoille.

Mainituista ehti Hartikainen olla mukana jo v:n 1927 puunkäyttötutkimuksen tehtävissä. Kukin heistä suoritti oman osuutensa tutkimustyöstä esimerkillisellä tavalla. Syvän kunnioituksen ja kiitollisuuden vallassa teemme kunniaa näille miesten parhaille.

Vuoden 1938 puun käyttö.

Käytön kokonaismäärä.

Käyttötutkimusten tulosten tarkastelussa otetaan ensiksi käsiteltäväksi puun käyttö. Sillä tarkoitetaan sitä puumäärää, joka on käytetty (kulutettu) johonkin tarkoitukseen. Kuitenkin on ulkomailta tuotettu ja täällä käytetty, sangen vähäinen puumäärä jätetty laskelmien ulkopuolelle. Valtakunnan kokonaiskäytöstä puhuttaessa tarkoitetaan maamme aluetta sellaisena kuin se oli tutkimuksen ajankohtana 1938—1939.

Tutkimusvuoden runkopuun käyttömääriä puulajeittain esittää asetelma I sekä pitemmälle eriteltynä taulukko 1.

I. Runkopuun ensikertainen käyttö puulajeittain v. 1938.

	Käyttö		
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena [1])	%	Puulajin osuus metsien puustosta, %
Mäntyä	16.06	42.2	45.3
Kuusta	11.62	30.6	32.5
Koivua	6.61	17.4	18.7
Muita puulajeja	3.74	9.8	3.5
Yhteensä	38.03	100	100

Puulajien osuus kokonaiskäyttömäärästä noudattaa, kuten luonnollista onkin, metsiemme yleisiä puulajisuhteita (vrt. lähemmin Yrjö Ilvessalo 1942, taulukko 39). »Muiden» puulajien, etupäässä haavan ja lepän suhteellinen osuus käyttömäärästä on kuitenkin paljon korkeampi kuin näiden puulajien osuus metsävaroista.

Eri käyttöryhmät (taulukko 1).

Jalostamattoman puun vienti oli tutkimusvuonna melkoisen suuri (2.92 milj. k-m³). Viennistä oli likipitäen puolet kaivos-

[1]) Kiintokuutiometrimäärät tässä julkaisussa tarkoittavat tod. k-m³ kuoretta, tuoreena, ellei toisin mainita, vaikka olisikin käytetty lyhyyden vuoksi vain merkintää k-m³.

pölkkyjä (1.48 milj. k-m³, taulukko 23). Paperipuun vienti taas rajoittui vajaaseen miljoonaan kiintokuutiometriin (0.95 milj. k-m³). Se nousi siis suunnilleen siihen määrään, jota v. 1933 mietintönsä antanut paperipuukomitea ei vielä ole pitänyt valtakunnan kuusipuutaseen kannalta vaarallisena (Paperipuukysymys 1933, s. 135). Muut huomattavimmat vientierät käsittivät sahatukkeja (0.12 milj. k-m³) ja egyptinparruja (0.11 milj. k-m³). Vienti, joka koko puunkäytöstä käsitti 7.7 %, oli mäntyvoittoinen. Tutkimusvuonna se oli paljon pienempi kuin edellisen käyttötutkimuksen koevuotena (1927), jolloin se oli suurempi (4.39 milj. k-m³) kuin toistaiseksi minään muuna vuotena.

Teollisuuden raakapuu muodostaa tärkeimmän käyttöryhmän. Se oli tutkimusvuonna määrältään suurin (18.17 milj. k-m³) ja myös laadun puolesta se käsittää muihin käyttöryhmiin verrattuna arvokkainta puutavaraa. Suunnilleen puolet teollisuuden raakapuusta on sahatukkeja (taulukot 26 ja 27). Edelleen siihen sisältyy vaneritukkeja huomattava määrä (0.85 milj. k-m³, taulukot 26 ja 28). Kuusipaperipuuta siihen sisältyy n. 6 milj. k-m³ (taulukot 29, 30 ja 31), mäntypaperipuuta lähes 2 milj. k-m³ (taulukot 29, 30 ja 32). Loppu on kokoonpantu pienemmistä puueristä (taulukot 26 ja 33—36).

Teollisuuden käyttämä raakapuumäärä oli vahvasti havupuuvoittoinen. Männyn osuus (47.1 %) oli hiukan suurempi kuin kuusen (45.4 %). Verrattuna metsävaroihin on kuitenkin pantava merkille, että kuusen käyttö teollisuuden raaka-aineeksi on ollut, eritoten mäntyyn verrattuna, suhteellisesti runsaampaa kuin sen osuus metsävaroista olisi edellyttänyt.

Tiedot teollisuuden halkojen käytöstä ovat v:lta 1936, mutta käytön voidaan arvioida olleen tutkimusvuonna likipitäen samanlainen. Tosin teollisuudessa oli tapahtunut kuluneena välivuonna laajenemista, mutta voiman ja myös höyrynkehityksen lähteenä oli samanaikaisesti entistä suuremmassa määrässä ruvettu käyttämään vesivoimalla kehitettyä sähkövoimaa.

Liikenteen puun käyttö muodostaa oman käyttöryhmänsä, joka sinänsä on suhteellisen pieni (1.41 milj. k-m³), teollisuuden halkojen kanssa suunnilleen samaa suuruusluokkaa. Se käsittää etupäässä polttopuuta (82.3 %), josta pääosan muodostavat veturien halot. Muut polttopuut kuluvat laivojen polttoaineena ja rautatielaitoksen, puhelin- sekä lennätinym. liikenteen tarvitsemien asuntojen lämmitykseen (taulukot 41—43). Käyttöryhmä on vahvasti lehtipuuvoittoinen ja yksistään koivun osuus käsittää jo enemmän kuin puolet (56.7 %) koko määrästä. Kuusen osuus on aivan mitätön (2.1 %), mutta männyn käyttö liikenteen tarpeisiin on muodostunut melkoiseksi (25.6 %) huomattavalta osalta ratapölkkyjen ja puhelin- sekä lennätinpylväitten ansiosta.

Maaseutuväestön puunkäytöstä on jo julkaistu seikkaperäinen selvitys (Erkkilä 1943). Mainittakoon tässä vain, että v. 1938 siinä

oli — lukuun ottamatta teollisuussahoilta ostettua sahatavaraa — kuoretonta, tuoreeksi laskettua runkopuuta 11.68 milj. tod. k-m³ (taulukko 10). Tästä määrästä oli mäntyä 34.9 %, kuusta 16.6 %, koivua 24.4 % ja muita puulajeja 24.1 %.

Jos maaseutuväestön puunkäytössä otetaan huomioon myöskin teollisuussahoilta ostettu sahatavara (0.43 milj. k-m³), saadaan käytön kokonaismääräksi tavaralajeittain eriteltynä asetelman II osoittamat määrät.

II. Maaseutuväestön runkopuun käyttö (mukana myös teollisuussahoilta ostettu sahatavara).

	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena	%
Polttopuuta	8.76	72.3
Rakennuspuuta	2.74	22.6
Aitauspuuta	0.44	3.7
Irtaimistopuuta	0.17	1.4
Yhteensä	12.11	100

Muut käyttöerät käsittävä 6. käyttöryhmä sisältää pääasiassa polttopuuta (taulukot 2 ja 49—51). Näin ollen on luonnollista, että sekin on lehtipuuvoittoinen. Enemmän kuin puolet koko määrästä (53.2 %) oli tässäkin koivua ja erikoisesti ansaitsee huomiota kuusen pieni osuus (9.9 %).

Merkille pantavaa on, että kaupunkien vahvasti koivuvaltainen käyttö — kun teollisuuslaitosten osuus on erotettu pois — on jäänyt pienemmäksi kuin maaseudun julkisten laitosten ja kauppaloitten osalle tullut puumäärä.

Riidattoman selvyyden saaminen 6. käyttöryhmään luettavien monilukuisten erien täsmällisestä suuruudesta on ollut erikoisen vaikeaa. Raja tämän ja muitten käyttöryhmien välillä, eritoten maaseutuväestön puun käyttöön käsin, ei myöskään jokaisessa tapauksessa ole ollut aivan selvä.

Koko 6. käyttöryhmän loppusumma (2.63 milj. k-m³) on edellisen käyttötutkimuksen tulosta (2.14 milj. k-m³) sen verran suurempi, että erotus tuntuu luonnolliselta, kun otetaan huomioon välivuosina tapahtunut asutuskeskuksien kasvu ym. kehitys.

Puupolttoaineen käyttö.

Säännöllisinä aikoina on polttopuuksi sopivaa puuta ollut yllin kyllin metsissämme, ja lisäksi on erilaisilla puujätteillä ollut huomattava merkitys varsinkin maaseutuväestön ja teollisuuden polttoaineen käytössä. Maaseutuväestön jätepuun käyttö käsittää etusijassa oksia ja juurakoita sekä

aitaus- ja rakennusjätteitä. Teollisuuden polttoaineena käytetty jätepuu taas on muodostunut ennen muuta sahaus-, sorvaus- ja kuorimajätteistä.

Kehitys erilaisten tulipesärakenteiden kohdalla on kulkenut siihen suuntaan, että on pystytty yhä edullisemmin käyttämään hyväksi sellaisia kaloria-arvoltaan alhaisia polttoaineita, kuten puuta ylipäänsä ja erityisesti märkää puuta. Tästä huolimatta ovat korkea-arvoiset polttoaineet, sellaiset kuin kivihiili, koksi ja nestemäiset polttoaineet, osoittautuneet monessa tapauksessa ylivoimaisiksi kilpailijoiksi. Kivihiilen vapaan tuonnin aikana onkin jatkuvasti keskusteltu polttopuun kilpailukyvyn lisäämisestä. Niinpä 1930-luvun talouspulan aikoihin ilmestyneessä komiteanmietinnössä (Pienpuukysymys 1933) on seikkaperäisesti tarkasteltu niitä mahdollisuuksia, joita on voitu löytää pienikokoisen puutavaran ja erityisesti polttopuun menekin lisäämiselle.

Aivan vastakkainen tilanne muodostuu silloin, kun kansainväliselle kaupalle tulee esteitä ja polttoaineiden tuonti vaikeutuu tai kokonaan estyy. Miten elintärkeä hyödyke puupolttoaine silloin on, siitä on saatu kokemuksia sekä ensimmäisen maailmansodan ajalta että varsinkin v. 1939 puhjenneitten sotien kaudelta. Tällaisten aikojen tarpeita varten on selvitetty puupolttoaineen kulutus kokonaisuudessaan ja sen rinnalla tehty laskelma kiinteitten polttoaineitten kokonaiskäytöstä (vrt. Osara 1945 b).

Maassa käytetyt polttoaineet voidaan luokitella seuraavasti:

1. Polttopuu, joka on suoraan metsästä hankittu omistajan omaan talouteen (maatilojen kotikäyttö).
2. Markkinoiden kautta kulkenut puupolttoaine,
   21. polttopuu, jonka maaseudun väestö on oston kautta hankkinut, ja
   22. varsinainen markkinapolttopuu.
3. Muut polttoaineet kuin puu.

Keskeisintä osaa esittää varsinainen markkinapolttopuu (ryhmä 22). Tämä nimitys ei ole aivan täsmällinen, sillä teollisuus, kunnat, seurakunnat ym. ovat omistamistaan metsistä hakanneet omiksi tarpeikseen paljon polttopuuta. Tämä puu ei siis oikeastaan ole mennyt markkinoitten kautta, mutta asianomaisten käyttäjäryhmien luonteen mukaisesti nämä erät kuitenkin on luettu markkinapolttopuuhun. Ryhmään 21 luettavan polttopuun pääasiallisena kuluttajana on ollut se osa maaseudun väestöstä, jolla ei ole omia metsiä. Tähän kuuluu myös se polttopuu, joka on ostamalla hankittu metsää omistaville kuluttajille, lähinnä pientiloille.

Tutkimusvuonna markkinoiden kautta kulkeneen puupolttoaineen kokonaismäärä esitetään asetelmassa III.

III. Markkinoille joutuneen puupolttoaineen käyttö v. 1938.

1. Varsinainen markkinapolttopuu

11. Halot

111. Teollisuuden käyttö ..	1.22	milj. tod. k-m³	kuoretta, tuoreena	
112. Liikenteen käyttö ...	1.16	» » »	»	
113. 6. käyttöryhmä	2.47	» » »	»	4.85 milj. tod. k-m³
12. Edellisten kuori				0.54 » » »

13. Puujätteet

131. Teollisuuden käyttö ..	3.04	» » »	kuorineen	
132. Muut puujätteet [1]) ..	0.32	» » »	»	3.36 » » »
Yhteensä varsinainen markkinapuupolttoaine				8.75 milj. tod. k-m³ kuorineen

2. Maaseutuväestön oston kautta hankkima polttopuu

21. Maaseutuväestön ostamat halot	n.	3.5	milj. tod. k-m³	kuoretta, tuoreena
22. Edellisten kuori	»	0.4	» » »	»
23. Maaseutuväestön ostamat puujätteet	»	1.0	» » »	kuorineen
Yhteensä maaseutuväestön ostama polttopuu	n.	4.9	milj. tod. k-m³	kuorineen

Kaikkiaan markkinapolttopuuta n. 13.7 milj. tod. k-m³ kuorineen

Tämä puupolttoaineen määrä, jonka loppusumma kaupallisina mittoina vastaa n. 21 milj. p-m³ halkoja, ei kuitenkaan siis kulkeutunut kokonaisuudessaan markkinoitten kautta. Teollisuuden käyttämän puujätteen (3.04 milj. k-m³) voidaan pääosaltaan katsoa kulkeneen omistajaa vaihtamatta suoraan jalostamoista tulipesiin. Ja kuten sanottu, on osa teollisuuden, liikenteen ja 6. käyttöryhmän haloista kulkenut näihin käyttäjäryhmiin kuuluvien metsänomistajien metsistä heidän omaan käyttöönsä.

Muista kiinteistä polttoaineista on merkitystä vain koksilla ja kivihiilellä. Näitten käyttö on v. 1938 ylittänyt 1.7 milj. tonnia, mikä vastaa 6.8 milj. k-m³ mäntyhalkoja. Tämä merkitsee sitä, että 10—11 milj. halkop-m³:ä vastaava määrä kivihiiltä ja koksia on ulkomailta hankittu voiman ja lämmön lähteeksi.

Kiinteitten polttoaineitten käyttö on laskettu myös pinomittoina (taulukko 3). Sen mukaan on koko valtakunnan kiinteitten polttoaineitten käytön määrä noussut v. 1939 puhjenneita sotia edeltäneenä vuonna asetelmassa IV esitettyihin määriin.

[1]) Muitten varsinaisten markkinapuujätteitten vähäinen erä oli kokoonpantu seuraavasti:

Liikenteen puujätteitten käyttö	0.06 milj. k-m³
Kaupunkien, kauppaloitten ja maaseudun julkisten laitosten yms. puujätteitten käyttö	0.24 » »
Meijerien puujätteitten käyttö	0.02 » »
Yhteensä	0.32 milj. k-m³

IV. Kiinteitten polttoaineitten käyttö.

Ilman maaseutuväestön käyttöä	23.4	milj. p-m³ mäntyhalkoina
Maaseutuväestön käyttö	20.4	» » »
Kaikkiaan	43.8	milj. p-m³ mäntyhaloiksi muunnettuna

Tämä merkitsee siis sitä, että kivihiilen tuonnin estyessä on näin valtava polttopuumäärä saatava toimitetuksi laskelman suurin piirtein osoittamille (taulukko 3) käyttöpaikoille, jos sotaa edeltäneen ajan elintaso tahdotaan säilyttää. Polttopuun säästämiseen meillä kuitenkin on paljon mahdollisuuksia. Säästöä voidaan saada aikaan lämmityslaitteita ja yleensä koko lämmitystekniikkaa parantamalla; lisäämällä polttoturpeen tuotantoa voidaan vastaavasti halkojen tarvetta vähentää. Sähkön käyttöalaa laajentamalla voidaan niinikään saada kevennystä polttopuun kulutukselle ja varsinkin öljylämmitystä lisäämällä on helpotusta aikaansaatavissa.

Vuoden 1938 puun käyttöä vastaava poistuma.

Poistuman selvittäminen, sen suuruus ja rakenne.

Jotta voitaisiin saada kiinteä pohja metsien käytön ja kasvun välisen suhteen tarkastelulle ja tehdä metsävarojen kehityksestä arviolaskelmia, on jo selostetun puun käytön lisäksi laskettava metsien hakkausmäärä ja kasvuun verrattavissa oleva koko poistuma.

Hakkausmäärä johdetaan puun käytöstä lisäämällä siihen metsiin jääneet hakkaustähteet sekä uittohäviö. Kun v:n 1938 käyttötutkimuksissa puumäärät jo alunperin laskettiin tuoreeksi puuksi, ei puutavaran kuivumisesta aiheutunutta kutistumishukkaa ole enää tarvinnut ottaa huomioon hakkausmäärää laskettaessa (vrt. Saari 1934). Metsien koko poistuma taas lasketaan siten, että hakkausmäärään lisätään käyttämättä lahonneet puumäärät.

Edellä mainitulla tavalla johdettu hakkausmäärä ja poistuma ei tietenkään tarkoita sitä, että metsästä todella olisi hakattu tai poistunut laskelman osoittama puumäärä kulloinkin kysymyksessä olevana kalenterivuotena. Tiettynä vuonna käytetyt puut on suurelta osalta hakattu jo edellisenä hakkuukautena ja melkoiselta osalta jo sitäkin aikaisemmin. Laskelma osoittaa vain sitä, kuinka suurta hakkausmäärää tai poistumaa tutkimusvuonna käytetty puumäärä vastaa.

Vesistöalueittaiset tulokset on laskettu niitten päävesistöalueitten rajoissa, jotka Ilvessalo määritti valtakunnan metsien toisen arvioinnin yhteydessä (Ilvessalo 1942).

Metsänhoitolautakuntien piirien puitteissa on erittelyt tehty käyttämällä v:n 1942 lopulla voimassa ollutta piirijakoa.

Ennen varsinaista tulosten esittelyä on syytä mainita, mitenkä hakkuutähteitten, uittohäviön ja käyttämättä lahoavan puun määrät arvioitiin.

Hakkuutähteitten (taulukot 13 ja 20) selvittämiseksi kerättiin — kuten edellä on mainittu — entisten käytettävänä olevien tietojen lisäksi erikoinen aineisto. Sen pohjalla voitiin kuitenkin selvittää vain varsinaisten yksityismetsien hakkuutähteitten määrä. Valtion metsien hakkuutähteitten määrän selvittämisessä oli asiantuntijana Aro, jonka aiempien tutkimusten nojalla arvioitiin tarvittavat luvut. Yhtiöitten

ym. metsien osalta ei erikoista aineistoa ollut käytettävissä, vaan arvioitiin hakkuutähteitten määrä asiantuntijoitten neuvojen mukaan. Hakkuutähdeprosentit, jotka laskettiin käyttöpuun määristä, muodostuivat metsien omistajaryhmittäin ja alueittain seuraaviksi:

Yksityismetsät: Lounais-Suomi 1 %, Sisä- ja Itä-Suomi 3 %, Lappi 5 %.

Valtion metsät: Länsi-Suomen piirikunta 6 %, Itä-Suomen piirikunta 8 %, Pohjanmaan piirikunta 12 % ja Perä-Pohjolan piirikunta 17 %.

Yhtiöitten, kuntien ja seurakuntien metsät: keskimäärin koko maa 4 %.

Koko valtakunnan keskimääräiseksi hakkuutähteitten määräksi saatiin 3.9 % puun käyttöä vastaavasta luovutusmäärästä.

Näitten lukujen suhteen on mainittava, että niitä laskettaessa on otettu huomioon vain metsään jääneet latvat, tyveykset yms., mutta ei kantoa. Näin meneteltiin sen vuoksi, että metsien luovuttamaa runkopuumäärää koskeva laskelma saataisiin verrannolliseksi valtakunnan metsien arvioinnin tuloksiin, kun kanto niissäkin on jätetty kuutiomäärä- ja kasvulaskelmien ulkopuolelle.

Uittohäviön (taulukot 14 ja 21) arvioimiseksi ei suoritettu erikoisia erillisiä tutkimuksia, vaan nojattiin edellisessä tutkimuksessa käytettyihin perusteisiin (Saari 1934, s. 174 jss.).

Käyttämättä lahoava puumäärä (taulukot 15 ja 22) merkittiin Ilvessalon arvion mukaan 2 milj. k-m³:ksi. Se jaettiin eri vesistöalueitten kesken samassa suhteessa kuin pystykuivat ja tuulenkaatamat puumäärät jakaantuivat näitten osalle. Vesistöalueittain taas suoritettiin jako eri puulajien kesken puuston kokonaiskuutiomäärän suhteessa (Yrjö Ilvessalo 1942).

Poistumaa koskevan laskelman lopputulos esitetään asetelmassa V.

V. Vuoden 1938 puunkäyttöä vastaava metsien poistuma.

	Yhteensä	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena				
Käyttö	38.03	16.06	11.62	6.61	3.74
Hakkuutähteet	1.47	0.77	0.40	0.21	0.09
Uittohäviö	0.34	0.18	0.12	0.03	0.01
Käyttämättä lahoava	2.00	0.99	0.59	0.38	0.04
Poistuma yhteensä	41.84	18.00	12.73	7.23	3.88
Kasvu	45.70	19.09	14.81	9.54	2.26

Poistumaan tuli siis käytön lisäksi 3.81 milj. k-m³, mikä on koko poistumasta 9.1 %; käytön osuudeksi siis jäi runsaasti 90 %. On pantava merkille, että käyttämättä lahoava puumäärä on suurempi kuin uitto-

häviön ja hakkuutähteitten summa. Hukkaan lahoava, vain aivan pienikokoista, käyttöön kelpaamatonta runkopuuta käsittävä erä on siis taselaskelman kannalta merkittävä tekijä.

Vertaaminen edellisen käyttötutkimuksen tuloksiin ja metsien kasvuun.

Toisen puunkäyttötutkimuksen mukainen metsien kokonaispoistuma (41.84 milj. k-m³) jäi selvästi pienemmäksi kuin edellisen tutkimuksen vastaava tulos (45.79 milj. k-m³). Puun käyttöerien vaihtelujen tutkiminen osoittaa, että tämä erotus on katsottava johtuvaksi kumpanakin tutkimusvuotena vallinneista tilapäisistä suhdanteista. Supistukseen on huomattavalta osalta myötävaikuttanut, että maaseutuväestön puun käyttö v. 1938 on ollut selvästi pienempi kuin v. 1927. Myöskin käyttämättä lahoava puumäärä on jälkimmäisen tutkimuksen yhteydessä arvioitu hiukan aikaisempaa pienemmäksi.

Poistuman rakenteessa on havaittavissa kummankin tutkimuksen tulosten välillä selvä eroavaisuus. V. 1927 on poistuma ollut silmään pistävästi mäntyvaltaisempi kuin v. 1938. Jälkimmäisenä tutkimusvuonna ovat taas lehtipuut saaneet poistumassa aikaisempaa suuremman osuuden. Kuusen suhteellinen osuus on entisen suuruinen.

Poistuman rakenne ei ole riippuvainen suhdannevaihteluista sillä tavoin kuin sen paljous. Rakenteessa todettavaa eroa voidaankin pitää pääasiassa kehityksen aiheuttamana. Kehityksen kulusta on johtunut, että lehtipuita — varsinkin leppää sekä myös haapaa — on alettu käyttää entistä runsaammin polttopuuna (vrt. Erkkilä 1943, ss. 112, 196 jss.). Koivua on lisäksi yhä laajemmin alettu käyttää teollisuuden raaka-aineena.

Yllättävältä vaikuttanee ensi näkemältä männyn aikaisempaa huomattavasti pienempi käyttö, sillä edellisen käyttötutkimuksen jälkeen vauhtiin päässyt sulfaattiselluloosateollisuus näyttäisi ensi näkemältä jääneen metsien käytön kannalta vaikutuksettomaksi. Tulos on kuitenkin etusijassa seuraus sahateollisuuden supistumisesta, jonka aiheuttamaa mäntyisen raakapuun säästöä (v. 1927 10.1 ja v. 1938 vain 6.7 milj. k-m³) ei sulfaattiselluloosateollisuuden raaka-aineen tarpeen suuri lisäys (0.2:sta 1.8:aan milj. k-m³:iin) ole läheskään peittänyt (taulukot 55 ja 59). Mainita myös erikoisesti ansaitsee, että maaseutuväestön männyn käyttö on tutkimusten välivuosina supistunut noin miljoonalla k-m³:llä.

Kuusen kohdalla eri tutkimusten tulosten välinen ero tuntunee kuitenkin vielä yllättävämmältä. Tulihan tämän puulajin sopivaisuus ja suuri tarve teollisuuden raakapuuksi sekä myös sen saannin peljätty supistuminen 1930-luvulla yleisesti puheen aiheeksi. Kuitenkin on kuusen poistuma v. 1938 saatu selvästi (1.35 milj. k-m³) pienemmäksi kuin v.

1927, jonka jälkeen paperiteollisuudessa kuitenkin on tapahtunut voimakas kehitys (kuusipaperipuun käyttö v. 1927 oli 3.0 milj. k-m³ ja v. 1938 5.9 milj. k-m³). Lopputulokseen on vaikuttanut kolme tekijää. Ensiksi on kuusenkin käyttö sahateollisuuden raaka-aineeksi voimakkaasti vähentynyt (1.7 milj. k-m³). Toiseksi kuusipaperipuun vienti oli v. 1927 paljon suurempi (1.7 milj. k-m³) kuin v. 1938 (n. 0.9 milj. k-m³). Erittäin huomion arvoisena tekijänä on kolmanneksi pidettävä sitä, että käyttötutkimusten välivuosina oli opittu vieromaan kuusen käyttöä polttopuuna. Kun kuusipaperipuulla oli yleensä maan eri osissa korkeahkoon hintaan hyvä menekki, käytettiin paperipuuksi kelvollista kuusta omassa taloudessa vain melkeinpä pakottavissa tapauksissa, eikä sitä sanottavasti toimitettu polttopuumarkkinoillekaan (vrt. Erkkilä 1943, s. 128 jss.). — Männyn ja kuusen käytön ja poistuman pieneneminen on osalta aiheuttanut jo kosketellun käytön lisääntymisen lehtipuitten kohdalla. Tässä on keskeinen osuutensa ollut yleisellä siirtymisellä havupolttopuun käytöstä entistä runsaampaan lehtipuun käyttöön.

Sivumennen on syytä viitata siihen, että hakkuutähteitten laskentaperusteet ovat uudessa tutkimuksessa jonkin verran poikenneet aikaisemmasta, ja että tämä jossakin määrin on vaikuttanut vertailuun. Se, että hakkuutähdeprosentti on v. 1938 saatu kasvavaksi syrjäseutujen vahvasti mäntyvaltaisiin valtion metsiin päin, on aiheuttanut mäntyisten hakkuutähteitten määrän suhteellisen runsauden uudessa tutkimuksessa (vrt. Saari 1934). Kaiken kaikkiaan on ko. erä kuitenkin vähäinen, joten tästä seikasta ei koidu häiriötä kokonaispoistuman rakenteen tarkastelulle.

Käytön osuus poistumasta on tulosten mukaan myös hiukkasen kasvanut (v:n 1927 89.2 %:sta 90.9 %:iin v. 1938). Hakkuutähteitä on siis metsiin jäänyt entistä vähemmän. Samaan suuntaan on myös vaikuttanut entistä pienemmäksi arvioitu käyttämättä lahoava puumäärä.

Verrattuna valtakunnan metsien ensimmäisen arvioinnin mukaiseen kokonaiskasvuun, osoitti edellisen puunkäyttötutkimuksen tulos poistuman enemmyyttä (1.39 milj. k-m³). Verrattaessa taas uuden tutkimuksen mukaista poistumaa toisen valtakunnan metsien arvioinnin mukaiseen kasvuun, osoittautuu tulos päinvastaiseksi. Sen mukaan on tutkimusvuonna muodostunut huomattava (3.86 milj. k-m³) kasvun säästö. Tähän tulokseen on osaltaan vaikuttanut, että metsien toisen arvioinnin mukaan kasvu on saatu 1.3 milj. k-m³ aikaisempaa suuremmaksi. Säästöä osoittavat numerot erikseen männyn (1.09 milj. k-m³), kuusen (2.08 milj. k-m³) ja koivun (2.31 milj. k-m³) kohdalla, mutta muitten puulajien osalta on havaittavissa kasvutappio (1.62 milj. k-m³), joka on suhteellisesti sangen suuri (n. 72 % kasvusta). Tulos viittaa siihen, että varsinkin valtakunnan leppävaroissa on tapahtumassa vähentyminen (vrt. Erkkilä 1943, s. 112). Asiaan palataan jäljempänä kasvutaselaskelman yhteydessä.

Edellisen käyttötutkimuksen jälkeen oltiin sitä mieltä, että metsiemme kuusivarat olisivat arveluttavasti vähenemässä. Uusi tutkimus on kuitenkin osoittanut päinvastaisen suunnan päässeen vallitsevaksi. Enemmän kuin kuusen käytön pieneneminen (1.35 milj. k-m^3) lienee kuitenkin sen kasvun suureneminen (2.55 milj. k-m^3, vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 146) vaikuttanut tähän. Valtakunnan metsien arviointien mukaan kuusivarat ovatkin vahvistuneet.

Kun koivun käyttö on suurentunut ja sen kasvu valtakunnan metsien arviointien tulosten mukaan pienentynyt, näyttää koivun kasvutase puolestaan kulkeneen heikkenevään suuntaan.

Yleisimmän puulajimme, männyn, poistuma on tulosten mukaan kiistattomasti pienentynyt. Kun sen kasvu on pysynyt suunnilleen ennallaan, merkitsee tämä sitä, että sen kasvutase on jonkin verran vahvistunut.

Käyttö, hakkausmäärä ja poistuma päävesistöalueittain v. 1938.

Yleisiä näkökohtia ja laskelmien suoritus.

Vesistöalueitten merkitys on maamme metsätalouden kannalta erikoisen keskeinen. Suuret, monihaaraiset reitit keräävät vetensä laajoilta alueilta ja muodostavat yhtenäisiä ja halpoja puutavaran kuljetusverkostoja. Puutavaran uitto reitin varrelle ja varsinkin sen purkautumiskohtaan ryhmittyviin jalostuslaitoksiin muodostaa erään metsäteollisuutemme perustekijöistä. Selvää on myöskin, että niinhyvin metsävarojen kuin niiden käytön suhteen joudutaan tarvitsemaan vesistöalueittain laskettuja lukuja.

Valtakunnan metsien arviointien yhteydessä onkin annettu hyvin keskeinen asema vesistöalueittaisille tuloksille. Käytön, hakkausmäärän ja poistuman selvittäminen vesistöalueitten puitteissa kohtaa huomattavia vaikeuksia, eikä kauttaaltaan yhdenmukaisia laskelmia voida käytettävissä olevin keinoin suorittaakaan. Tosin voidaan helposti selvittää, millä vesistöalueella kukin puumäärä on tullut käytetyksi, mikä edellisen käyttötutkimuksen yhteydessä laskettiin metsäteollisuuden osalta v:lta 1927. Tällaisen tuloksen käyttökelpoisuus on kuitenkin suhteellisen pieni. Ensi sijassa tarvitaan tietoa siitä, miltä vesistöalueelta käytetyt ja hakatut tai käyttämättä lahonneet puumäärät ovat lähtöisin. Käytännön tarpeita tyydyttäviä taselaskelmia varten on siis selvitettävä vesistöalueittaiset hankintamäärät ja niitten edellyttämä poistuma.

Seuraavassa esitettäväksi tulevassa vesistöalueittaisessa laskelmassa on näin ollen pääpyrkimyksenä saada esille numerot siitä, minkälaiset puumäärät on kultakin vesistöalueelta tutkimusvuoden (1938) aikana poistettu ja poistunut. Laskelman suorituksessa esiintyvien vaikeuksien vuoksi on esille saatuihin tuloksiin aiheutunut pakostakin jossakin määrin epävarmuutta. — Käytetyt vesistöalueet ovat tälläkin kohdalla samat, jotka Ilvessalo määritti valtakunnan metsien toisen arvioinnin yhteydessä (Yrjö Ilvessalo 1942). Laskelman suorittamisen perusteista mainittakoon seuraavaa.

Jalostamattoman puun viennin jako päävesistöalueitten kesken nojaa paperipuiden osalta Hartikaisen (1940) tutkimuksiin. Niissä on

selvitetty, mitenkä ulkomaille viedyt paperipuumäärät on keskimäärin vv. 1934—1937 hankittu eri vesistöalueilta. Tämän rinnalla on voitu osoittaa eri tullikamaripiirien kautta laivattujen vientipaperipuitten hankinta-alueet. Näissä selvityksissä ilmenneitten näkökohtien pohjalla on Pöntynen jakanut koko v. 1938 jalostamattomana viedyn puumäärän eri vesistöalueilta suoritettujen hankintojen kesken. Tutkimusvuoden tullikamaripiireittäiset viennin määrät on otettu virallisesta ulkomaankauppatilastosta.

Teollisuuden puuraaka-aineen vastaava jakaminen eri päävesistöalueitten kesken on taas suoritettu puunkäyttötutkimuksen yhteydessä v. 1938 vartavasten kerättyjen tilastojen perusteella. Seppäsen valvonnassa hankittiin teollisuuslaitoksilta tiedot, mitenkä raaka-aineen hankintamäärät jakaantuivat eri vesistöalueitten osalle ja tämän mukaan jakoi Pöntynen sitten teollisuuden raakapuun käyttömäärät vesistöalueittain.

Maaseutuväestön puun käytön selvittämiseksi vesistöalueittain laskettiin ensin kullakin vesistöalueella olevan väestön määrä ja sen jälkeen määriteltiin sitä kohden tuleva puumäärä (Erkkilä 1943, s. 62). Tällöin oletettiin, että väestön paikallista kulutusta varten ei puuta kuljeteta yli vedenjakajien, jonka vuoksi vesistöalueittaisia käytön määriä voidaan pitää saman suuruisina kuin vastaavien alueitten hankintamääriä.

Liikenteen ryhmässä rautateitten puun käyttöä lukuun ottamatta kaikki erät on voitu jakaa hankintapaikan mukaan päävesistöalueitten kesken. Sen sijaan rautateitten käyttämät puumäärät on täytynyt jakaa vesistöalueittain samassa suhteessa kuin rautateitten pituus on jakaantunut näille alueille, mikä menettelytapa ei johda virheettömään tulokseen.

Epäyhtenäisyyttä laskelmaan on syntynyt myöskin teollisuuden halkojen ja 6. sekalaisen käyttöryhmän osalla, jotka molemmat on täytynyt jakaa vesistöalueittain sen mukaan, missä puut on käytetty. Muuta keinoa ei ole ollut, vaikkakin on selvää, että näihin ryhmiin kuuluvia puita on kuljetettu käyttöpaikalle yli vesistöalueitten rajojen.

Laskelmaan tullut epäyhtenäisyys ja siitä koituva virheellisyys on epäilemättä suhteellisen vähäinen, koska ne käyttöerät, joihin virhemahdollisuutta liittyy, ovat suhteellisen pieniä verrattuina kokonaismäärään. Ko. virheiden takia ei jouduttane erheellisiin päätelmiin käsiteltäessä tuloksia vesistöalueittain (paitsi Eteläisen rannikon alueella, jossa Helsingissä tapahtunut käyttö on aiheuttanut joitakin harhauttavia tuloksia).

Käytön ja poistuman jakaantuminen vesistöalueittain v. 1938.

Tarkastettaessa puun käyttöä vesistöalueittain tutkimusvuonna 1938 on tietenkin selvää, ettei tuloksia voida yleistää pitemmälle ajanjaksolle. Asiasta on saatu esille vain yhteen ajankohtaan kohdistuva läpileikkaus,

mikä johtopäätöksiä tehtäessä on pidettävä mielessä. Toisaalta on luultavaa, että lähekkäisinä vuosina eri ostajien hankinnat jakautuvat suunnilleen samalla tavalla eri vesistöalueille, koska hankintakoneistoon harvoin tehdään äkillisiä aluemuutoksia. Yhdeltä vuodelta saatu läpileikkaus siis ilmeisesti melko hyvin kuvastaa myös useitten vuosien kokonaiskäytön suhteellista jakaantumista eri vesistöalueitten kesken, varsinkin, jos ko. vuosi edustaa keskimääräisiä suhdanteita. Paikallisen väestön käyttämä, kokonaismäärältään hyvin suuri puumäärä, hankitaan tietenkin vuodesta toiseen samoilta alueilta.

Karkein vedoin suoritettuun tarkasteluun voitaneen siis esille saatuja numeroita hyvinkin käyttää. Yksityiskohtiin ei ole tarpeellistakaan tällaisessa laskelmassa puuttua.

Käyttöön tulleesta puusta oli tutkimusvuonna suurin määrä lähtöisin Länsi-Suomen vesistöalueryhmän metsistä (taulukko 19) (14.7 milj. k-m^3 = 38.7 %). Näistä ja samalla koko maan yksityisistä vesistöalueista oli eniten puuta käyttöön luovuttanut Kokemäenjoen läntinen vesistöalue (3.4 milj. k-m^3 = 8.9 %) ja toisella sijalla oli Päijänteen—Kymijoen alue (3.2 milj. k-m^3 = 8.3 %). On pantava erikoisesti merkille näitten kahden vesistöalueen keskeinen asema puun luovuttajina.

Länsi-Suomen vesistöalueitten kanssa lähes saman suuruinen oli Itä-Suomen vesistöalueryhmän luovutusmäärä (13.6 milj. k-m^3 = 35.8 %). Eniten oli Itä-Suomessa taas saatu puuta Kaakkoisen rannikon ja Saimaan eteläiseltä vesistöalueilta (3.1 milj. k-m^3 = 8.1 %), mikä ansaitsee myös erikoisen huomion.

Kahden eteläisimmän Suomen vesistöalueryhmän kokonaisluovutusmäärä muodosti siis käyttöön tulleesta puusta $^3/_4$ ja vain 25.5 % jäi pohjoisempana olevien metsien luovutusmäärän osuudeksi. Viimeksi mainitusta tuli Pohjanmaan vesistöalueitten osalle 10.5 % eli 4.0 milj. k-m^3. Oulu—Iijokien vesistöalueitten luovutusmäärä oli 1 milj. k-m^3:ä pienempi (7.8 %) ja Lapin alueelta tuli puuta käyttöön vielä sitäkin jonkin verran vähemmän (2.7 milj. k-m^3 = 7.2 %). Kiintyy erikoisesti huomio siihen, että nimenomaan metsäalueena tunnetulta Kemijoen vesistöalueelta käyttöön hankittu puumäärä nousi vain runsaaseen puoleen (1.8 milj. k-m^3 = 4.8 %) siitä, mitä yleensä viljelysseutuna pidetyltä Kokemäenjoen läntiseltä alueelta oli puuta hankittu.

Eri p u u l a j i e n kohdalla jakaantuminen vesistöalueitten kesken poikkesi jonkin verran koko luovutusmäärän jakaantumisesta. Huomiota ansaitsee, että m ä n n y n päähankinta-alue oli Itä-Suomessa ja Lapista sitä saatiin myös suhteellisen runsaasti. Edelleen on merkille pantava k u u s e n hankintojen keskittyminen Länsi-Suomeen (43.4 % kuusen

koko luovutusmäärästä) ja eritoten Kokemäenjoen läntisen vesistöalueen keskeinen asema kuusen kohdalla (1.4 milj. k-m^3 = 12.0 % kuusen koko luovutusmäärästä). Myöskin koivua on eniten saatu läntisiltä vesistöalueilta (40.5 % koivun koko luovutusmäärästä), Kokemäenjoen läntisen ja Päijänteen—Kymijoen vesistöalueitten ollessa ensi sijalla. Muita puulajeja (leppää ja haapaa) oli saatu eniten käyttöön Itä-Suomen vesistöalueilta (49.1 %). Maan pohjoisosasta on niitten hankinta luonnollisesti ollut aivan vähäpätöistä.

Tässä yhteydessä on oma mielenkiintonsa sillä, mitenkä käyttö jakaantuu suhteessa metsävaroihin eri vesistöalueilla. Onhan odotettavissa, että puuta hankitaan suhteellisesti eniten sieltä, missä hankintojen järjestely käy helpoimmin päinsä.

Verrattaessa metsien puuston ja kasvun (Yrjö Ilvessalo 1942) sekä puun käyttömäärien suhteellista jakaantumista eri vesistöalueille ilmenee, että metsistä on otettu v. 1938 puuta suhteellisesti eniten Eteläisen rannikon, Kokemäenjoen läntiseltä ja Saimaan pohjoiselta vesistöalueelta. Varsinaisilla metsäseuduilla syvemmällä sisämaassa ovat luovutusmäärät sitävastoin jääneet suhteellisesti pienemmiksi. Erikoisesti ansaitsee huomiota Kemijoen vesistöalueen — varsinkin puuvarastoon verrattuna — suhteellisen pieni luovutusmäärä. Aivan luonnollista taas on, että suurien vedenjakajien takaa, Tuntsa—Oulankajokien ja Jäämeren vesistöalueilta, on puuta kasvuun ja puuvarastoon verrattuna hankittu käyttöön miltei mitättömän vähän. Nimenomaan puuvarastoon verrattuna on vielä suuret luovutusmäärät Päijänteen—Kymijoen ja Saimaan eteläiseltä vesistöalueilta. Voitaneen melkoisella varmuudella sanoa, että tässä lueteltujen vesistöalueitten kohdalla on olemassa epäsuhde puun tuotannon ja metsien luovutusmäärän välillä. Muualla maassa näyttäisivät nämä sitä vastoin olevan toisiinsa suunnilleen oikeassa suhteessa. Tulos siis todella viittaa siihen odotettavissa olleeseen seikkaan, että missä asutus on tiheä ja maa yksityisomistuksessa, siellä metsät ovat luovuttaneet puuta käyttöön suhteellisesti eniten.

Käyttöön tulleitten puumäärien valtava pääosa (85 %) on siis ollut lähtöisin maan eteläpuoliskon vesistöalueitten metsistä. Samaa ei voida sanoa käyttöön tulemattomasta metsien poistuman osasta. Hakkuutähteistä jäi enemmän kuin kolmannes (36.5 %) lahoamaan pohjoispuoliskon vesistöalueille, ja erikseen männyn kohdalla tämä osuus nousi lähes puoleen (45.6 %). Uittohäviöstä taas tuli pohjoispuoliskon osalle suhteellisesti vain hiukan suurempi osuus (17.8 %) kuin käytöstä (15.0 %). Mutta sitävastoin käyttämättä lahoavan pääosa sijoittui pohjoispuoliskoon (70.7 %). Pohjoispuoliskon osuus nousi männyn kohdalla kokonaista kolmeen neljännekseen (74.1 %) ja ylitti kuusen sekä koivun kohdallakin kaksi kolmannesta (69.0 % ja 68.8 %), vieläpä muitten puulajienkin osuus kohosi kolmannekseen (33 %).

Nämä tulokset kohdistuvat käyttöön ja varsinkin koko poistumaan verrattuina sinänsä pieniin eriin. Ne ovat kuitenkin sikäli merkityksellisiä, että niitten edustamat puumäärät muodostuivat maan pohjoispuoliskon vesistöalueitten osalta niin suuriksi, että metsien käyttöön luovuttaman puumäärän oltua suhteellisen pieni, niitten vaikutus koko poistumaan tuntui selvästi, kun taas eteläpuoliskossa niitten merkitys häipyi vähäiseksi.

Käytön vaihtelu vuosittain.

On jo tähdennetty, ettei yhteen ainoaan vuoteen kohdistuvalla puun käyttöä osoittavalla tuloksella ole valtakunnan tarpeita varten sitä merkitystä, mikä on useaan vuoteen ulottuvilla lukusarjoilla. Käytön määrähän vaihtelee vuosittain varsin paljon, ja siitä taas riippuu metsien hakkausmäärään sisältyvien puumäärien ja koko poistuman suuruus. Edellä on myös ollut puhe siitä, missä määrin eri käyttöryhmät ovat muutoksille alttiita, samoin kuin siitä, mitkä tekijät näihin muutoksiin ensi kädessä vaikuttavat.

Puun käytön vaihteluita voidaan seurata käytön vuotuisia määriä osoittavien numerosarjojen nojalla (taulukot 4—11 ja piirros 1), joiden lähteistä edellä jo on ollut puhetta. Nämä sarjat ovat todennäköisen tarkkuutensa puolesta tosin eriarvoisia, mutta esillä olevaan tarkoitukseen niitä kuitenkin hyvällä syyllä voidaan pitää riittävän luotettavina. Lukusarjoja on jalostamattoman puun viennin ja teollisuuden raakapuun osalta saatavissa maan itsenäisyyttä edeltäneeltä ajalta asti, ja edellisen käyttötutkimuksen jälkeisiltä vuosilta on Pöntynen jatkuvasti täydentänyt niitä (Pöntynen 1932, 1936 ja 1948). Hän on edelleen tutkinut liikenteen puun käyttöä taaksepäin aina vuoteen 1924 sekä täydentänyt tietoja teollisuuden halkojen käytöstä.

Maaseutuväestön puun käytöstä ja 6. käyttöryhmästä on luotettavina pidettävät selvitykset vain vuosilta 1927 (Saari 1934) ja 1938. Välivuosien käytön määrät voitaneen interpoloida näitten kiinnekohtien perusteella siten kuin seuraavassa esitetään.

Tärkeimpänä pidettävä käyttöryhmä, teollisuuden raakapuu, saavutti valtakunnan itsenäistymistä edeltäneenä aikana huippunsa v. 1913 (11.18 milj. k-m^3 kuoretta, tuoreena). Yleisesti tunnetuista syistä se sen jälkeen maailmansotavuosina laski varsin jyrkästi päätyen pienimpään määräänsä v. 1918 (2.17 milj. k-m^3). Nyt seurasi voimakkaan nousun aika. V. 1924 sattuneen pysähdyksen jälkeen teollisuuden raakapuun käyttö sivuutti maaseutuväestön puun käytön, ja saavutti siihenastisen suurimman määränsä v. 1927 (18.24 milj. k-m^3). V:sta 1928 lähtien seurasi sangen jyrkkä lasku ja talouspulan aikana tultiin matalimpaan

kohtaan v. 1931 (12.67 milj. k-m³). Silloinkin raakapuun käyttö vielä ylitti v:n 1913 määrän. Jälleen alkaneen uuden nousuaallon tosin katkaisi pieni lasku v. 1935, mutta uusi huippuvuosi saavutettiin jo v. 1937 (22.08 milj. k-m³). Silloin teollisuuden raakapuun käyttö saavutti tähän mennessä suurimman määränsä, joka on suunnilleen 2 kertaa suurempi kuin vastaava luku v:lta 1913. Sodan sytyttyä tapahtui hyvin voimakas lasku, niin että rauhan tultua ja käytön taas suurentuessa, v. 1946 vasta päästiin v:n 1913 tasolle.

Tilasto osoittaa selvästi teollisuuden raakapuun käytön suhdanneherkkyyden. Kuitenkin on samalla myös pantava merkille kehityksen yleinen suunta. Suhdanneaaltojen aiheuttamista heilahteluista huolimatta on teollisuuden raakapuun käyttö osoittanut selvää kasvua valtakunnan itsenäisyyden ajalla rauhan kautena. Tämä on luonnollinen seuraus siitä huomattavasta puunjalostusteollisuuden laajenemisesta, mikä jatkui säännöllisesti läpi pulavuosienkin varsinkin selluloosa-, paperi- ja vaneriteollisuuden aloilla. Sen sijaan sahateollisuuden laajeneminen pysähtyi. Sota-aikana teollisuuden raakapuun käyttö joutui katastrofaalisesti pienenemään.

Jalostamattoman puun viennin vaihtelut ovat niinikään yleensä noudattaneet puutavaramarkkinain suhdannevaihteluja. Tämänkin erän kohdalla sattui maan itsenäistymistä edeltäneenä aikana huippu v:een 1913 (3.80 milj. k-m³ kuoretta, tuoreena). Sitä seurannut alin viennin määrä sattui niinikään v:een 1918 (0.13 milj. k-m³). Seuranneessa nousuaallossa on kuitenkin parikin laskukohtaa, joten nousu ei ole huippuvuoteen 1927 (4.38 milj. k-m³) mennessä tasainen. On pantava merkille, että tämä huippu on suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin v:n 1913 vientikin, eikä sitä sen jälkeen enää ole uusien suhdanneaaltojen korkeimmillakaan kohdilla saavutettu.

Kehityksen vaikutus ei siis ilmene jalostamattoman puun viennissä samalla tavalla kuin teollisuuden raakapuun kohdalla, vaan vienti on kauan pysynyt suunnilleen samalla tasolla, kuitenkin niin, että nousuja ja laskuja on esiintynyt. Jalostamattoman puun viennin pysyessä näinkin runsaana sitä on pidetty valtakunnan talouselämän kehitystä ja voimistumista heikentävänä ilmiönä. Kuitenkaan ei ole löydetty riittävää perustetta sen säännöstelyn luontoiselle supistamisellekaan, varsinkin kun viennin rajoittamista on raakapuun hintaan liittyvistä syistä lähinnä metsänomistajain taholla voimakkaasti vastustettu. Ilmeistä on joka tapauksessa, että jalostamattoman puun vientiin on sisältynyt huomattavan suuri jalostamiskelpoisen raaka-aineen reservi.

Teollisuuden halkojen ja liikenteen puun käytössä on havaittavissa hyvin loivaa vaihtelua suhdanneaaltojen mukana. Nämä likipitäen yhtä suuret käyttöryhmät ovat muihin käyttö-

ryhmiin verrattuina pienet. Ne ovat keskimääräisesti pysyneet suunnilleen saman suuruisina 1920-luvun alkupuolelta lähtien.

Maaseutuväestön puunkäytössä on tapahtunut supistumista itsenäisyysajan toisella vuosikymmenellä (vrt. Erkkilä 1943). V:n 1927 määrästä (13.24 milj. k-m^3 kuoretta, tuoreena, ilman teollisuussahoilta ostettua puutavaraa) on käyttö pienentynyt runsaalla miljoonalla kiintokuutiometrillä v:een 1938 (11.68 milj. k-m^3). Tätä tulosta on epäilemättä pidettävä maaseutuväestön keskuudessa vallitsevan puun säästämiseen tähtäävän pyrkimyksen seurauksena, johon vuorostaan useat tekijät ovat johtaneet. Havainto on sitä merkittävämpi, kun tiedetään, että vv. 1927—1938 välisenä aikana on esiintynyt toisia tekijöitä, kuten vilkas asutustoiminta, jotka ovat vaikuttaneet puun käyttöön lisäävästi.

Kiinnitettäköön tässä huomiota siihen, että maaseutuväestön rakennuspuun käyttö on alhaisten suhdanteitten ja erikoisesti pulan vuosina ilmeisesti ollut vähäisempää kuin kumpanakin käyttötutkimusvuonna (vrt. Lindberg 1943, ss. 78—79 ja Tamminen 1944). Tämän ja luultavasti pulavuosina muutenkin esiintyneen puun säästämisen johdosta maaseutuväestön käytön kehitystä havainnollistavan suoran viivan (kuva 1) ehkä oikeastaan tulisi olla hiukan alaspäin kovera. Koveruuden suuruutta on kuitenkin perin vaikea arvioida ja koska rakennuspuun osuus koko käytöstä on pieni, on tässä tyydytty piirroksen osoittamaan suoraviivaiseen interpolatioon, josta siis lähinnä ilmenee kehityksen yleinen suunta.

Kuudennen, sekalaisen käyttöryhmän kohdalla on niinikään vain kaksi tutkimukseen perustuvaa kiinnekohtaa, vuodet 1927 ja 1938. Niitten mukaan on tämä käyttö jonkin verran kasvanut v:n 1927 määrästä (2.14 milj. k-m^3) v:een 1938 (2.63 milj. k-m^3). Tälläinen kehityssuunta on varsin luonnollinen, sillä onhan myös kaupunkien ja muitten liikepaikkojen kasvu ollut tutkimusten välivuosina varsin voimakasta. Samaan aikaan on myös julkisia laitoksia yms. huomattavasti lisätty. Tämänkin käyttöryhmän kohdalla voitaneen keskimääräisesti merkitä kehityksen tapahtuneen suoraviivaisesti piirroksen osoittamalla tavalla, vaikka pulavuodet ehkä ovat olleet aiheuttamassa tähänkin viivaan pientä koveruutta.

Eräänlaiseksi vertauskohdaksi esitettäköön kaupunkien väestön kehitystä osoittavat luvut. Henkikirjoihin merkittyjen asukkaitten määrä oli kaupungeissa v. 1927 516 715 ja v. 1938 755 919. Väestön lisäys oli siis kaikkiaan 239 204 henkeä. Tämä on 46.3 % väestön aikaisemmasta määrästä. Kun vastaava puun käyttö ko. aikana on lisääntynyt vain 17 %, on todettavissa, ettei se ole kasvanut suhteessa kaupunkien kasvuun. Asukasta kohden kulutus päinvastoin on huomattavasti pienentynyt. Se voitaneen tosin merkitä — ainakin osittain — säästävämpien käyttötapojen ansioksi, mutta siinä kuvastuu ensi sijassa kivihiilen ja koksin merkityksen lisääntyminen.

V:n 1939 jälkeen vallinneissa poikkeuksellisissa oloissa on ollut monenlaisia tekijöitä vaikuttamassa puun käyttöön. Väestön siirrot sekä muut säännöllistä kehitystä häiritsevät seikat ovat saaneet aikaan, että esim. väestön vuotuisesta käytöstä ei maaseudulla enempää kuin kaupungissakaan voida ainakaan vielä tässä vaiheessa tehdä taysin varmoja laskelmia. Ne numerot, jotka tässä esitetään (taulukko 4 ja piirros 1), perustuvat siis käytettävissä olevien mahdollisuuksien rajoissa suoritettuihin arviointeihin, joihin sisältyvän epävarmuuden suuruus ehkä voidaan myöhemmin osoittaa.

Puun käyttöä koskevien laskelmien luotettavuus.

Ennen kuin puututaan metsätaselaskelmiin, on syytä tuoda esiin muutamia näkökohtia puunkäyttötutkimusten luotettavaisuudesta.

Aluksi on todettava, että satunnaisten virheitten vaikutusta, jollaisia esillä olevan kaltaisessa tutkimuksessa aina esiintyy, on vaikea arvioida. Tutkimuksen kokonaistulos on saatu sen eri osatutkimusten summana. Kukin osatutkimus taas on suoritettu toisistaan osittain jo periaatteessakin poikkeavilla tavoilla. Jalostamattoman puun viennistä, teollisuuden raaka- ja polttopuusta sekä liikenteen puunkäytöstä on pyritty hankkimaan kokonaisaineisto, kun taas maaseutuväestön puunkäyttö on selvitetty järjestelmällisen, edustavaan tilastomenetelmään perustuvan tutkimuksen pohjalla. Muita puun käytön eriä selvitettäessä on suuressa mitassa saatu tyytyä osa-aineistoihin, joista päätöslaskulla on siirrytty kokonaislukuihin. Tilastomatemaattista tulosten luotettavuuden tarkistustapaa on jossakin määrin sovellettu maaseutuväestön puunkäytön selvittelyyn (Erkkilä 1943, s. 166 js.), ja siinä on todettu virhemahdollisuus merkityksettömän pieneksi.

Muihin osatutkimuksiin nähden on todettava, että aineistot niissä tapauksissa, joissa kokonaisaineistoa ei ole saatu, ovat olleet suhteellisen runsaat. Mitä välittömiin mittauksiin tulee, niin niiden poikkeaminen oikeasta mittaustuloksesta puoleen ja toiseen on ilmeisesti tapahtunut sillä tavalla, että virheet ovat tasoittaneet toisensa. Satunnaisilla virheillä lienee siis todennäköisesti ollut verraten vähän tutkimusten tuloksia epävarmaksi tekevää vaikutusta.

Sitä vastoin on systemaattisilla virheillä voinut olla huomiota ansaitseva merkitys. Mahdollisten virheitten suuruutta ei kuitenkaan voida numeroin esittää, mutta eräitä päätelmiä voidaan tehdä.

Jalostamattoman puun vienti, teollisuuden raaka- ja polttopuu, liikenteen puunkäytön sekä 6. käyttöryhmän osalta perustuvat kerätyt aineistot yleensä puun käyttäjien omiin mittauksiin ja osittain arviointeihinkin. On luonnollista, että jokainen puun käyttäjä mitatessaan tarvettaan varten hankkimiaan ja varastoimiaan puumääriä noudattaa varovaisuutta sikäli, ettei hän kernaasti saa liian suurta mittaustulosta. Hän haluaa varmasti

käytettäväkseen ainakin mittaamansa puumäärän, ja tällöin todelliset määrät helposti muodostuvat mittaustulosten ilmoittamia hieman suuremmiksi. Tämän seikan voidaan arvioida vaikuttaneen siihen, että edellä mainittujen käyttöryhmien käsittämät puumäärät on saatu jossakin määrin todellista pienemmiksi. Kuitenkin voidaan erityisesti teollisuuden raakapuun käyttöä tarkistaa tuotantotilastojen nojalla, vertaamalla puun menekkiä tuotteiden yksikköä kohden. Tällaiset laskelmakokeet ovat osoittaneet, että tärkeiden metsäteollisuuden raaka-ainemäärien on täytynyt tulla kutakuinkin oikein puun käyttöä osoittaviin tilastoihin.

Puumääriä alentavaan suuntaan voidaan arvioida vielä erään tekijän vaikuttaneen, varsinkin maaseutuväestön puunkäyttöä tutkittaessa. Pyrkimyksenä on tietenkin aina ollut mitata tarkoin jokainen pieninkin käyttöerä, mikä on kuulunut aineistojen keruun piiriin. Tästä huolimatta on kuitenkin — syystä tai toisesta — joitakin eriä luultavasti jäänyt mittaamatta. Mutta milloinkaan ei liene tapahtunut niin, että olisi mitattu käyttöön tulematonta puuta. Mikäli tässä kohdin siis on aineiston keruussa virheitä sattunut, ovat ne kaikki vaikuttaneet siihen suuntaan, että tulokseksi on saatu todellista pienempi käyttö.

On paikallaan viitata myös metsien puustoa vuosittain tuhoaviin kuloihin. Niissä todella palanut runkopuumäärä voidaan tosin arvioida metsien koko poistumaan verrattuna varsin pieneksi, ehkä keskimäärin vain 100 000 k-m^3 seutuville vuodessa. Mutta vaikutus on kuitenkin saman suuntainen kuin edellä selostettujen muittenkin todennäköisten systemaattisten virheitten.

Tähän voidaan vielä lisätä maininta siitäkin, että hyvin tilapäisluontoisen puun käytön selvittäminen, kuten uudis- ja huvila-asutuksen, nuotiopuiden, mahdollisen kaskenpolton ja hakkuualojen kulotuksen aiheuttama runkopuun käyttö on kenties otettu liian pienenä huomioon tutkimuksen yhteydessä (vrt. Erkkilä 1943, s. 169).

On siis löydettävissä virhelähteitä, jotka systemaattisesti vaikuttavat samaan suuntaan lopputulosta pienentävästi. Niitten vastapainoksi on vaikeata löytää päinvastaiseen suuntaan vaikuttavia tekijöitä. On valitettavasti mahdotonta arvioida, kuinka suuri virhe voi olla kysymyksessä. Sen voidaan kuitenkin otaksua rajoittuvan korkeintaan johonkin prosenttiin.

Suomen metsätase.

Yleisiä näkökohtia.

Selviteltäessä seuraavassa metsätasetta se suoritetaan tarkastelemalla metsistä kaikkiaan poistuneen puumäärän suhdetta vastaavaan kuutiokasvuun. Tällaista metsätaselaskelmaa on meillä ruvettu Saaren ehdotuksesta nimittämään kasvutaseeksi. Tämän rinnalla on tilaisuus tarkastella valtakunnan metsien arviointien mukaan metsien puustossa tapahtuneita muutoksia, joita Ilvessalo jo on selostanut (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 106 jss.). Näin saadaan kasvutaseelle erittäin tarpeellinen puustotaseeseen (ks. Keltikangas 1938) perustuva vertauskohta.

Kasvutaselaskelma kohdistetaan vuosiin 1923—1938, jota ajanjaksoa käytännöllisesti katsoen voidaan pitää valtakunnan metsien arviointien välisenä aikana. Kun on kysymyksessä näin pitkä ajanjakso, saatetaan laskelman perusteella tehdä metsiemme taseesta johtopäätöksiä, jollaisiin ei aikaisemmin ole yleensä ollut mahdollisuutta.

Aiemmin tehdyissä kasvutaselaskelmissa on nimittäin suurimpana heikkoutena ollut, että niissä on täytynyt käyttää metsien poistumasta joko yhteen vuoteen tai vain muutaman vuoden käsittävään vuosijaksoon kohdistuneita tietoja. Kun hakkausmäärä ja sen mukana koko poistuma vaihtelee vuosittain paljon, ei tällainen laskelma voi antaa metsätaloudellisesti käyttökelpoista tulosta. Laskelman kohdistuessa valtakunnan metsien arviointien väliseen koko ajanjaksoon, muodostuu se — poistuman vuotuisten heilahtelujen vaikutuksen tasoittuessa — jo luonteeltaan olennaisesti toisenlaiseksi.

Kokonaispoistuma vuosina 1923—1938.

Laskelman suoritus.

Kuten edellä jo on ilmennyt, metsistä poistettu ja erilaisiin tarkoituksiin käytetty puumäärä muodostaa poistuman hallitsevan pääosan. Kun lisäksi hakkuutähteitten ja uittohäviön määrä on käytön suuruudesta

riippuvainen, vaihtelee näitten yhdessä muodostama hakkausmäärä vuosittain käytön mukana. Tosin käyttö tapahtuu hakkuun jälkeen, niin että hakkausmäärän vaihtelut tulevat käytön mukaan selvitetyiksi vuoden tai pari myöhästyneinä, mutta tämän haitan merkitys katoaa pitkähkön ajanjakson ollessa kysymyksessä.

Käyttämättä lahoavan puun määrä ei ole käytöstä suoranaisesti riippuvainen. Sen suuruus ei myöskään vuosittain yleensä vaihtele. Hakkausmäärään verrattuna se on pieni. Poistuman vuotuiset vaihtelut jäävät näin ollen riippuvaisiksi hakkausmäärän ja edelleen käytön vaihteluista.

Poistuman selvittäminen eri vuosilta käy siis varsin luotettavasti päinsä niin pitkälle, kuin käyttö on voitu saada selville. Edellä on jo esitetty, miten — keskeiseltä osalta Pöntysen tutkimusten perusteella — useimmista käyttöryhmistä on verraten pitkälle ajassa taaksepäin luotettavina pidettävät tiedot. Samojen käyttöryhmien puulajijakaantuminen on myös selvitetty vuoteen 1923 asti ja se on voinut tapahtua melko suurella varmuudella.

Maaseutuväestön käyttämä puumäärä, samaten kuin 6. käyttöryhmän suuruus on kuitenkin selvitetty luotettavalla tavalla vain 2 kertaa, nimittäin yleisten puunkäyttötutkimusten yhteydessä vv. 1927 ja 1938. Olettamalla, että kehitys näissä käyttöryhmissä on edellä jo esitetyn mukaisesti kulkenut säännöllisesti, voidaan välivuosien käytön määrät laskea suoraviivaisen interpolation pohjalla (ks. piirros 1). Vastaavanlainen interpolatio voidaan ilmeisesti yhtä hyvin suorittaa myöskin puulajeittain.

Pyrittäessä taaksepäin vuoteen 1923 jää käytön osalta aukot liikenteen puun käytön kohdalle v:lta 1923 sekä maaseutuväestön käytön ja 6. ryhmän kohdalle ajalta 1923—1926. Liikenteen v:n 1923 käytöksi voidaan Pöntysen mukaan merkitä v:n 1924 käytön määrä. Jonkin verran epävarmalla pohjalla liikutaan yritettäessä ekstrapoloida maaseutuväestön puunkäytön ja 6. käyttöryhmän suuruutta juuri mainituilta vuosilta. Tässä ei ole käytettävissä muuta keinoa kuin v:n 1927 lukujen merkitseminen avoimena olevien vuosien kohdalle. Huomioon ottaen, miten vähäisiksi vv:n 1927 ja 1938 väliset muutokset ovat osoittautuneet, menetelmää ei voitane pitää uskallettuna.

Hakkuutähteitten määrä ja niitten osuus käytöstä on selvitetty käyttötutkimusvuosilta (v. 1927 1.96 milj. k-m³ kuoretta, tuoreena = 4.8 % käytöstä ja v. 1938 1.47 milj. k-m³ = 3.9 %). Osuus on välivuosina vähän pienentynyt ja voidaan eri vuosille laskea interpoloimalla. Vuosille 1923—1926 voitaneen käyttää v:n 1927 prosenttista osuutta hieman suurempaa lukua.

Uittohäviön määräksi on saatu v. 1927 0.39 milj. k-m³ kuoretta, tuoreena, mikä on 1.0 % käytöstä ja v. 1938 0.34 milj. k-m³ eli 0.9 % käytöstä. Näitten prosenttien mukaan voidaan uittohäviön määrä laskea myöskin tutkimusten välisille ja niitä edeltäneille lähivuosille.

Käyttämättä lahoavan puun määrän on Ilvessalo arvioinut valtakunnan metsien ensimmäisen arvioinnin aikoihin 2.6 milj. k-m³:ksi vuodessa ja edelleen samaksi ensimmäisen puunkäyttötutkimuksen tutkimusvuonna. Uuden puunkäyttötutkimuksen toimeenpanoon mennessä hän on arvioinut määrän pienentyneen 2.0 milj. k-m³:ksi. Välivuosien vastaavat määrät voitaneen interpoloida suoraviivaisen interpolation mukaan. Puulajisuhteet saatettaneen merkitä mainittavaa virhettä aiheuttamatta koko ajalle jälkimmäisenä käyttötutkimusvuonna arvioidun mukaisiksi.

Käytön suuruus ja rakenne vuosina 1923—1938.

Edellä selvitetyn laskelmamenetelmän mukaan on käytön suuruus ja rakenne aikakaudelta 1923—1938 saatu sellaiseksi kuin asetelmat VI, VII ja VIII osoittavat (taulukot 4—11).

VI. Käytön suuruus ja rakenne vuosina 1923—1938.

Käyttöryhmä	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena				
	%				
1. Jalostamattoman puun vienti	50.03	29.64	19.33	0.71	0.35
	8.4	*10.7*	*10.8*	*0.8*	*0.8*
2. Teollisuuden raakapuu	262.91	138.29	110.46	12.64	1.52
	44.4	*50.0*	*61.8*	*13.6*	*3.5*
3. Teollisuuden halot	18.31	7.03	3.24	5.39	2.65
	3.1	*2.5*	*1.8*	*5.8*	*6.0*
4. Liikenteen käyttö	21.62	11.91	1.35	7.24	1.12
	3.6	*4.3*	*0.8*	*7.8*	*2.5*
5. Maaseutuväestön kotikäyttö	202.40	78.40	39.78	48.63	35.59
	34.2	*28.3*	*22.3*	*52.4*	*80.8*
6. Muut erät	37.14	11.63	4.49	18.22	2.80
	6.3	*4.2*	*2.5*	*19.6*	*6.4*
Koko käyttö	592.4	276.9	178.7	92.8	44.0
	100	*100*	*100*	*100*	*100*

Valtakunnan metsien arviointien välisenä 16 vuotena on maassamme kaiken kaikkiaan siis eri tarkoituksiin käytetty 592.4 milj. k-m³ laskettuna kuorettomaksi ja tuoreeksi puuksi. Käytön vuotuisia vaihteluita on jo edellä tarkasteltu (taulukko 4 ja piirros 1). Kokonaismäärästä on kotimainen puunjalostusteollisuus käyttänyt raaka-aineekseen 262.91 milj. k-m³ (44.4 %). Tämän käyttöryhmän osuus on tarkasteltavan ajan eri

VII. Eri käyttöryhmien prosenttinen jakaantuminen puulajeittain 1923—1938.

Käyttöryhmä	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
1. Jalostamattoman puun vienti ...	100	59.3	38.6	1.4	0.7
2. Teollisuuden raakapuu	100	52.6	42.0	4.8	0.6
3. Teollisuuden halot	100	38.2	17.4	29.6	14.8
4. Liikenteen käyttö	100	55.1	6.2	33.5	5.2
5. Maaseutuväestön kotikäyttö	100	38.8	19.7	24.0	17.5
6. Muut erät	100	31.5	12.1	49.1	7.3
Koko käyttö	100	46.7	30.2	15.7	7.4 [1]
Metsien puusto v. 1938	100	45.3	32.5	18.7	3.5 [1]
Metsien kasvu v. 1938	100	41.8	32.4	20.9	4.9 [1]

VIII. Vuotta kohden laskettu puunkäyttö ajanjaksona 1923—1938.

Käyttöryhmä	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena				
1. Jalostamattoman puun vienti ..	3.13	1.85	1.21	0.05	0.02
2. Teollisuuden raakapuu	16.43	8.64	6.90	0.79	0.10
3. Teollisuuden halot	1.15	0.44	0.20	0.34	0.17
4. Liikenteen käyttö	1.35	0.74	0.09	0.45	0.07
5. Maaseutuväestön kotikäyttö ...	12.65	4.91	2.49	3.03	2.22
6. Muut erät	2.32	0.73	0.28	1.14	0.17
Koko käyttö	37.03	17.31	11.17	5.80	2.75

vuosina vaihdellut rajoissa 39.1—51.0 %. Teollisuuden raakapuumäärä on vähitellen kasvanut, mikä merkitsee, että maan koko puun käytön rakenne on ollut hiljaisen muutoksen alainen; hakkuumäärästä on yhä enemmän valmistettu teollisuuden raakapuuta. Viitattakoon vielä siihen, että maaseutuväestön kotikäytön osuus vastaavasti on osoittanut pienenevää suuntaa.

Eri puulajien kohdalla on käyttöryhmien osuus muodostunut varsin erilaiseksi. Männyn suhteen on jakaantuminen eri käyttöryhmien kesken eniten kokonaisjakaantumista muistuttava. Kuitenkin on männyn osuus teollisuuspuuta käsittävässä kahdessa ensimmäisessä käyttöryhmässä tullut

[1]) Muitten puulajien kohdalla on käyttötutkimuksen ja valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten välillä pieni epäyhdenmukaisuus. Käyttötutkimuksessa on tähän ryhmään luettu kaikki muut puulajit paitsi mänty, kuusi ja koivu; valtakunnan metsien arvioinnin tuloksista on siihen taas otettu leppä ynnä haapa ja muista »ylijäämäpuulajeista» on havupuut luettu osaksi mäntyyn, osaksi kuuseen ja lehtipuut koivuun (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 15). Näistä »ylijäämäpuulajeista» on valmistettu lähes yksinomaisesti polttopuuta ja senkin pääosa lienee sisältynyt maaseutuväestön käyttöön. Tässä niitten osuus nousi v. 1938 vain 0.5 %:iin koko määrästä (Erkkilä 1943, s. 284). Puheena olevien puulajien kokonaismäärä voidaan näin ollen todeta niin pieneksi, ettei sillä voi olla häiriötä aiheuttavaa vaikutusta tässä suoritettavaan tarkasteluun.

painavammaksi ja muissa, polttopuuvoittoisissa käyttöryhmissä osuudet ovat pienentyneet. Kuusen kohdalla näkyy sama suunta vielä voimakkaampana. Sen käytöstä on ollut teollisuuden raakapuuta kokonaista 61.8 % ja esim. maaseutuväestön käyttöön on tullut vain 22.3 % sekä liikenteen käyttöön kaiken kaikkiaan ainoastaan 0.8 %.

Päinvastainen kuin havupuitten osalla on kokonaiskäytön jakaantumisen rakenne koivun ja muitten (haapa ja leppä) puulajien kohdalla. Koivun käytöstä on yli puolet (52.4 %) kulunut maaseudun talouksissa. Haavan ja lepän käytöstä on yli $^4/_5$ tyydyttänyt maaseutuväestön tarpeita ja jäännöksenkin pääosa on ollut halkoja.

Erittäin merkittävää on, miten pieneltä osalta laajat koivumetsävaramme ovat joutuneet teollisuuden raaka-ainetta tuottamaan, siitäkin huolimatta, että koivua jalostava teollisuutemme on ripeästi kehittynyt. Teollisuuden raakapuun osuus koivun käytöstä on nimittäin vain 13.6 %. Muiden lehtipuiden kohdalla vastaava sadannes on vieläkin alhaisempi. Tunnettua onkin, että lehtipuuta jalostavan teollisuuden vaatimukset raakapuun laatuun ja järeyteen nähden ovat sangen korkeat, ja että polttaminen on ollut ainoa tarjolla oleva käyttömuoto lehtimetsiemme tuoton suurelle pääosalle. Ilmeisesti metsätalouden taholla on syytä toivoa tekniikan kehittyvän esim. puuvanuketeollisuuden taholla siihen, että vähemmänkin järeä ja jossakin määrin viallinen lehtipuu saisi entistä suuremman arvon. Kansantaloudellisessa mielessä on epäilemättä pidettävä arveluttavana, että niin paljon suhteellisen hyvälaatuista orgaanista raaka-ainetta vuosittain kulutetaan polttoaineena, kun polttoaine voitaisiin hankkia toistakin tietä.

Eri käyttöryhmien puulajijakaantuminen on luonnollisesti myös muodostunut hyvin erilaiseksi. Jalostamattoman puun vienti on ollut käyttöryhmistä mäntyvoittoisin. Männyn osuus on eri vuosina vaihdellut siinä hyvin paljon (44.6—79.1 %:iin, keskimäärin koko aikana 59.3 %) ollen pulavuosina suurimmillaan. Toisella sijalla on ollut kuusi, jonka keskimääräisesti suuri osuus viennistä (38.6 %) on vaihdellut vieläkin enemmän (17.7—53.5 %) ja on v. 1926 ylittänyt männynkin viennin. Alin kohta kuusen kohdalla sattui pulavuosiin 1931 ja 1932. Muitten puulajien merkitys on tässä käyttöryhmässä ollut mitätön.

Teollisuuden raakapuun puulajijakaantuminen on ollut saman tapainen kuin vienninkin. Männyn osuus on ollut verraten tasaisesti pienenemässä, kun taas kuusen osuus on osoittanut kasvavaa suuntaa. Kuusen osuuden nousu johtuu pääasiassa kuusipaperipuiden käytön lisääntymisestä. Koivunkin osuus on tässä käyttöryhmässä huomiota ansaitseva ja sekin on ollut selvästi nouseva.

Jäljellä olevassa neljässä polttopuuvoittoisessa käyttöryhmässä on yleisenä piirteenä lehtipuitten suuri osuus. Vain liikenteen käyttö tekee näitten ryhmien joukossa poikkeuksen, mutta sen kohdalla saatuun tulok-

seen on ilmeisesti vaikuttanut ensimmäisen käyttötutkimuksen mukainen puulajijakaantuminen. Jälkimmäisen käyttötutkimuksen tulokset näet osoittavat, että erän jakaantuminen eri puulajien kesken on muuttunut. Erikoisen merkittävä muutos on puulajijakaantumisessa tapahtunut maaseutuväestön käytön kohdalla, missä molempien havupuulajien osuus on selvästi pienentynyt ja lehtipuitten kasvanut, eritoten haavan ja lepän varsin voimakkaasti. Sama suunta on havaittavissa 6. käyttöryhmässäkin, jonka muodostaa määräävältä osalta kaupunkien väestön ja julkisten laitosten sekä talojen yms. polttopuu.

Vv:n 1923—1938 käytön kokonaismäärän puulajeittaisessa rakenteessa näyttää tapahtuneen kehityksen luontoista muuttumista. Männyn osuus on osoittanut laskevaa suuntaa, kun taas kuusen ja koivun osuus, on koko ajan pysynyt suunnilleen saman suuruisena tai heikosti kasvanut. Muitten puulajien (haavan ja lepän) kohdalla sitä vastoin on osuuden suureneminen selvästi havaittavissa.

Verrattaessa käytön kokonaismäärän puulajijakaantumista metsien puuston ja kuutiokasvun puulajeittaiseen jakaantumiseen saatetaan panna merkille, että suhteet suurin piirtein noudattelevat toisiaan. Männyn osuus käytöstä on kylläkin saatu hieman suuremmaksi kuin puuvarastosta ja edelleen suuremmaksi kuin kasvusta. Kuusen käytön prosentti päinvastoin on ollut puuvaraston ja kasvun sadannesta pienempi. Mutta kun se on ollut kasvamassa, näyttäisi sekin kenties olevan lähentymässä viimeksi mainittuja. Koivusta voidaan sanoa aivan samaa, joskin on katsottava, että sen osuus käytöstä on ollut selvästi pienempi kuin puuvarastosta ja kasvusta. Tämä seikka viittaa siihen, että koivuvaroihimme on muodostunut säästöä.

»Muitten» puulajien, siis haavan ja lepän, osuus käytöstä on — kuten sanottu — ollut noin 2 kertaa suurempi kuin puuvarastosta ja kasvusta. Näitä kahta on ilmeisesti hakattu suhteellisen kovakouraisesti. Sikäli kuin poistuma on voitu jakaa erikseen haavan ja lepän kesken, viittaavat tulokset edelleen siihen, että erikoisen runsas käyttö on kohdistunut nimenomaan leppään. Sen toisiin puulajeihin verrattuna yleensä pieneksi arvioitu taloudellinen merkitys ja väestön lisääntynyt halu käyttää sitä polttopuuna lienevät olleet lähimpinä syinä lepiköitten runsaaseen hakkuuseen. Ja eri puulajien arvosta sekä yleisestä taloudellisesta merkityksestä vallalla olevan käsityksen mukaan tätä on pidettävä terveenä ilmiönä, kun se tapahtuu — kuten näyttäisi — tähän mennessä arvokkaammiksi osoittautuneitten puulajien eduksi (vrt. Erkkilä 1943, s. 111 jss.). Osaltaan selittyy lepän runsas hakkuu siten, että tätä puulajia kasvavia hakamaita varsin yleisesti on raivattu joko pelloiksi tai laitumiksi; tehostetulla metsänparannustoiminnalla on myös lepiköitä yritetty hävittää ja tilalle hankkia kuusta.

Hakkausmäärä ja sen rakenne vuosina 1923—1938.

Tarkasteltavana olevan ajanjakson koko hakkausmäärä muodostui asetelmassa IX ja X näkyvän suuruiseksi (taulukot 5, 13 ja 14).

IX. Hakkausmäärä vuosina 1923—1938.

	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena			
		%			
Käyttö	592.41	276.90	178.65	92.83	44.03
	94.8	*94.6*	*94.5*	*95.3*	*96.2*
Hakkuutähteet	26.63	12.23	8.53	4.19	1.68
	4.3	*4.2*	*4.5*	*4.3*	*3.7*
Uittohäviö	5.75	3.38	1.94	0.39	0.04
	0.9	*1.2*	*1.0*	*0.4*	*0.1*
Koko hakkausmäärä	624.8	292.5	189.1	97.4	45.8
	100	*100*	*100*	*100*	*100*

X. Hakkausmäärä keskimäärin vuodessa ajanjaksona 1923—1938.

	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena			
Käyttö	37.03	17.31	11.17	5.80	2.75
Hakkuutähteet	1.66	0.76	0.53	0.26	0.11
Uittohäviö	0.36	0.21	0.12	0.03	0.00
Koko hakkausmäärä	39.05	18.28	11.82	6.09	2.86

Lienee paikallaan toistaa, että hakkuutähteisiin ei ole luettu kantoa.[1]) Hakkausmäärä olisi — ottamalla kantokin talteen — voitu saada suurenemaan 10—12 milj. k-m³ eli vuotta kohden 0.6—1.4 milj. k-m³. Tämä määrä olisi kokonaisuudessaan tullut käytön osalle ja yleensä ollut järeintä ja parasta käytettävää puuta.

Hakkausmäärän rakenteesta on syytä panna merkille lopullisen käytön keskeinen asema (94.8 % hakkausmäärästä). Vain noin 5 % on yleensä tullut hakkuutähteitten ja uittohäviön osalle. Tästä jäännöksestäkin on yli $^4/_5$ ollut hakkuutähteitä (4.3 %), joten uittohäviön osuudeksi on jäänyt vain 0.9 % hakkausmäärästä.

Männyn, kuusen ja koivun hakkuutähteitten osuus on likipitäen samaa suuruusluokkaa, kuitenkin kuusella se on suurin. Tulos tuntuu varsin todenmukaiselta, koska kuusessa yleisimmin esiintyy hakkuu-

[1]) Kannon osuus, jos kanto mitataan alimmasta kohdasta, josta puu olisi voitu katkaista (Aro 1929, s. 17) todelliseen katkaisukohtaan asti vaihtelee Aron tutkimusten mukaisesti käytännössä puun kuutiosta keskimäärin n. 2—4 % (Saari 1934, s. 79 jss., Aro 1935, s. 91). Pöntysen v:n 1938 puunkäyttötutkimuksen yhteydessä järjestämien mittausten mukaan se ainakin yksityismetsissä oli pienempi.

tähteitä lisäävää lahovikaisuutta. Muitten puulajien, haavan ja lepän, käyttö taas tapahtuu pääasiassa maaseutuväestön keskuudessa. Kun kotitarvehakkuissa puu yleensä otetaan polttopuuksi hyvin pieneen latvamittaan, onkin luonnollista, että hakkuutähteitten määrä viimeksi mainittujen puulajien ryhmässä on pienin.

Koko poistuma vuosina 1923—1938.

Valtakunnan metsien arviointien välisen 16-vuotiskauden metsien koko poistuma nähdään asetelmasta XI (taulukot 12, 15, 16, 17, 18 ja 22).

XI. Metsien koko poistuma vuosina 1923—1938.

	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena			
		%			
Hakkausmäärä	624.79	292.51	189.12	97.41	45.75
	94.3	*94.0*	*94.4*	*93.0*	*98.3*
Käyttämättä lahoava	38.00	18.69	11.24	7.28	0.79
	5.7	*6.0*	*5.6*	*7.0*	*1.7*
Koko poistuma	662.79	311.20	200.36	104.69	46.54
	100	*100*	*100*	*100*	*100*
Keskimäärin vuotta kohden	41.42	19.45	12.52	6.54	2.91
		%			
Puulajijakaantuminen	*100*	*47.0*	*30.2*	*15.8*	*7.0*
Käyttö poistumasta	89.4	89.0	89.2	88.7	94.6

Koko poistumasta (662.79 milj. k-m³) tuli siis hakkausmäärän osalle likipitäen 95 %. Tämän laskelman mukaan lahoaa käyttämättä metsiimme vain 5.7 % poistumasta. Tämä osuus, joka valtakunnan metsien arviointien väliseltä ajalta on paisunut melko kunnioitettavaksi 38 milj. k-m³:ksi, muodostuu yleensä paikalleen kuolevasta ja lahoavasta aivan pienestä puustosta, johon tulee mukaan sitä järeämpää puuta, mitä syrjäisemmälle seudulle päin siirrytään. Laskelmasta voidaan vielä nähdä, että koivun kohdalla on käyttämättä lahoavan puun osuus suurin. Tällaiseksi saatu tulos aiheutuu pohjoisimman Suomen koivumetsistä ja sekapuunakin pohjoisessa esiintyvästä koivusta, josta vain pieni osa tulee käytetyksi.

Tämän yhteydessä kiinnitettäköön huomiota vielä siihen, että käyttö muodostaa poistumasta n. 89 %. Eri puulajien kohdalla on laskelmassa saatu esille varsin vähäisiä eroja. Numerot tuntuvat olevan sopusoinnussa todellisuuden kanssa.

Kun seuraavassa verrataan poistumaa metsien kasvuun tarkastellaan — mahdollisuuksien mukaan myös yksityiskohtiin mennen — samalla poistuman rakennetta. Näin ollen sen enempi analysointi käy tässä tarpeettomaksi.

Poistuma verrattuna kasvuun.[1])

Kun valtakunnan metsien arviointien välisen ajan koko poistuma asetetaan metsien vastaavan ajan kasvun rinnalle, saadaan asetelmassa XII näkyvät tulokset (taulukko 12). Metsien vuotuiseksi kasvuksi on laskelmassa merkitty valtakunnan metsien molempien arviointien tulosten (Yrjö Ilvessalo 1927 ja 1942) osoittama kasvun keskiarvo.

XII. Metsien poistuman ja kasvun vertailu.

	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena			
Poistuma vv. 1923—1938	662.79	311.20	200.36	104.69	46.54
Metsien kasvu vv. 1923—1938	720.80	310.40	216.48	158.72	35.20
Puuvarastossa edellisten erotuksena tapahtunut muutos ..	+58.01	—0.80	+16.12	+54.03	—11.34
Poistuma vuotta kohden	41.42	19.45	12.52	6.54	2.91
Kasvu vuotta kohden	45.05	19.40	13.53	9.92	2.20
Puuvarastossa tapahtunut muutos vuotta kohden	+3.63	—0.05	+1.01	+3.38	—0.71
			%		
Muutos aikakauden koko kasvusta	+8.0	—0.3	+7.4	+34.0	—32.2
Muutos v:n 1922 puuvarastosta	+4.4	—0.1	+4.0	+22.4	—34.7

Valtakunnan metsien arviointien välisenä aikana osoittaa tämä kasvutaselaskelma siis kasvun säästöä (58.01 milj. k-m³ kuoretta, tuoreena). Säästö on ollut keskimäärin vuotta kohden 3.63 milj. k-m³ ja 8.0 % koko määrästä. Alkuperäiseen puuvarastoon on tämän mukaan tullut 4.4 %:n lisäys.

Yksityisinä vuosina on koko poistuman määrä yleensä ollut kasvua pienempi (ks. myös piirrosta 2). Tosin kasvu vaihtelee vuosittain (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 150 jss.), eivätkä arviointien tuloksetkaan osoita metsien ja eri puulajien kasvua määrättyinä vuosina, vaan usean vuoden kasvun keskimäärinä. Mutta piirroksen osoittamalla tavalla voitaneen sentään saada esille verraten todellisuuspohjainen kokonaiskuva.

Poistuman vuotuisille vaihteluille on täysin leimaa antava sama suhdannevaihtelujen vaikutus, joka antoi muodon teollisuuden raakapuun käytön vaihteluja osoittavalle murtoviivalle (piirros 1). Vain 2 kertaa (vv. 1927 ja 1937) koko 16-vuotiskautena poistuma on ylittänyt kasvun määrän ja lisäksi ollut kerran sen kanssa saman suuruinen (v. 1928). Tämän mukaan siis vain suhdanneaaltojen huiput ovat aiheuttaneet metsien kasvun ylittämisen.

[1]) Tämän kappaleen tulosten ja päätelmien suhteen on erikoisesti huomioitava, mitä kasvutaseen luotettavuudesta on sanottu seuraavassa kappaleessa.

Kokonaispoistuman kohdalla näyttää kuva siis melko lohdulliselta. Metsien tuoton lisääntymisen ensimmäisenä ehtona olevaa, olennaista puuvaraston lisääntymistä (vrt. esim. Saari 1942, s. 19) ei laskelman mukaan kuitenkaan ole tapahtunut.

Kokonaistasetta esittävät tulokset antavat asiasta kuitenkin varsin puutteellisen kuvan, joten kasvutasetta olisi koetettava tutkia sen osatekijöitten valossa. Nyt tarkasteltavana olevalta ajanjaksolta (1923—1938) ei kuitenkaan ole käytettävissä kuin vain sellaiset tiedot, joiden perusteella voidaan esittää poistuma puulajeittain ja koko valtakunta yhtenä kokonaisuutena. Tämän rinnalla ja siihen kytkettynä olisi suoritettava omistajaryhmittäin poistuman selvitys. Sen tulisi lisäksi puutavaran järeysluokittain kohdistua maan eri osiin, lähinnä vesistöalueittain ja metsänhoitolautakunnittain. Tällaiseen tarkasteluun ei kuitenkaan ole perustietoja olemassa koko ajanjaksolta 1923—1938. Sen sijaan 10-vuotiskaudelta 1929—1938 voidaan suhteita käsitellä yksityiskohtaisemmin. Niihin palataan tuonnempana.

Männyn kohdalla osoittaa aikakauden 1923—1938 kasvutase vähäistä vajausta (—0.80 milj. k-m^3 kuoretta, tuoreena). Vuotta kohden tämä vajaus tekisi vain 0.05 milj. k-m^3, aikakauden koko kasvusta 0.3 % ja metsien alkuperäiset mäntyvarastot ovat vähentyneet 0.1 %.

Kuusen kasvutase näyttää muodostuneen edulliseksi. Koko laskelman osoittama, kasvun enemmyys, 16.12 milj. tod. k-m^3 kuoretta, tuoreena, tekee vuotta kohden 1.01 milj. k-m^3. Tämän mukaan olisi koko tarkasteltavana olevan aikakauden kuusen puuvaraston lisäys ollut 7.4 % kasvusta ja alkuperäinen puuvarasto olisi lisääntynyt 4.0 %. Tulos on sitäkin merkittävämpi, kun ensimmäisen käyttötutkimuksen jälkeen suoritettujen vastaavanlaisten laskelmien mukaan kuusivarat näyttivät olevan vähenemässä.

Koivun kasvutasetta voi sanoa esille saatujen numerojen mukaisena erikoisen edulliseksi. Koko puuvaraston lisäyksen, 54.03 milj. tod. k-m^3 kuoretta, tuoreena, olisi pitänyt aiheuttaa alkuperäiseen puuvarastoon 22.4 %:n eli lähes neljänneksen suurenemisen. Vuotta kohden tekisi lisäys 3.38 milj. k-m^3 ja aikakauden koko kasvun määrästä olisi siis runsas kolmannes jäänyt koivuvaroja kartuttamaan.

Koivun vuotuiseen poistumaan ovat suhdannevaihtelut aiheuttaneet — päinvastoin kuin mäntyyn ja kuuseen — vain aivan loivia aaltoja. Lähes suoraviivaisesti se näyttäisi osoittaneen kasvavaa suuntaa.

Muitten puulajien (haavan ja lepän) kohdalla näyttää tase taas silmiin pistävän poistumavoittoiselta. Sen mukaan olisi koko alkuperäinen, v:n 1922 puuvarasto, 32.7 milj. k-m^3 vähentynyt 11.34 milj. k-m^3:llä, eli runsaalla kolmanneksella (34.7 %). Johtuen tämän ryhmän puulajien pienistä varastoista, ovat absoluuttiset määrät kuitenkin vähäiset. Poistuma

on osoittanut suhdannevaihteluista piittaamatonta, tasaisesti kasvavaa suuntaa.

Kasvutaseen luotettavuus.

Yleisiä näkökohtia.

Kun edellä tarkasteltiin v:n 1938 puunkäyttötutkimuksen tulosten luotettavuutta, selostettiin samalla, mitenkä tutkimus johtanee liian pieniin käytön määriin. Samoilla perusteilla voidaan arvioida v:n 1927 käyttötutkimuksen tuloksissa olevan samansuuntainen virhe. Tämän virhesuunnan vaikutus on siis alunperin poistumaakin painamassa.

Kasvutaselaskelmassa osoitettua poistumaa voitaneen siis pitää todellista hiukan pienempänä. Sen suuruuteen on kuitenkin vaikuttamassa muitakin virhelähteitä. Niihin palataan jäljempänä verrattaessa kasvutasetta puustotaseeseen. — Poistumalle saatua puulajijakaantumista ei voida osoittaa ainakaan määrättyyn suuntaan virheelliseksi.

Toiselta puolen nojautuvat valtakunnan metsien arviointien kasvun arviomäärät sellaiseen tilastomatemaattiseen tutkimusmetoodiin, jossa yksityisten havaintojen kohdalla ei voida arvioida systemaattisten virheitten vaikutusta. Menetelmä tarjoaa mahdollisuuden tarkistaa aineiston vaihtelun aiheuttamia virhemahdollisuuksia todennäköisyyslaskulla. Sen mukaan voidaan kokonaispuumäärään ja pääpuulajeihin, mäntyyn ja kuuseen, jopa yleensä koivuunkin, kohdistuvia tuloksia pitää erikoisen varmoina. Sitä vastoin kysymyksen ollessa pienempään havaintojen määrään perustuvista luvuista, tulee epävarmuustekijä ilmeiseksi. Tämä on haavasta ja lepästä puheen ollen huomioitava.

Näitten mainintojen pohjalla edellä esitetyn kasvutaseen siis pitäisi antaa jossakin määrin todellista edullisempi kuva puuston kokonaismäärän muutoksista. Ottamalla tämä huomioon, viittaa jo esitetty kasvutaselaskelma siis siihen, että metsien kokonaispuuvarastoissa on valtakunnan metsien arviointien välisenä aikana tapahtunut vain pieniä ja toisarvoisia muutoksia. Pääpuulajeista tulokset osoittavat männyn aseman heikoimmaksi ja koivun vahvimmaksi (tosin tärkeältä osalta Pohjois-Suomen käyttämättömissä olevien koivuvarojen ansiosta) sekä kuusen aseman vakavana pidettäväksi.

»Muitten» puulajien (haavan ja lepän) vähentyminen sitä vastoin näyttäisi ilmeiseltä. Tämän yhteydessä on kuitenkin muistettava, että varsinkin pientä polttopuuksi kelpaavaa leppää hakataan maatiloilla huomattavat määrät varsinaisilta viljelysmailtakin (peltojen pientareilta, valtaojista, jopa peltojenkin ojista), pihoilta ja muualta tonttialueilta jne., eikä tällaisen metsätalouteen kuulumattoman maan puun tuotannon vaikutusta taselaskelmaan voida arvioida. Luonnollisesti se kuitenkin vaikuttaa heikentävästi laskelman osoittamaan lepän nopeaan vähentymiseen.

Vertaaminen valtakunnan metsien arviointeihin perustuvaan puustotaseeseen.

Ainoan numeerisen perustan kasvutaseen osoittamien tulosten luotettavuuden arvostelemiselle tarjoaa, kuten sanottu, valtakunnan metsien arviointien välisen ajan puustotase. Sen nojalla voidaan verrata toisiinsa kasvavissa puuvarastoissa tapahtuneita muutoksia. Vertaamalla taas näitä kasvutaseen osoittamiin muutoksiin, saadaan esille kuva siitä, minkälaisen luotettavuuden arvo eri taselaskelmilla on.

Toistensa rinnalle asetettuina osoittavat numerot asetelmassa XIII esitettyjä tuloksia.

XIII. Kasvutaseen ja puustotaseen vertailu.

	Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena			
Puuvarasto v. 1922	1 330.6	651.1	405.3	241.5	32.7
» » 1938	1 307.0	592.1	424.3	245.0	45.6
Väliaikana tapahtunut puuvaraston muutos (puustotase)	— 23.6	—59.0	+19.0	+3.5	+12.9
Metsien kasvu vv. 1923—1938	720.8	310.4	216.5	158.7	35.2
» poistuma » »	662.8	311.2	200.4	104.7	46.5
Puuvaraston muutos kasvutaseen mukaan	+ 58.0	—0.8	+16.1	+54.0	—11.3
Taseitten välinen erotus	81.6	58.2	2.9	50.5	24.2
» » » vuotta kohden	5.1	3.6	0.2	3.2	1.5
			%		
E.m. erotus alkuvarastosta (1922)..	6.1	8.9	0.7	20.9	74.0
» » vv:n 1923—1938 poistumasta	12.3	18.7	1.4	48.2	52.0
» » vv:n 1923—1938 kasvusta	11.3	18.8	1.3	31.8	68.8

Puustotaseen mukaan on metsien kuoreton kokonaiskuutiomäärä vähentynyt 24 milj. k-m³ ja kasvutaseen mukaan se on lisääntynyt 58 milj. k-m³. Taseitten osoittamien tulosten välinen erotus tekee siis 6.1 % alkuperäisestä puuvarastosta. Kummankin taseen mukaan pääpuulajien kohdalla on tapahtunut samansuuntainen muutos. Vaikkakin muutokset suuruudeltaan poikkeavat männyn ja koivun osalta toisistaan huomattavan paljon, ovat ne samansuuntaiset. Erikoisesti kuusta koskeva tulos taas on tullut kummassakin taseessa hyvin samanlaiseksi.

Se, että männyn ja koivun osalta on kasvutase saatu puustotasetta edullisemmaksi, sopii yhteen sen kanssa, mitä edellä on sanottu poistuman suuruuteen vaikuttavista systemaattisista virheistä. Kun taseitten väliset erot kuitenkin ovat merkittävät, voidaan myös ajatella jonkin virherajoihin mahtuvan tekijän päässeen vaikuttamaan puustotaseeseen päinvastaiseen suuntaan.

Näistä muistutuksista huolimatta on katsottava, että kysymyksen ollessa koko valtakunnan puuvaroissa runsaan puolentoista vuosikymmenen aikana tapahtuneista muutoksista, on taselaskelmien tuloksien kokonaisuudessaan sentään katsottava sopivan suurin piirtein yhteen. Voitaneenkin — tosin ilman sitovia perusteluja — olettaa, että metsien todellinen tase on löydettävissä jostakin tässä esitettyjen taseitten välimailta.[1])

Jos oletetaan, että todellinen kasvutase asettuu kasvu- ja puustotaseitten keskivaiheille, niin saadaan valtakunnan metsien arviointien väliselle ajalle sellainen tase kuin asetelma XIV osoittaa.

XIV. Puuvaraston muutos ajanjaksona 1923—1938 kasvu- ja puustotaseen keskimäärän mukaan.

Kaikkiaan	Mänty	Kuusi	Koivu	Muut
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena			
+ 17	— 30	+ 18	+ 29	± 0

Jos puustotaseen mukaan metsien puuvarastoissa tapahtuneita muutoksia voidaan käytännöllisesti katsoen pitää melko merkityksettöminä, tai ei ainakaan voida väittää tapahtuneen selviä tärkeitä muutoksia (vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 104 jss.), niin tämän keskimääräisen taselaskelman mukaan näyttävät muutokset sekä koko määrän että eri

[1]) Mitä tutkimusmenetelmiin liittyviin virhemahdollisuuksiin tulee, niin niitä on niin hyvin puun käyttötutkimusten kuin valtakunnan metsien arviointien osalla. Tämän vuoksi on hyvin ymmärrettävää, ettei eri teitä ole päästy aivan samaan tulokseen. Niistä seikoista, jotka käytötutkimusten puolella ovat johtaneet todellista pienempään puumäärään tai muuten aiheuttaneet virheitä, mainittakoon jo aiemmin esitettyjen seikkojen lisäksi (vrt. kappaletta: Puun käyttöä koskevien laskelmien luotettavuus) mm. seuraavat:

1. Muuntoluvut. Laskelmia varten on kaikki puumäärät ollut muunnettava todelliseksi, kiinteäksi, kuorettomaksi, tuoreeksi puuksi. Tärkeimmät muuntoluvut perustuvat kyllä hyvin laajoihin aineistoihin, niin että niihin ei tarkistavilla kokeilla enää ole saatu korjauksia, mutta tietysti virheen siemen sentään voi olla jäljellä.
2. Pinotavaran puulajisuhteet on suurelta osalta täytynyt arvioida silmävaraisesti.
3. Kotikäyttöä käsittävässä pinotavarassa on voinut jäädä oksapuuta ja ohuita runkojen latvaosia täsmällisesti toisistaan erottamatta.

Metsien arvioinnin puolella taas voidaan mainita esim. seuraavat häiriötä mahdollisesti aiheuttavat tekijät:

1. Kasvun ajoittainen vaihtelu (Yrjö Ilvessalo 1942, s. 150 jss.), joka voi aiheuttaa, että käytetty, tarkasteltavana olevan ajanjakson keskikasvu ei ole todellinen.
2. Kuutioimistaulut saattavat aiheuttaa häiriötä varsinkin, kun ne ovat olleet eri pohjalla valtakunnan metsien eri arvioinneissa.
3. Kasvun laskemisen kaava voi olla jossakin suhteessa häiriön aiheuttaja.

Huomautettakoon vielä, että kanto on eri tutkimusten yhteydessä huomioitu hiukan eri tavalla ja että maaseutuväestö käyttää suorastaan viljelyksiltä hakattua puuta.

puulajien osalta mitättömiltä. Mikäli muutoksista jotakin haluttaisiin päätellä, näyttää siltä, että kokonaisuuden kannalta on koivu astunut hieman vähentyneen männyn tilalle ja kuusivarat ovat vähäsen lisääntyneet.

Metsien poistuma ja kasvu vesistöalueittain toisiinsa verrattuina v. 1938.

Kuva kasvutaseesta jäisi epäselväksi ja puutteelliseksi, jollei lainkaan voitaisi vesistöalueittain osoittaa, miten kasvu ja poistuma suhtautuvat näitten alueitten puitteissa toisiinsa. Tätä suhdetta täytyy kuitenkin tyytyä tarkastelemaan yhden vuoden taseena, joten se on tehtävä aivan erikoisin varauksin. On nimittäin poistumaa koskevien, jo selostettujen virhemahdollisuuksien lisäksi muistettava myöskin se niinikään jo mainittu seikka, että poistuman kokonaismäärä vaihtelee vuosittain varsin paljon.

Puuttumatta yksityiskohtiin voitaneen kuitenkin pääasioista tehdä eräitä päätelmiä. Keskeisimpänä on tällöin kysymys siitä, missä vesistöalueissa ja minkä puulajin kohdalla — puun käytön huippuvuosiin luettavana v. 1938 — kasvutase on muodostunut negatiiviseksi ja missä se on voimakkaimmin positiivinen. Laskelman puutteista huolimatta sen nimittäin voidaan arvioida antavan valaisua siihen, missä maan osissa metsien käyttö on kehittynyt kenties liian rajuksi, ja missä hakkausmäärän lisääminen vielä yleensä näyttäisi olevan mahdollista.

Palautettakoon tässä kohdin mieleen, että käsillä olevan tutkimuksen mukaan oli v:n 1938 puun käyttöä vastaava metsien koko poistuma 41.84 milj. k-m³ ja kasvun vastaava määrä valtakunnan metsien toisen arvioinnin mukaan 45.70 milj. k-m³ (taulukot 12 ja 17). Laadittu kasvutase oli siis tutkimusvuoden kohdalla näiden numerojen valossa kasvuvoittoinen ja teki poistuma kasvusta 91.6 %. Koko maahan nähden oli siis muodostunut tyydyttävältä tuntuva »tase». Se oli koivun kohdalla edullisin (poistuma 75.8 % kasvusta), lähinnä edullisin kuusen kohdalla (poistuma 86.0 % kasvusta) ja lievästi positiivinen myös männyn kohdalla (94.3 %). Sitä vastoin se oli muitten puulajien (lepän ja haavan) osalta muodostunut vahvasti negatiiviseksi (poistuma 172.1 % kasvusta), mutta näiden puulajien suhteellisen pienien puumäärien vaikutus kokonaistaseeseen oli vähäinen.

Kuten odottaa saattoikin, ei kasvun suhde poistumaan ollut maan eri osissa samanlainen kuin keskimäärin koko maassa. Tämä suhde muodostui eräillä vesistöalueilla poistumavoittoiseksi ja toisilla taas keskimääräistä voimakkaammin kasvuvoittoiseksi (taulukko 17). Eri puulajien kohdalla vaihtelivat vesistöalueittaiset tulokset vielä melko voimakkaasti.

Kokonaiskäsityksen saamista asiasta helpottavat sen havainnollistamiseksi laaditut kartakkeet. Kaikkien puulajien yhteinen »kasvutase» (piirros 3) muodostui negatiiviseksi Kokemäenjoen läntisellä, Eteläisen rannikon ja

Saimaan pohjoisella vesistöalueella. Näillähän osoitettiin edellä metsien luovutusmäärän osuuden koko luovutusmäärästä olleen kasvun vastaavaan verrattuna suhteellisesti suuren. Samanlainen tulos saatiin myöskin Pohjanmaan pohjoisella vesistöalueella, missä metsien luovutusmäärä myös oli suhteellisen suuri sekä Kemin ja Tornio—Muoniojokien vesistöalueilla. Viimeksi mainittuihin ovat ratkaisevalla tavalla vaikuttaneet käyttöön kuulumattomat poistuman osat, sillä niissähän metsien luovutusmäärän osuus koko valtakunnan metsien luovutusmäärästä oli kasvuun verrattuna suhteellisen pieni. Tornio—Muoniojokien alueella on taseen negatiivisuus tullut jopa varsin voimakkaaksi (poistuma 154 % kasvusta).

Näillä vesistöalueilla kului niinmuodoin käsillä olevan tutkimuksen mukaan metsien puusto v:n 1938 puunkäytön suuruisen poistuman vallitessa enemmän kuin se kuutiokasvun välityksellä karttui. Metsien käyttö on siis — eri syistä — suuntautunut voimakkaimmin näille alueille. Tulos tuntuu olevan sopusoinnussa vallalla olleen yleisen käsityksen kanssa erityisesti Keski-Pohjanmaan käsittävän Pohjanmaan pohjoisen ja Saimaan pohjoisen vesistöalueen kohdalla. Yllättävältä se sitä vastoin tuntuu Kokemäenjoen läntisen ja Eteläisen rannikon vesistöalueen osalta. Onhan kuitenkin mahdollista, että käyttöpuun hankinta on näiltä vesistöalueilta osoittautunut niin helpoksi, että hakkuumäärä on kehittynyt metsävarojen edellyttämää suuremmaksi. Mainituilla alueilla joudutaan korkeasuhdanteitten sattuessa tai puun kysynnän muista syistä lisääntyessä tämän mukaan suhteellisen helposti metsien liikahakkaukseen (ks. S a a r i 1937).

Samaa tuskin voidaan sanoa negatiivista »kasvutasetta» osoittaneista maan pohjoispuoliskon vesistöalueista. Käyttämättä lahoava puumäärä ja hakkuutähteet ovat näet tämän alueen taselaskelmassa olennainen tekijä, ja varsinkin etäällä pääväylistä on vielä paljon vanhoja ja yli-ikäisiä metsiä, joiden hakkuukelpoinen puusto on runsas, mutta kasvu alhainen.

Positiivisimmaksi on v:n 1938 »kasvutase» saatu poikkeusasemassa olevien Jäämeren, Tuntsa—Oulankajokien ja Ahvenanmaan lisäksi Pohjanmaan eteläisellä, Päijänteen pohjoisella ja Lounaisen rannikon vesistöalueilla. Näillä siis metsien käyttö näyttää — kasvuun verrattuna — olleen valtakunnan keskimäärää lievempää.

M ä n n y n (piirros 4) kohdalla »tase» poikkeaa vain muutamissa kohdin maan keskimääräisestä. Se on Saimaan pohjoisella ja Kemijoen vesistöalueella muodostunut suhteellisen voimakkaasti negatiiviseksi sekä Kokemäenjoen läntisellä taas kaikkien puulajien yhteistä »tasetta» selvästi edullisemmaksi. Pieniä eroja viimeksi mainittuun verrattuna voidaan myös havaita Lounaisen rannikon, Pohjanmaan eteläisen, Oulun, Simo—Ii—Kiiminkijokien ja Tuntsa—Oulankajokien alueilla, mutta suurin piir-

tein kuva — kuten sanottu — muistuttaa varsin paljon kaikkien puulajien yhteistä tasetta.

Sitä vastoin suhteet k u u s e n kohdalla muodostuvat toisenlaisiksi (piirros 5). Tase osoittautui negatiiviseksi maan eteläpuoliskossa vain Pielisen vesistöalueella. Maan lounaisessa osassa, jopa Kokemäenjoen läntisellä vesistöalueellakin, missä kuusen luovutusmäärä oli varsin suuri, tase oli sittenkin melko edullinen, mutta heikkeni yleensä itään päin mentäessä.

Maan pohjoispuoliskossa oli Kemin ja Tornio—Muoniojokien alueitten lisäksi kuusen »kasvutase» suuresti negatiivinen Oulujoen vesistöalueella. Tulos viitannee voimakkaaseen kuusen hakkuuseen Kainuussa.

Kuten odotettavissa olikin, on kuva jälleen huomattavasti poikkeava k o i v u n kohdalla (piirros 6). Sen kasvutase muodostui negatiiviseksi maan lounaisessa ja eteläisessä osassa, nimenomaan Kokemäenjoen läntisellä ja Eteläisen rannikon vesistöalueella. Sitä vastoin on havaittavissa voimakas positiivinen piirre useilla Sisä- ja Itä-Suomen vesistöalueilla. Sama piirre on niinikään vahva yleensä maan pohjoispuoliskossa, jossa vain Tornio—Muoniojokien vesistöalueen tase on saatu hivenen negatiiviseksi.

M u i t t e n p u u l a j i e n (lepän ja haavan, piirros 7) kohdalla kuva poikkeaa kokonaan edellä tarkastelluista. Vain Simo—Ii—Kiiminkijokien alueella kasvutase tuli positiiviseksi. Erikoisesti on syytä panna merkille, että se maan lounaisimmassa osassa (Kokemäenjoen läntisellä, Lounaisen ja Eteläisen rannikon vesistöalueilla) on silmiin pistävän voimakkaasti negatiivinen.

Metsien poistuman ja kasvun välisen suhteen tarkastelusta eri vesistöalueilla ilmenee siis, että maan eräissä osissa päädytään — kaiketi lähinnä ainespuun ostojen helppouden vuoksi — metsien liikahakkuuseen helpommin kuin toisissa. Yllättävää on, että näitten osien joukkoon kuuluvat Pohjanmaan ja Saimaan pohjoisen vesistöalueitten lisäksi myöskin Kokemäenjoen läntinen ja Eteläisen rannikon vesistöalue.

Käytön ja poistuman jakaantuminen eri omistajaryhmien kesken vuosina 1929—1938.

Yleisiä näkökohtia ja laskelmien suoritus.

On erikoinen merkityksensä sillä, mitenkä metsien käyttö jakaantuu eri omistajaryhmien kesken. Onhan yleinen huomio jo ollut pitkiä aikoja kohdistuneena siihen, että yksityismetsien tila kärsii hakkuista yleensä eniten. Asian valaisemiseksi niin pitkälle kuin mahdollista yleisen käyttötutkimuksen pohjalla tehtiin käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä melkoinen määrä laskelmia.

Laskelmat kohdistettiin kuitenkin vain kymmenvuotiskauteen 1929—1938. Tämän ajanjakson eri vuosilta oli saatavissa eri omistajaryhmien osalta yhtenäisimmät tilastotiedot ja kun aika käsittää kutakuinkin tarkoin yhden suhdanneaallon, se tarjoaa melko otollisen perustan tarkastelulle. Luonnollisesti olisi ollut edullisempaa, jos olisi voitu tarkastelun kohteeksi ottaa tässäkin valtakunnan metsien arviointien välinen aika, mutta sitä varten ei ollut saatavissa riittäviä perustietoja.

Varmimpina lienee pidettävä L i n d f o r s i n keräämiin tilastoihin perustuvia tietoja y h t i ö i t t e n metsien luovutusmääristä. Hän on vuosittain julkaissut yleistä tunnustusta saaneet yhdistelmät (L i n d f o r s, eri vuosilta), mutta luovutti tätä tutkimusta varten myös alkuperäiset aineistonsa käytettäviksi.

Suunnilleen yhtä luotettaviksi on katsottava v a l t i o n metsien luovutusmääristä Metsätilastosta (eri vuosilta) saatavissa olevat tiedot. Näistäkin saatiin metsähallituksesta alkuaineistot käytettäviksi samoinkuin k i r k o l l i s v i r k a t a l o j e n (seurakuntien) metsien luovutusmääristäkin. Valtion metsiin liittyen saatiin edelleen Metsätieteelliseltä tutkimuslaitokselta tiedot sen hallinnassa olevista kokeilualueista. Näitten omistajien luovuttamista puumääristä (= luovutusmääristä) voidaan sanoa saadun käsillä olevaa tutkimusta varten yhtenäiset tiedot.

Laskelman heikoksi kohdaksi muodostui suurin, y k s i t y i s m e t s i e n luovutusmäärä. Siitä perustietoina käytettävissä olleitten metsänhoitolautakuntien hakkuutilastojen epäluotettavuus on yleisesti tunnettu

(ks. esim. Saari 1934, s. 197 jss., Keskusmetsäseura Tapion ja metsänhoitolautakuntien toiminta, eri vuosilta, Pelttari 1935 jne.). Kun muutakaan tietolähdettä ei ollut saatavissa, oli tätä kuitenkin käytettävä. Tämän työn yhteydessä jätettiin lautakuntien tilastoihin sisältyvien yhtiöitten metsien hakkuut aineiston ulkopuolelle. Näin yksityismetsien hakkuumääriä osoittaviin numeroihin jäivät sitältymään varsinaisten yksityismetsien ja kunnallismetsien metsänhoitolautakunnille ilmoitetut hakkuumäärät.

Kertyneitten tietojen mukaan oli kymmenvuotiskautena 1929—1938 metsistä käyttöön poistettu puumäärä keskimäärin vuotta kohden omistajaryhmittäin seuraavanlainen:

XV. Tilastojen osoittamat omistajaryhmittäiset luovutusmäärät.

	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena
1. Yhtiöitten metsät	3 320 000
2. Valtion »	3 968 000
3. Kirkollisvirkatalojen metsät	340 000
4. Yksityis- (ja kunnallis-) »	12 747 000
Yhteensä	20 375 000

Loppusummasta puuttuvat metsänomistajien omassa taloudessaan käyttämä puu sekä se yksityismetsistä järkiperäisissä harvennuksissa poistettu puumäärä, josta hakkauttaja ei ole yksityismetsälain mukaan ollut velvollinen tekemään metsänhoitolautakunnalle ilmoitusta.

Kun varsinkaan viime mainitusta puumäärästä ei ajalta 1929—1938 ole saatavissa tietoja, käy mahdottomaksi pyrkiä täsmällisinä pidettäviin laskelmiin. Laskelmaa voidaan siis kehittää edelleen vain karkeissa puitteissa.

Maaseutuväestön käyttämästä puumäärästä on ollut yhtiöitten, valtion ja kirkollismetsistä lähtöisin vain 0.2—0.3 milj. k-m³ vuosittain, mikä tekee 0.6—0.8 % maaseutuväestön käyttämästä koko puumäärästä. Käytännöllisesti katsoen tämä suuri käyttöerä (12.31 milj. k-m³), on siis lähtöisin yksityismetsistä. (Mainittuun määrään sisältyy siis sekä metsänomistajien oma kotikäyttö että maaseudun muun väestön käyttö.) Melko varmaa on, ettei siihen sisälly sellaisia puumääriä, joista hakkauttaja olisi ollut velvollinen tekemään metsänhoitolautakunnalle ilmoituksen. Koko määrän voidaan käytännössä siis katsoa kuuluvan yksityismetsien luovutusmäärään sen luontoisesti, ettei siitä mitään osaa sisälly edellä esitettyihin numeroihin.

Suoritettujen tarkistavien selvitysten nojalla on päädytty siihen, että esitetyt yhtiöitten, valtion ja kirkollismetsien luovutusmäärät ovat todel-

liset. Yksityismetsien todellinen luovutusmäärä voidaan siis likipitäen selvittää tarkasteltavana olevan 10-vuotiskauden todellisen kokonaiskäytön ja juuri mainittujen kolmen omistajaryhmän yhteenlasketun luovutusmäärän erona.

Jos näin ollen 10-vuotiskauden koko käytön määrästä vähennetään äsken mainittu maaseutuväestön puun käyttö, saadaan asetelman XV loppusummaa vastaava jäännös. Tähän sisältyy huomattava määrä sellaista puuta, jota yksityiset metsänomistajat hakkauttajina eivät yksityismetsälain mukaan ole velvollisia ilmoittamaan metsänhoitolautakunnille. Tämän huomioon ottaen erän täytyy käytännöllisesti katsoen olla rinnastettavissa markkinoitten kautta kulkeneeseen puuhun. Siihen sisältyy tosin myös teollisuuslaitosten, liikennelaitosten, kaupunki- ja maalaiskuntien jne. omista metsistään omiin tarpeisiinsa hankkimaa puuta, mutta sen merkitys on varsin mitätön.

Kun koko puun käyttö oli 10-vuotiskautena 1929—1938 vuotta kohden keskimäärin 37.00 milj. k-m^3 kuoretta, tuoreena ja maaseutuväestön käyttö äsken mainittu 12.31 milj. k-m^3, samoin kuoretta, tuoreena, on niitten erotus 24.69 milj. k-m^3. Tämä määrä on 4.32 milj. k-m^3 suurempi asetelmassa XV esille saatua kaikkien metsien luovutusmäärää.[1]) Tämä ero kuuluu siis yksityismetsistä markkinoille toimitettuun puumäärään asetelmaan XV merkityn 12.75 milj. k-m^3:n lisäksi. Lisättävä erä on kokonaista 33.9 % metsänhoitolautakuntien tilastoihin saadusta puumäärästä.

Lukua koskeva tarkistus saadaan P e l t t a r i n suorittamista tutkimuksista hakkuukaudelta 1933—1934 (1935). Hänen mukaansa suomenkielisille metsänhoitolautakunnille ilmoitetuista hakkuumääristä puuttui po. hakkuukautena 31.1 %.

Tällainen erotus prosenttiluvuissa oli odotettavissakin. Edellä selostetun laskelman tietä saatuun yksityismetsien luovutusmäärään sisältyvät nimittäin myös yhteismetsien ja sellaisten valtion omistamien metsien luovutusmäärät, joista metsähallituksessa ei ole tilastoja. Viimeksi mainittuihin kuuluvat:

1. Virkatalojen haltijan nautinnassa olevat valtion virkatalojen metsät, 2. Maatalousministeriön asutusasiainosaston alaiset metsät, 3. Maatalous-hallituksen (välittömästi) alaiset metsät, 4. Sisäasiainministeriön hallinnassa olevat metsät, 5. Sosiaaliministeriön hallinnassa olevat metsät, 6. Vankeinhoitoviraston hallinnassa olevat metsät, 7. Valtion rautateitten hallinnassa olevat metsät, 8. Lääkintöhallituksen alaisten laitosten hal-

[1]) Kymmenvuotiskauden 1929—1938 metsien luovutusmäärä ei käsitä täsmälleen samoja puueriä kuin tuon aikakauden puun käyttö, mutta näin pitkän ajan ollessa kysymyksessä voidaan puun käyttö ja metsien luovutusmäärä kuitenkin arvioida yhtä suuriksi.

linnassa olevat metsät ja 9. Maatalouden koe- ja tutkimustoiminnan hallinnassa olevat metsät. (Ks. esim. Erkkilä 1940.)

Luetteloon merkityt ryhmät 3—9 edustavat mitättömiä metsäaloja. Yhteismetsät ja virkatalojen haltijan nautinnassa olevat valtion virkatalojen metsät muodostavat yhteensä valtavan pääosan näistä. Kun ne liittyvät tai kytkeytyvät yksityiseen metsän omistukseen ja käyttöön, sopii hyvin liittää niitten luovutusmääräkin yksityismetsien luovutusmäärään.

Edellä selostetulla tavalla toisistaan erilleen saadut omistajaryhmittäiset luovutusmäärät kerättiin alkuaineistosta päävesistöalueittain. Samoin saatiin eri omistajaryhmien luovutusmääristä tiedot myös puulajeittain.

Ehkä mielenkiintoisimpana on kuitenkin pidettävä laskelmaa, joka osoittaa omistajaryhmittäin koko poistuman suhdetta kasvuun eli jonkinlaista omistajaryhmittäistä kasvutasetta. Sen laatimisessa jouduttiin suorittamaan laskelmia, joita varten oli osittain turvauduttava asiantuntemukseen perustuviin arvioihin. Käytettyjen keinojen periaatteet selostetaan lyhyesti seuraavassa.

Hakkuutähteitten koko määrä (taulukko 13) ajalta 1929—1938 jaettiin eri omistajaryhmien kesken käyttämällä perustana v:n 1938 eri omistajaryhmien keskimääräisiä hakkuutähdeprosentteja. Maan pohjois- ja eteläpuoliskon vesistöalueitten kesken jaettiin yhtiöitten ja seurakuntien hakkuutähdemäärät luovutusmäärien suhteessa. Valtion ja yksityismetsien osalta taas kerrottiin maan pohjoispuoliskon osuutta edustava luku kahdella, ja siten otettiin huomioon näitten omistajaryhmien keskimääräisten hakkuutähdeprosenttien suhteellinen ero Suomen eri puoliskojen välillä.

Uittohäviön koko määrä (taulukko 14) ajalta 1929—1938 jaettiin eri omistajaryhmien kesken samassa suhteessa kuin luovutusmäärätkin jakaantuivat. Tällöin jätettiin kuitenkin huomioimatta maaseutuväestön puun käyttö sekä se puumäärä, joka ei sisältynyt metsänhoitolautakuntien tilastoihin.

Käyttämättä lahoavan koko määrä (taulukko 15) ajalta 1929—1938 jaettiin ensin maan etelä- ja pohjoispuoliskon vesistöalueitten kesken laskemalla eteläpuoliskolle hivenen suurempi osuus kuin v. 1938 oli saatu. Kummassakin puoliskossa jaettiin saadut määrät edelleen eri omistajaryhmien kesken kasvullisen metsäalan jakaantumisen suhteen nojalla. Tällöin kuitenkin arvioitiin, että valtion metsiin jää hehtaaria kohden keskimäärin 4 kertaa ja yhtiöitten sekä seurakuntien metsiin 2 kertaa enemmän puuta paikalleen lahoamaan kuin yksityismetsissä.

Metsien kasvuksi merkittiin valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulos, jonka Ilvessalo myös on selvittänyt omistajaryhmittäin ja päävesistöalueittain (Yrjö Ilvessalo 1942).

Tulokset ja niitten tarkastelu.

Luovutusmäärä omistajaryhmittäin.

Keskimääräinen 10-vuotiskauden 1929—1938 vuotuinen käyttö (luovutusmäärä) jakaantui eri omistajaryhmien osalle lopullisesti asetelman XVI osoittamalla tavalla.

XVI. Luovutusmäärä omistajaryhmittäin keskimäärin vuodessa ajanjaksona 1929—1938.

		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena	%
1. Yhtiöitten metsät		3.32	*9.0*
2. Valtion »		3.97	*10.7*
3. Seurakuntien metsät		0.34	*0.9*
4. Yksityismetsät			
»markkinapuu» [1])	17.06 milj. k-m³		
»kotitarvepuu» [1])	12.31 » »	29.37	*79.4*
	Yhteensä	37.00	*100*

Tuloksen mukaan on yksityismetsien luovutusmäärä (kunnallismetsät mukaan luettuina) ollut muihin omistajaryhmiin verrattuna huomiota herättävän suuri. Tarkastelun kohteena olevana 10-vuotiskautena, joka samalla on valtakunnan itsenäisyysajan toinen vuosikymmen, on sen mukaan kaikesta, maassa erilaisiin tarkoituksiin käytetystä puusta ollut $^4/_5$ lähtöisin yksityismetsistä. Samalla kertaa on valtion ja yhtiöitten metsien osuus supistunut n. 10 %:iin ja kirkollismetsien vain n. 1 %:iin.

Vertaaminen eri omistajaryhmien metsävaroihin osoittaa, minkälaisessa suhteessa luovutusmäärät ovat niihin. Tarkastelussa voidaan käyttää perustana asetelmassa XVII esitettyjä lukuja.

Yksityismetsien luovuttama puumäärä on siis ollut suhteellisesti paljon suurempi kuin niitten osuus metsävaroista olisi edellyttänyt.

Tällaiselta näyttää asia, kun sitä tarkastellaan ottamalla koko maa yhtenä kokonaisuutena ja kaikki puulajit yhdessä. Sama suunta on kuitenkin vallalla maan eri osa-alueittenkin sekä eri puulajien kohdalla. Tämän osoittavat jäljempänä esitettävät tulokset.

Tulosten osoittamalla asiantilalla on luonnolliset syynsä. Kilpailu puusta on yleisen suunnan mukaan jatkuvasti vilkastunut. Sitä on ollut helpointa toimittaa kulutukseen ja maailman markkinoille lähinnä markkinapaikkoja olevista metsistä ja yksityismetsät ovat tällöin sijaintinsa

[1]) Sana ei ole tässä aivan oikea, mutta edellä selostetun jälkeen kuitenkin helpottanee lukijaa muistamaan, mistä on kysymys.

XVII. Eri omistajaryhmien metsätaloudellisten suhteitten vertailua.

Omistajaryhmä	Kasvullinen metsäala	Puuvarasto kuorineen	Tukkipuurunkoja (Dl. 3 = 20.0+) kpl.	Kuutiokasvu	Luovutusmäärä (käyttöön tullut puu)
	Kokonaismäärästä %				
Yhtiöitten metsät	8.4	10.0	10.2	10.7	9.0
Valtion »	33.7	33.1	37.9	20.9	10.7
Seurakuntien metsät	1.0	1.4		1.4	0.9
Kunnallis- »	1.6	1.9	51.9	2.1	79.4
Vars.[1]) yksityismetsät ...	55.3	53.6		64.9	
Yhteensä	100	100	100	100	100

vuoksi tulleet suurimman toimeliaisuuden kohteiksi. Toiselta puolen niitten omistajat, jotka vain harvoissa tapauksissa harjoittavat metsätaloutta ns. pitkällä tähtäimellä, ovat varsin alttiita houkutuksille saada metsää myymällä helposti rahaa. Metsien tuotannon säilyttämiseen ei tällöin tulla niinkään kiinnittäneeksi huomiota kuin pitemmällä tähtäimellä metsätaloutta harjoittavien yhtiöitten ja valtion metsissä. Että yksityismetsiin jo onkin tullut valtakunnan laajoissa osissa metsien tilaa heikentäneitten hakkuitten jälkiä, on Ilvessalo osoittanut valtakunnan metsien toisen arvioinnin tuloksilla. Nämä seikat viittaavat siihen, että tarvitaan voimakasta, määrätietoista toimintaa yksityismetsätalouden kohdalla puun tuotannon ja metsien käytön saattamiseksi vakavalle, kestävän metsätalouden edellyttämälle pohjalle.

Kun kaiken tämän yhteydessä muistetaan metsätalouden keskeinen asema maamme talouselämässä, tulee eteen suorastaan korostettu kuva yksityismetsätalouden osuudesta siinä. Perimmältäänhän tuntuu metsätalouden vaikutus valtakunnan talouselämässä sen puumäärän suuruuden voimalla, jonka metsät vuosittain luovuttavat käyttöön. Kun tästä puumäärästä on $^4/_5$ irroitettu yksityismetsistä, on yksityismetsätalouden panos talouspoliittisena voimatekijänä suorastaan ratkaiseva.

Vesistöalueryhmittäiset ja puulajeittaiset tulokset.

Ne tulokset, jotka on tarkasteltavana olevassa asiassa saatu esille vesistöalueittain, on koottu vesistöalueryhmittäin taulukkoon XVIII. Jo yleissilmäyksellä on pantavissa merkille, että ne tukevat varsin johdonmukaisesti edellisessä kappaleessa esitettyjä tuloksia ja päätelmiä.

Kautta maan — Jäämeren vesistöaluetta lukuunottamatta — ovat yksityismetsät luovuttaneet käyttöön tulleen puun pääosan. Tuntuu jossakin

[1]) Vars. yksityismetsiin on tässä luettu sivujen 57 ja 58 taitteessa mainitut pienet ryhmät toisin kuin valtakunnan metsien toisessa arvioinnissa (vrt. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 11).

määrin yllättävältä, että näin on ollut asianlaita myös Pohjois-Suomen vesistöalueilla, valtion metsien osuuden noustua Tornio—Muoniojokien, Kemijoen ja Tuntsa—Oulankajokien alueella vain runsaaseen ja Oulusekä Simo—Ii—Kiiminkijokien alueella vajaaseen kolmannekseen. Maan eteläpuoliskossa on yksityismetsien luovutusmäärä yleensä käsittänyt yli 80 % käyttöön tulleesta puusta ja Pohjanmaalla sekä valtakunnan lounaisimmassa osassa on sadannes ylittänyt 90:n.

Tehtäessä vertailuja luovutusmäärän ja kasvun jakaantumisesta eri omistajaryhmien kesken, on todettava, että yksityismetsien luovutusmäärän osuus koko luovutusmäärästä on kaikkialla suurempi kuin kasvun osuus koko kasvusta. Maan eteläpuoliskossa tämä osuuden enemmyys pysyttelee yleensä pienenä, mutta suurenee voimakkaasti pohjoiseen päin. Valtion metsien kohdalla on tilanne päinvastainen ja Pohjois-Suomessa taas valtion metsien kasvun osuus kokonaiskasvusta on paljon suurempi kuin luovutusmäärän osuus koko luovutusmäärästä. Yhtiöitten metsien osalta on suunta sama kuin valtion metsienkin.

Jos vielä kiinnitetään huomiota siihen, mitenkä eri omistajaryhmien koko luovutusmäärä jakaantuu — kasvuun verrattuna maan eri osien kesken — on siinäkin pantava merkille vastakkaiset suunnat valtion ja yksityismetsien välillä.

Yleinen suunta on siis ollut kautta maan samantapainen. Yksityismetsien hakkuut ovat tulosten mukaan varsinkin valtion metsien hakkuihin verrattuina olleet suhteellisen raskaat. Etenkin ne ovat olleet sitä Pohjois-Suomessa, jossa suurien vedenjakajien itä- ja pohjoispuolella olevien valtion metsien huonolla puun menekillä myös on erikoinen osuutensa asiassa. Huomiota herättävänä seikkana on varsinkin pidettävä Pohjois-Suomen yksityismetsien kasvua selvästi suurempaa ja siis liikahakkuuseen viittaavaa luovutusmäärää, sekä vastakohtana säästyneitä valtion metsiä.

P u u l a j e i t t a i n omistajaryhmittäisiä luovutusmääriä osoittavat tulokset on koottu taulukkoon XIX. Huomio kiintyy valtion ja yksityismetsien luovutusmäärien erilaisuuteen. Edellisen luovutusmäärissä on männyllä paljon suurempi osuus (59.4 %) kuin yksityisillä (45.3 %) ja päinvastoin taas koivulla pienempi (valtio 6.2 %, yksityiset 14.7 %). Yhtiöitten metsien luovutusmäärän rakenne on asettunut näitten kahden ääritapausten välille, kuitenkin sillä poikkeuksella, että koivun osuus on yhtiöitten metsien luovutusmäärässä saatu selvästi korkeimmaksi (20.7 %).

Tulos on sopusoinnussa eri omistajaryhmien metsävarojen puulajijakaantumisen kanssa. Kun samalla otetaan huomioon, että valtion metsien koivun puustosta ja kasvusta tulee yli $^2/_3$ maan pohjoispuoliskon osalle (voimatta yleensä tulla käyttöön), vaikuttavat esille saadut, luovutusmäärän puulajijakaantumista osoittavat luvut varsin todellisuuspohjaisilta.

XVIII. Eri omistajaryhmien metsien luovutusmäärä keskimäärin vuotta kohden vv. 1929—38 verrattuna kasvuun.[1]) Vesistöalueryhmittäin.

XVIII. The delivered quantities of the forests of different owner groups per year in 1929—38 compared with the growth.[1]) According to water-system areas.

Vesistöalueryhmä *Group of water-system area*	Kaikkiaan *Total*		Yhtiöt *Companies*		Valtio *State*		Yksityiset (ynnä seurakunnat ja kunnat) — *Private forests (and those of congregations and communes)*	
	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*
	1 000 tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *1 000 act. solid cub. m. green wood excl. bark*							
I. Ahv. Lr. Er. ..	3 619	4 480	190	224	60	224	3 369	4 032
	9.8	*9.8*	*5.7*	*4.6*	*1.5*	*2.4*	*11.3*	*12.7*
	100	**100**	**5.3**	**5.0**	**1.7**	**5.0**	**93.0**	**90.0**
II. Ko (E), Ko (W)	4 993	5 290	391	741	274	423	4 328	4 126
	13.5	*11.6*	*11.8*	*15.1*	*6.9*	*4.6*	*14.6*	*13.1*
	100	**100**	**7.8**	**14.0**	**5.5**	**8.0**	**86.7**	**78.0**
III. Pä (S), Pä (N) .	5 831	7 310	592	804	207	439	5 032	6 067
	15.7	*16.0*	*17.8*	*16.3*	*5.2*	*4.8*	*16.9*	*19.2*
	100	**100**	**10.2**	**11.0**	**3.5**	**6.0**	**86.3**	**83.0**
IV. Sa (S), Sa (N), Piel.	7 896	9 040	1 529	2 079	653	904	5 714	6 057
	21.4	*19.8*	*46.0*	*42.3*	*16.5*	*9.8*	*19.3*	*19.2*
	100	**100**	**19.3**	**23.0**	**8.3**	**10.0**	**72.4**	**67.0**
V. Kr, P-La	4 704	5 710	325	571	605	685	3 774	4 454
	12.7	*12.5*	*9.8*	*11.6*	*15.2*	*7.5*	*12.7*	*14.1*
	100	**100**	**6.9**	**10.0**	**12.9**	**12.0**	**80.2**	**78.0**
VI. Po (S), Po (N)..	4 292	4 840	86	145	274	629	3 932	4 066
	11.6	*10.6*	*2.6*	*3.0*	*6.9*	*6.8*	*13.2*	*12.9*
	100	**100**	**2.0**	**3.0**	**6.4**	**13.0**	**91.6**	**84.0**
VII. Oul., S-I-K	2 821	3 900	182	351	765	1 989	1 874	1 560
	7.6	*8.5*	*5.5*	*7.1*	*19.3*	*21.7*	*6.3*	*4.9*
	100	**100**	**6.5**	**9.0**	**27.1**	**51.0**	**66.4**	**40.0**
VIII. T-M, Ke, Tu-O	2 709	3 780	25	[2])	1 047	2 608	1 637	1 172
	7.3	*8.3*	*0.8*	—	*26.4*	*28.4*	*5.5*	*3.7*
	100	**100**	**0.9**	—	**38.7**	**69.0**	**60.4**	**31.0**
IX. J	135	1 350	—	—	83	1 283	52	67
	0.4	*2.9*	—	—	*2.1*	*14.0*	*0.2*	*0.2*
	100	**100**	—	—	**61.5**	**95.0**	**38.5**	**5.0**
Yhteensä — *Total*	37 000	45 700	3 320	4 915	3 968	9 184	29 712	31 601
	100	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
	100	**100**	**9.0**	**10.7**	**10.7**	**20.9**	**80.3**	**68.4**
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *The water-system areas of southern Finland*	31 335	36 670	3 113	4 564	2 073	3 304	26 149	28 802
	84.7	*80.2*	*93.8*	*92.9*	*52.2*	*36.0*	*88.0*	*91.1*
	100	**100**	**10.0**	**12.4**	**6.6**	**9.0**	**83.4**	**78.6**
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *The water-system areas of northern Finland*	5 665	9 030	207	351	1 895	5 880	3 563	2 799
	15.3	*19.8*	*6.2*	*7.1*	*47.8*	*64.0*	*12.0*	*8.9*
	100	**100**	**3.7**	**3.9**	**33.4**	**65.1**	**62.9**	**31.0**

[1]) Kasvua koskevat luvut on laskettu Yrjö Ilvessalon julkaisun (1942) s. 344 olevan taulukon 78 prosenttilukujen mukaan, jotka jonkin verran pyöristettyinä johtavat vähäsen saman julkaisun taulukon 77 loppuluvuista poikkeavaan tulokseen. — [1]) *The figures regarding the growth have been calculated according to the per cent figures of table 78 on page 344 of the publication of Yrjö Ilvessalo (1942). These per cent figures, a little rounded, lead to a result, which does not differ much from the final figures in table 77 of the same publication.*

[2]) Sisältyy yksityismetsien kasvuun. — [2]) *Is included in the growth of private forests.*

XIX. Käyttöön tulleen puun (luovutusmäärän) jakaantuminen eri omistajaryhmien kesken puulajeittain.

XIX. Distribution of the wood supplied for use (delivered quantity) between the different owner groups, according to the species of trees.

Puulaji *Tree species*	Kaikkiaan *Total*		Yhtiöt *Companies*		Valtio *State*		Yksityiset (ynnä seurakunnat ja kunnat) — *Private forests (and those of congregations and communes)*	
	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*	Käyttö (luovutusmäärä) *Use (delivered quantity)*	Kasvu *Growth*
	1 000 tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *1 000 act. solid cub. m. green wood excl. bark* %							
Mänty — *Pine*	17.27	19.09	1.46	2.04	2.36	4.74	13.45	12.31
	46.7	*41.8*	*44.1*	*41.7*	*59.4*	*49.7*	*45.3*	*39.4*
	100	**100**	**8.4**	**10.7**	**13.7**	**24.8**	**77.9**	**64.5**
Kuusi — *Spruce*	11.50	14.81	1.02	1.73	1.31	2.77	9.17	10.31
	31.1	*32.4*	*30.7*	*35.3*	*33.0*	*29.1*	*30.8*	*33.0*
	100	**100**	**8.9**	**11.7**	**11.4**	**18.7**	**79.7**	**69.6**
Koivu — *Birch*	5.30	9.54	0.69	0.96	0.24	1.81	4.37	6.77
	14.3	*20.9*	*20.7*	*19.6*	*6.2*	*19.0*	*14.7*	*21.6*
	100	**100**	**13.0**	**10.1**	**4.5**	**19.0**	**82.5**	**70.9**
Muut — *Other tree species*	2.93	2.26	0.15	0.17	0.06	0.21	2.72	1.88
	7.9	*4.9*	*4.5*	*3.4*	*1.4*	*2.2*	*9.2*	*6.0*
	100	**100**	**5.1**	**7.5**	**2.0**	**9.3**	**92.9**	**83.2**
Yhteensä — *Total*	37.00	45.70	3.32	4.90	3.97	9.53	29.71	31.27
	100	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
	100	**100**	**9.0**	**10.7**	**10.7**	**20.9**	**80.3**	**68.4**

Poistuma omistajaryhmittäin verrattuna kasvuun.

Esitettyjen, luovutusmääriä koskevien tulosten ei vielä tarvitse merkitä sitä, että jonkin omistajaryhmän metsissä — ts. yksityismetsissä — olisi tapahtunut liikahakkuuta (ks. esim. Saari 1937) ja taas toisen omistajaryhmän — lähinnä valtion — kohtuutonta metsävarojen säästämistä. Tähän seikkaan voidaan vasta saada valaisua, kun verrataan metsien koko poistumaa kasvuun omistajaryhmittäin.

Edellä selostetulla tavalla lasketut omistajaryhmittäistä poistumaa osoittavat tulokset on merkitty kasvun rinnalle taulukkoon XX.

Kiinnitettäköön aluksi huomiota luovutusmäärään kuulumattomaan poistuman osaan. Sekä hakkuutähteitä että käyttämättä lahoavaa puuta on näet jäänyt suhteellisesti eniten valtion metsiin ja tämä erä on vaikuttanut olennaisesti näitten kokonaispoistumaan, mikä on erikoisesti tuntunut Pohjois-Suomen kohdalla.

Laskelman lopputulos on, että sekä yhtiöitten että valtion ja seurakuntien metsien poistuma on ollut kasvua selvästi pienempi. Puuvarastojen lisäystä olisi siis vv. 1929—1938 pitänyt muodostua näitten omistajaryhmien metsiin. Erikoisesti on pantavissa merkille vahvasti kasvuvoittoinen valtion metsien tase ja se on pohjoispuoliskon osalta eteläpuoliskon kasvutasetta aktiivisempi. Yhtiöitten metsien kohdalla voidaan erikoisesti panna merkille eteläpuoliskon varsin edullinen tase.

Yksityismetsien kasvutase on muodostunut edellä mainituista selvästi poikkeavaksi. Tosin poistuma on laskelman mukaan ylittänyt kasvun koko valtakunnan alueella vain 1.2 %, mikä merkitsee likimääräistä tasapainotilaa. Kuitenkin ilmenee, että tuo likimääräinen tasapainotila koskee vain maan eteläpuoliskoa, mutta pohjoispuoliskossa on tase sitä vastoin muodostunut voimakkaasti (31.8 %) poistumavoittoiseksi. Ja tämän seikan voitaneen sanoa viittaavan siihen, että tilanne on Pohjois-Suomen yksityismetsätalouden kohdalla huolestuttava.

Suurpiirteisenä loppupäätelmänä omistajaryhmittäisestä kasvutaseesta voidaan edellä esitetyn perusteella sanoa, että kasvutase ei anna aihetta huolestumiseen muuta kuin yksityismetsien kohdalla. Tuoton suurentamiseen tarvittavan puuvaraston lisäämiseen ei niissä enää päästäne tasapainoisenkaan kasvutaseen avulla. Tase on saatava positiiviseksi niinkuin muittenkin omistajaryhmien metsissä, jos mieli saada yksityismetsät täyttämään tehtävänsä talouselämässämme.

Yksityismetsien kasvutasetta tarkastellaan jäljempänä eri metsänhoitolautakuntien piirien puitteissa vielä lähemmin.

Tämä omistajaryhmittäistä metsien luovutusmäärää ja kasvutasetta koskeva esitys on jäänyt melko ylimalkaiseksi. Siinä on kosketeltu vain tilaston perusteella esille saatuja, pääpiirteisiä tosiasioita, joitten esittämiseen aineiston tarjoama pohja on riittävä. Pidettäneen puutteena, ettei ole kiinnitetty kuin sivumennen huomiota niihin kehityshistoriallisiin tekijöihin ja muihin syihin, joitten vaikutuksesta tällaisiin numeroihin on johduttu ja jotka tekevät ne ymmärrettäviksi. Menettelyyn on syynä ollut ennen kaikkea pyrkimys suppeaan ja keskitettyyn esitykseen.

Lienee kuitenkin paikallaan näitten tekijöitten ja syitten maininta muutamalla sanalla. Yksityismetsätalouden suhteellisen suuri vapaus maassamme on vallinneen liberaalin talouselämän aikana tarjonnut perimmäisen pohjan maatilametsien voimakkaalle hakkaamiselle. Niitten puustojen lisäämiseksi tarkoitettu valtakunnallinen suunnitelma — jonkinlainen metsänhoitopakko — ei ole missään muodossa saanut lähinnä metsänomistajien hyväksymistä. Näin on jäänyt toteuttamatta sellainen yksityismetsien käytön »itsesäännöstely», joka vastaisi valtion, yhtiöitten ja eräitten yhteisöjen metsätalouden järjestelyä. Yksityismetsien käytön suhteen ovat siis pysyneet ratkaisevan vaikutusvoimaisina ne näkökohdat, jotka metsänomistajien mielestä ovat heistä tuntuneet yksityis-

XX. Poistuma vv. 1929—38 keskimäärin vuotta kohden verrattuna kasvuun. Omistajaryhmittäin.

XX. Removal in 1929—38 on an average per year compared with the growth. In owner groups.

Koko valtakunta. — *The whole country.*

Omistajaryhmä *Owner group*	Poistuma kasvusta *Removal from the growth*	Kasvu (valtak. metsien II arvioinnin mukaan) *Growth (according to the second national forest survey)*		Koko poistuma *Total removal*		Hakkuutähteet, uittohäviö, käyttämättä lahoava *Logging waste, loss in floating, rotting unused*		Luovutusmäärä (käyttöön tullut puu) *Delivered quantity (wood supplied for use)*	
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*							
	%	%		%		%		%	
Yhtiöitten metsät— *Forests belonging to companies* ..	75.5	*10.7*	4.90	*9.0*	3.7	*8.1*	0.34	*9.0*	3.32
Valtion metsät — *State forests*	64.0	*20.9*	9.53	*14.8*	6.1	*51.2*	2.14	*10.7*	3.97
Seurakuntien metsät — *Forests belonging to congregations*	62.5	*1.4*	0.64	*1.0*	0.4	*0.7*	0.03	*0.9*	0.34
Kunnallismetsät — *Communal forests*	101.2	*2.1*	0.96	*75.2*	31.0	*40.0*	1.67	*79.4*	29.37
Varsinaiset yksityismetsät — *Private forests proper*		*64.9*	29.67						
Yhteensä — *Total*	90.2	*100*	45.70	*100*	41.2	*100*	4.18	*100*	37.00
Suomen eteläpuolisko — *The southern half of Finland*									
Yhtiöitten metsät— *Forests belonging to companies* ..	75.1	*12.5*	4.53	*10.2*	3.4	*14.7*	0.30	*9.9*	3.11
Valtion metsät — *State forests*	68.5	*10.0*	3.65	*7.5*	2.5	*20.1*	0.41	*6.7*	2.08
Seurakuntien metsät — *Forests belonging to congregations*	80.0	*1.4*	0.50	*1.2*	0.4	*1.5*	0.03	*1.0*	0.32
Kunnallismetsät —*Communal forests*	97.9	*1.9*	0.70	*81.1*	27.1	*63.7*	1.30	*82.4*	25.83
Varsinaiset yksityismetsät — *Private forests proper*		*74.2*	26.97						
Yhteensä — *Total*	91.9	*100*	36.35	*100*	33.4	*100*	2.04	*100*	31.34
Suomen pohjoispuolisko — *The northern half of Finland*									
Yhtiöitten metsät —*Forests belonging to companies* ..	81.1	*3.9*	0.37	*3.8*	0.3	*1.8*	0.04	*3.7*	0.21
Valtion metsät — *State forests*	61.2	*62.9*	5.88	*46.2*	3.6	*80.9*	1.73	*33.4*	1.89
Seurakuntien metsät — *Forests belonging to congregations*	16.4	*1.5*	0.14	*(0.03)*	(0.023)	*(0.05)*	(0.003)	*0.4*	0.02
Kunnallismetsät —*Communal forests*	131.8	*2.8*	0.26	*50.0*	3.9	*17.3*	0.37	*62.5*	3.54
Varsinaiset yksityismetsät — *Private forests proper*		*28.9*	2.70						
Yhteensä — *Total*	83.4	*100*	9.35	*100*	7.8	*100*	2.14	*100*	5.66

taloudellisesti edullisimmilta, olkoonkin, että pitkällä tähtäimellä asia olisi päinvastainen.

Ajatus omien metsiensä tuoton kohottamisesta on sitä vastoin saanut yhtiöitten taholta varsin suotuisan vastaanoton. Ja sitä on määrätietoisesti siellä myös toteutettu puuvarastoja kartuttamalla eli siis huolehtimalla, että poistuma ei ole noussut kasvun suuruiseksi.

On olemassa lukuisia syitä siihen, että valtion metsätalouden kohdalla numerot ovat muodostuneet sellaisiksi kuin on esitetty: puutavaran ulosottoteknillisiä, liiketaloudellisia, yhteiskunnallisia, pohjoiseen metsärajaan liittyviä ja muitakin, joita kenties ei aina voida pitää aivan pätevinäkään. Niitten vuoksi ei hakkausmääriä ole voitu nostaa tai saatu nousemaan suuremmiksi kuin ne ovat olleet, eikä yleensä ole päästy edes todellisten mahdollisuuksien edellyttämiin määriin (suurimmat hakkausmäärät sattuivat vv:iin 1923—1926). Muistettakoon vielä, että valtion hallussa olevat metsäalueet muuttuvat ajanmittaan asutustoiminnan ja uusien maa-alueitten hankinnan johdosta, niin että valtion metsien puuvarastojen kehitystä ei voida osoittaa eri aikoina suoritettujen valtakunnan metsien arviointien tulosten nojallakaan. — Omistajaryhmittäistä metsien käyttöä tutkisteltaessa johdutaan myös asioihin, jotka tangeeraavat kysymystä siitä, millä tavoin tulisi järjestää ei ainoastaan metsien puuston, vaan myöskin metsämaan ja yleensä koko maa-alan edullisimman käytön suunnittelu ja valvonta. Tämä asia poikkeaa kuitenkin niin kauas tutkimuksen aiheesta, että se jätetään tässä koskettelematta.

Yksityismetsien luovutusmäärän ja poistuman jakaantuminen metsänhoitolautakuntien piirien kesken.

Yleisiä näkökohtia ja laskelmien suoritus.

Yksityismetsiin luetaan tässä tarkastelussa varsinaiset yksityismetsät ja kunnallismetsät. Tarkastelun ulkopuolelle jätetään siis metsänhoitolautakuntien valvontaan kuuluvat yhtiöitten metsät. Yksityismetsien luovutusmäärään on luettu myös yhteismetsien sekä edellä selostettujen pienien erikoislaatuisten metsien luovutusmäärä.

Yksityismetsien luovutusmäärän jakamisessa metsänhoitolautakuntien piirien kesken on voitu käyttää lähteenä vain jo aikaisemmin mainittuja metsänhoitolautakuntiin saapuneisiin hakkuuilmoituksiin perustuvia tilastoja. Kuten jo on selostettu, ovat metsänhoitolautakuntien tilastot epäyhdenmukaisia. Kokonaisvirheen suuruus on käytettävissä olevien mahdollisuuksien puitteissa jo edellä osoitettu ja todellinen luovutusmäärä oli sen mukaan runsaan kolmanneksen metsänhoitolautakuntien tilastojen edustamaa suurempi.

P e l t t a r i n mukaan (1935) vaihtelee metsänhoitolautakuntien tilastojen ero todellisista myyntihakkuumääristä maan eri osien kesken varsin paljon. Hakkuukaudella 1933—1934 on tilastojen mukaisiin määriin lisättävä eri lautakuntien alueilla 7—78 % (keskimäärä 31.1 %).

Kun näitten prosenttien mukainen korjaus lisättiin metsänhoitolautakuntien tilastojen mukaisiin 10-vuotiskauden 1929—1938 hakkuumääriin piireittäin, saatiin korjatuksi yksityismetsien hakkuumääräksi 16.4 milj. k-m^3. Kun edellä esille saatu luovutusmäärä, 17.06 milj. k-m^3, tarkoittaa tuoreeksi muunnettua puutavaraa ja siihen sisältyy muitakin pieniä myyntihakkuumääriä, osoittautuivat tulokset sangen yhtä pitäviksi. »P e l t t a r i n korjauksen» mukaan saadun tuloksen (16.4 milj.) ja tässä tutkimuksessa todellisena pidetyn (17.06 milj.) yksityismetsien luovutusmäärän ero jaettiin metsänhoitolautakuntien piirien kesken samassa suhteessa kuin »P e l t t a r i n kertoimella» korjatut luovutusmäärätkin jakaantuivat. — Maaseutuväestön puun käytön määrä lisättiin tämän jälkeen E r k k i l ä n (1943) mukaan metsänhoitolautakuntien piireittäin ja tällä pohjalla saatiin koko yksityismetsien luovutusmäärä vv. 1929—1938 näitten piirien kesken jaetuksi.

Silmällä pitäen yksityismetsien kasvutaseen valaisemista metsänhoitolautakuntien piireittäin laskettiin myöskin p o i s t u m a näitten rajoissa

sekä kokonaisuudessaan että metsähehtaaria kohden. Eri lautakuntien piirien tase käy selville vertaamalla näitä lukuja Ilvessalon laskemiin vastaaviin kasvun määriin (Yrjö Ilvessalo 1943).

Luovutusmäärän ja poistuman jakaantuminen.

Edellä selostettujen laskelmien tuloksina ovat luovutusmäärä ja poistuma jakaantuneet eri metsänhoitolautakuntien piirien kesken siten kuin taulukko XXI osoittaa. Koska on ilmeistä, että tuloksissa voi olla melkoisia epätarkkuuksia, tyydytään tässä tekemään niitten johdosta vain eräitä karkeita huomioita ja päätelmiä.

Koko luovutusmäärän suuruus vaihtelee 10-vuotiskautena 1929—1938 keskimäärin vuotta kohden eri lautakuntien piireissä 3.2—0.6 milj. k-m^3:iin. Näin suuret erot johtuvat siitä, että yksityismetsien kokonaisalat poikkeavat myös eri lautakuntien alueilla paljon toisistaan (1 526 000:sta 389 000:ään metsähehtaariin). Yleisimmin luovutusmäärät kuitenkin liikkuvat 1:n ja 2:n milj. k-m^3:n välillä. Suurimpia »puun luovuttajia» ovat olleet Etelä-Karjalan (3.22 milj.), Pohjois-Savon (2.48 milj.), Keski-Suomen (2.43 milj.) ja Pohjois-Karjalan (2.14 milj. k-m^3) sekä pienimpiä [Ahvenanmaa (0.15 milj.)], Vaasan (0.63 milj.), Helsingin (0.89 milj.) ja Itä-Savon (0.99 milj. k-m^3) metsänhoitolautakuntien piirit.

Kasvuun verrattuna on koko poistuma saatu siitä varsin paljon puoleen ja toiseen poikkeavaksi. Yllättävää on, että kasvutase on saatu edullisimmaksi Etelä-Savon metsänhoitolautakunnan alueella, missä poistuma on tehnyt vain 65.3 % kasvusta. Muuten on tase yleensä edullinen läntisimmässä ja eteläisessä Suomessa, missä se kuitenkin on saatu Satakunnassa varsin selvästi negatiiviseksi ja Pohjois-Hämeessäkin kireäksi. Pantakoon merkille, että Kokemäenjoen läntinen vesistöalue, jossa edellä osoittautui v:n 1938 poistuma yllättävästi kasvua selvästi suuremmaksi, käsittää lähinnä juuri nämä metsänhoitolautakuntien piirit.

Negatiivinen 10-vuotiskauden kasvutase on saatu kaikkien Pohjois-Suomen metsänhoitolautakuntien yksityismetsille. Erikoisen epäedullinen tase on ollut Keski-Pohjanmaalla ja lähinnä epäedullisin Lapissa. Myöskin Itä- ja Keski-Suomen metsänhoitolautakuntien piireissä on kasvutase tullut negatiiviseksi, joskin yleensä vähäisessä määrin.

Havainnollisemmin kuin koko määriä osoittavassa vertailussa voidaan erot ja niitten vaihtelut havaita metsähehtaaria kohden lasketuissa luvuissa. Poistumaa osoittavat numerot pienenevät paljon vähemmän Pohjois-Suomen metsänhoitolautakuntien alueille päin mentäessä kuin vastaavat keskikasvun määrät.

Tässä esitettyä laskelmaa on pidettävä jonkinlaisena kokeena yksityismetsien käytön ja kasvun välisen suhteen valaisemiseksi. Laskelmassa

XXI. Yksityis- ja kunnallismetsien poistuma keskimäärin vuodessa ajanjaksona 1929—38 kasvuun verrattuna.

XXI. The removal in private and communal forests on an average per year in the period 1929—38 compared with the growth.

Metsänhoitolautakunnan piiri v. 1942 / *District of Forestry Board in 1942*	Poistuma kasvusta *Removal % of growth* %	Kasvu *Growth*	Koko poistuma *Total removal*	Luovutusmäärä (käyttöön tullut puu) — *Delivered quantity (wood supplied for use)*: Kaikkiaan *Total*	»Markkinapuu» *»Market wood»*	Maaseutuväestön käyttö *Rural household use*	Hakkuutähteet, uittohäviö, käyttämättä lahoava *Logging waste, loss in floating, rotting unused*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Metsäala, kasvull. + / huonokasv. + *Forest area, productive + / poor productive*
		Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*						Tod. k-m³ keskimäärin metsäha kohden *Act. solid cub. m., average per forest hectare*		1 000 ha *1 000 hectares*
1. Helsingin	*93.9*	0.98	0.92	0.89	0.40	0.49	0.03	2.48	2.64	375
2. Lounais-Suomen	*82.8*	1.39	1.15	1.11	0.51	0.60	0.04	2.38	2.88	488
3. Satakunnan	*121.9*	1.44	1.75	1.70	0.95	0.75	0.05	3.24	2.66	548
4. Uudenmaan— Hämeen	*77.8*	1.71	1.33	1.28	0.81	0.47	0.05	2.88	3.70	462
5. Pohjois-Hämeen	*100.6*	1.88	1.89	1.83	1.18	0.65	0.06	3.33	3.31	566
6. Itä-Hämeen	*83.6*	1.89	1.58	1.52	0.99	0.53	0.06	3.01	3.60	524
7. Etelä-Savon	*65.3*	2.23	1.46	1.36	0.87	0.49	0.10	2.09	3.20	701
8. Etelä-Karjalan	*110.5*	3.02	3.34	3.22	1.79	1.43	0.12	3.05	2.76	1 112
9. Itä-Savon	*87.4*	1.21	1.06	0.99	0.62	0.37	0.07	2.76	3.16	389
10. Laatokan-Karjalan	*106.7*	1.27	1.35	1.27	0.75	0.52	0.08	2.58	2.42	536
11. Pohjois-Karjalan	*109.0*	2.10	2.29	2.14	1.16	0.98	0.15	2.69	2.47	855
12. Pohjois-Savon	*113.2*	2.34	2.65	2.48	1.48	1.00	0.17	2.95	2.61	914
13. Keski-Suomen	*100.9*	2.57	2.59	2.43	1.67	0.76	0.16	3.08	3.05	842
14. Etelä-Pohjanmaan	*94.3*	1.60	1.51	1.45	0.78	0.67	0.06	1.94	2.06	787
15. Vaasan	*79.5*	0.83	0.66	0.63	0.27	0.36	0.03	1.54	1.94	431
16. Keski-Pohjanmaan	*154.5*	0.62	0.96	0.92	0.49	0.43	0.04	2.12	1.37	466
17. Kainuun	*130.6*	0.88	1.15	1.07	0.69	0.38	0.08	1.88	1.44	645
18. Pohjois-Pohjanmaan	*114.5*	1.32	1.51	1.39	0.71	0.68	0.12	1.29	1.13	1 170
19. Lapin	*147.8*	1.17	1.73	1.54	0.86	0.68	0.19	1.15	0.78	1 522
20. Ahvenanmaan	*87.1*	0.18	0.16	0.15	0.08	0.07	0.01	1.40	1.61	106
Koko valtakunta — *Whole country*	*101.3*	30.63	31.04	29.37	17.06	12.31	1.67	2.30	2.27	13 439
Suomen eteläpuoliskon piirit n:o 1—16 sekä 20 — *The districts of the southern half of Finland No. 1—16 and 20*	*97.8*	27.26	26.65	25.37	14.80	10.57	1.28	—	—	10 102
Suomen pohjoispuoliskon piirit n:o 17—19 — *The districts of the northern half of Finland No. 17—19*	*150.3*	3.37	4.39	4.00	2.26	1.74	0.39	—	—	3 337

on ilmeisesti useitakin heikkoja kohtia, joita kenties voidaan tarkistuksella korjailla. Joka tapauksessa laskelma osoittanee tien yksityismetsätalouden erääseen ydinprobleemiin kiinni pääsemiseksi. Ja tarkistuskeinojen kehittäminen tämän tien parantamiseksi on meidän metsärikkaassa, yksityismetsätalouskeskeisessä maassamme välttämättömyys.

Puun käyttö vuosina 1940—1947.

Sota-ajan luomat olosuhteet metsien käytön kannalta.

Heti sen ajan jälkeen, johon edellä esitetyt tulokset kohdistuvat, puhkesi sota. Se painoi leimansa myöskin talouselämän eri aloille, mikä on meillä tuntunut erikoisesti kansainvälisen kaupan vaikeutumisena. Se on ehkäissyt välttämättömien tarvikkeitten tuontia ja varsinkin asettanut suuria esteitä jo totunnaiseksi tulleelle runsaalle vientikaupallemme.

Metsien käytön kannalta muodostuivat olot poikkeuksellisiksi etenkin sen johdosta, että ulkomaisten polttoaineitten saanti vaikeutui suuresti. Sen vuoksi suurentui maamme puupolttoaineen tarve entisestään hyvin paljon ja koko markkinapuumäärän rakenne siis muuttui entistä paljon polttopuuvoittoisemmaksi. Tälle suunnalle antoi vielä voimaa ja vauhtia se, että autojenkin polttoaineena täytyi käyttää puuta, sekä se, että teollisuus joutui useasta syystä supistamaan tuotantoaan, jonka vuoksi ainespuun osuus maan puun käytössä väheni. Työvoimakysymys asetti hakkuitten sijoittamiselle suuria rajoituksia. Ja mitä tiukemmalle työvoiman saantimahdollisuudet kiristyivät, sitä enemmän täytyi tinkiä tarkoituksenmukaisen metsän käytön vaatimuksista. Hakkuut, joissa oli tehtävä halkoja, piti sijoittaa niin, että ne saatiin suoritetuiksi ja valmistettu tavara kuljetetuksi kulutuspaikoille, riippumatta siitä, ovatko hakattavaksi joutuneet metsät olleet varsinaisia »halkometsiä».

Kuljetuskysymys määräsikin kaikkein väkevimmin poikkeuksellisen ajan metsien käytön muodot. Puutavaran maantiekuljetusta voitiin yleensä harjoittaa vain varsin rajoitetussa mitassa. Uittojenkin suorittamisessa on ollut vaikeuksia mm. työvoiman puutteen vuoksi. Näin on puutavaran kuljetus suurelta osalta jäänyt rautateitten varaan.

Sodan pitkittyessä puutavaran hankintasuhteet ehtivät jo jonkin verran vakiintua, ja sen johdosta hankinta-alueet laajeta huomattavassa määrin myös uittoväylien varsille. Kuitenkin täytyi jatkuvasti rajoittua lyhyihin ajomatkoihin, joten hankinta-alueet edelleenkin kiertelivät vain kapeina kaistoina kuljetuskelpoisia kaukokuljetusteitä. Ja maanteitse kuljetukset autoilla supistuivat niinikään vuosi vuodelta kaluston kulumisen ja voiteluaineitten puutteen asettamien vaikeuksien vuoksi.

Tällaisten vaikeuksien takia valtiovallan täytyi ryhtyä ennen aavistamattomassa määrässä ohjaamaan metsä- ja puutaloutta. Oli välttämätöntä säätää erikoislakeja, joissa hakkuumäärää ja hintoja koskevat kysymykset olivat etualalla. Hakkuitten järjestelyssä ei aina voitu täysin huomioida metsänhoidonkaan vaatimuksia. Pyrkimyksestä pysytellä oikeilla linjoilla on positiivisimpana seurauksena ollut vajaatuottoisten metsien kunnostamiseen tähtäävä toiminta.

Puunkäyttö sotavuosina ja sen jälkeisenä aikana.

Edellä esitettyä taustaa vastaan on luonnollista, että sota-aikana puun käytössä tapahtui suuria supistuksia. Käytön määrät on nyttemmin voitu selvittää samalla pohjalla kuin ennen sotaa vallinneena kautenakin (taulukot 4—11 ja 52—59 sekä piirrokset 1 ja 2). Erittäin voimakas supistuminen on tapahtunut teollisuuden raakapuun kohdalla. Sen käyttö laski alle 1913 tason n. 8 milj. tod. k-m^3:n vaiheille eli suunnilleen kolmannekseen v:n 1937 huippumäärästä. Niinikään jalostamattoman puun vienti väheni voimakkaasti ja pohja v. 1944 oli yhtä alhaalla kuin v. 1918.

Polttopuuvoittoisissa erissä havaittava suureneminen ei tuntunut suurimman erän, maaseutuväestön puun käytön kohdalla. Väestön siirrot aiheuttivat luonnollisesti jonkin verran heilahduksia maaseutuväestön käytön määrään, mutta suuriksi niitä ei ole voitu arvioida. Voidaan olettaa, että maaseutuväestön puunkäyttö olisi sodan jälkeen suurempikin kuin laskelma osoittaa. Mutta kun se sotavuosina on ehkä ollut pienempi numeroin esille saatua, voidaan, käsiteltäessä vuosiryhmiä, pitää kokonaistulosta oikeana. Sekä teollisuuden polttopuun (halkojen), liikenteen halkojen ja 6. käyttöryhmän polttopuun käytön kohdalla on aikaisempaan tasoon verrattuna sota-aikana tapahtunut nousua n. 1 ½—2 ½ milj. tod.k-m^3:iin kussakin. — Eri puulajien kohdalla on pantava merkille lehtipuitten määrän ja osuuden selvä suureneminen ja havupuitten käytön vastaava pieneneminen.

Kaiken kaikkiaan on puun käyttö sota-aikana ainespuun käytön voimakkaan supistumisen vuoksi ollut vuotta kohden keskimääräisesti pienempi kuin sodan edellisvuosina ja vähän 1930-luvun alkupuolen pulavuosien tasoakin alhaisempi. Tämän mukaan valtakunnan kokonaistasetta osoittava laskelma muodostuu edullisen näköiseksi, osoittaen melkoista metsien kasvun säästöä (vrt. Lihtonen 1945 ja 1946). Kokonaistaseen tarkastelu ei kuitenkaan anna asian arvostelulle oikeata pohjaa, sillä hakkaukset jakaantuivat maan eri osiin niin, että ns. rintamailla ne yleensä lienevät johtaneet liikahakkauksiin ja säästö keskittyi syrjäisille seuduille. Tällä seikalla on ilmeisesti ollut metsätaloudellemme monenlaistakin epäedullista vaikutusta. Kun tällä kerralla kuitenkaan ei vielä

ole käytettävissä numeroaineistoa, joka tarkemmin valaisisi asiaa, ei sen lähempään tarkasteluun tässä ryhdytä. Tarvitaan uusi valtakunnan metsien arviointi ja perusteellinen puunkäyttötutkimus, ennen kuin näistä seikoista saadaan esille luotettavat perustiedot.

Sodan loputtua ovat olosuhteet myös puun käytön kannalta taas paljon muuttuneet. Alueluovutusten johdosta maan metsäala ja metsävarat vähentyivät huomattavasti (Yrjö Ilvessalo 1948). Jos mielitään välttyä puun tuotantoon alentavasti vaikuttavilta pääomahakkauksilta, lienee hakkuumääriä pienennettävä useiksi vuosiksi. Kotitarvepuun käytössä tuskin on odotettavissa vähenemistä — pikemmin päinvastoin —, sillä luovutettujen alueitten väestö tarvitsee uusilla asuinpaikoillaan ainakin yhtä paljon puuta kuin entisillä kotipaikoillaankin. Uusien rakennusten pystyttämiseen tarvitaan nimittäin paljon puuta. Vähennyksen täytyy siis tapahtua markkinapuun määristä. Tässä tulee eteen vaikeita pulmia, sillä toisaalta juuri markkinapuuta tarvittaisiin sotakorvauksia varten ja välttämättömän viennin ylläpitämiseksi paljon. Ainespuun käyttö osoittaakin rauhan tultua voimakasta kasvua (vrt. taulukot 6 ja 7).

Aivan oman merkityksensä metsätalouden tulevaisuuden kannalta yleensä ja puun käytön kannalta erikoisesti tulee olemaan sodan jälkeisten vuosien asutustoiminnalla. Maanomistuksen rakenne muuttuu sen johdosta olennaisesti. Maatilojen lukumäärän lisääntyessä Nyky-Suomen alueella pienenevät niin hyvin viljelmät kuin metsälöt. Tämä taas aiheuttaa puun kotitarvekäytön suurenemista varsinkin maan eräissä osissa (vrt. Erkkilä 1948 a).

Yleensä meillä näyttävät lähitulevaisuudessa puun tarvetta lisäävät tekijät olevan etualalla. Niitten vastapainoksi on puun tuotantoa lisäävien tekijöitten tehokas ja nopea hyväksikäyttö vaikeasti toteutettavissa. Tätä taustaa vastaan eivät metsätaloutemme mahdollisuudet supistuneen metsäalan ja vähentyneitten metsävarojen varassa näytä valoisilta (vrt. Erkkilä 1948 b).

Valopuolena asiassa sittenkin on, että metsiemme puun tuotanto on nostettavissa tehostamalla niitten hoitoa. Tässähän mahdollisuudet ovat hyvinkin suuret, koska metsämme nykyisin tuottavat vain noin puolet mahdollisuuksien rajoissa olevasta puumäärästä. Metsiemme tase voidaan siis ajan oloon saada vahvistumaan, vaikka hakkuumäärät täytyisi pitää korkeinakin. Kun varsinkin sotien jälkeen tilanne metsätaseen kohdalla on ilmeisen labiili, on sen kehityksestä jatkuvasti oltava tarkoin selvillä. Siksi ei voitane välttyä verraten lyhyin väliajoin toimeenpanemasta valtakunnan metsien arviointeja ja yleisiä puunkäyttötutkimuksia, joitten tulokset voivat jatkuvasti osoittaa pohjan maamme puutalouden mahdollisuuksien objektiiviselle arvostelulle.

Tutkimustyön yhteydessä laaditut julkaisut ja käsikirjoitukset.

Erkkilä, E. E. 1941. Aitojemme puisevuus. (Selvitys eri aitarakenteitten pituusyksikköä kohden lasketuista puumääristä). Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 3, ss. 69—72. Helsinki.

—»— 1941. Maaseutuväestön puunkäyttö. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 1. 4. 1941 pidetty esitelmä. Selostus Metsälehdessä n:o 14, 4/4. Helsinki.

—»— 1941. Metsänhoitolautakuntien alueet maaseutuväestön puunkäytön valossa. Metsälehti n:o 17, 25/4. Helsinki.

—»— 1941. Polttopuun käyttö. Valtion lämmityslaitetoimikunnalle laadittu asiantuntijalausunto. Koneella kirjoitettu.

—»— 1942. Väestöpolitiikka yksityismetsätalouden näkökulmasta. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 7—8, ss. 167—170. Helsinki.

—»— 1942. Maatalousväestön rakenne. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 9—10, ss. 197—202. Helsinki.

—»— 1942. Sääolojen vaikutus maaseutuväestön puunkäyttöön. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 11, ss. 255—263. Helsinki.

—»— 1942. Vuoden 1938 puunkäyttötutkimuksen kiintomittaluvut ja kokeet. Kiintomittalukujen kokoomatutkimus. Koneella kirjoitettu.

—»— 1943. Maaseutuväestön käytöstä irroitettavissa olevat puureservit. Suomen Metsäyhdistyksen kokouksessa 1/4 pidetty esitelmä. Julkaistu Metsätaloudellisessa aikakauslehdessa n:o 5, ss. 91—97. Helsinki.

—»— 1943. Talonpoikaisen maatilametsän kasvukunto ja sen riippuvaisuus tilan laajuudesta, rakenteesta ja laadusta. Keskusmetsäseura Tapion julkaisema. Helsinki.

—»— 1943. Maaseutuväestön puunkäytön järkiperäistymisen piirteitä. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 9, ss. 180—183. Helsinki.

—»— 1943. Maaseutuväestön puunkäytön kokonaismäärä ja sen kehitys. Referat: Der Gesamtholzverbrauch der Landbevölkerung und seine Entwicklung. MTJ. 32. Helsinki.

—»— 1944. Vuosien 1927 ja 1938 puunkäyttötutkimuksien keskeisimmät tulokset toisiinsa verrattuina. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 8, ss. 149—153. Helsinki.

—»— 1944. Metsätaseemme. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 11—12, ss. 241—243. Helsinki.

—»— 1945. Eri omistajaryhmät metsätaloudessamme. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 11, ss. 348—351. Helsinki.

Jäntti, August. 1940. Luovutetun alueen laidun- ja aitausoloista sekä näkökohtia laitumien järjestelyssä pika-asutustoiminnan yhteydessä perustettavilla tiloilla. Suomen laiduntalous XII. Vammala.

—»— 1944. Finlands betes- och stängselförhållanden. Nordisk Jordbrugsforskning, Hefte 7—8, pp. 248—259. København.

—»— 1945. Pientalouksien laidunolot ja niiden parantaminen. Porvoo.

—»— 1945. Suomen laidunolot. Referat: Die Weideverhältnisse in Finnland. AFF. 53. Helsinki.

—»— 1948. Development of the statistical investigation into grazing conditions on uniform bases in various countries. Journal of the British Grassland Society, Vol. 3 n:o 1, pp. 47—61. Aberystwyth.

—»— 1948. Suomen aitarakenteet. Summary: Fences in Finland. MTJ. 36. 2. Helsinki.

Kaila, Kyösti. 1945. Hankintojen osuus Suomen varsinaisten yksityismetsälöiden puutavaran myynneistä vuosina 1929—1938. Koneella kirjoitettu.

Mikola, Peitsa. 1940. Suomen maaseudun tulisijat ja lämmityslaitteet. Luovutettu valtion lämmityslaitetoimikunnan käyttöön. Koneella kirjoitettu.

Osara, N. A. 1939. Ulkolaisen polttoaineen käyttö maatalousviljelmillä v. 1938. Metsälehti n:o 41, 13/10. Helsinki.

—»— 1941. V:n 1938 puunkäyttötutkimuksen päätulokset. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa pidetty esitelmä 1. 4. 1941. Selostus Metsälehdessä n:o 14, 4/4. Helsinki.

—»— 1944—45. Asutustilojen suuruussuhteista metsätalouden kannalta. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 12 1944 ja n:o 2 1945. Helsinki.

—»— 1945. Polttoainekysymyksemme nyt ja lähivuosina. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 6—7. Helsinki.

Pöntynen, V. 1941. Metsäteollisuutemme raaka-ainepuun käyttö. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 1, ss. 5—7. Helsinki.

—»— 1945. Suomen puun käyttö vuosina 1939—43. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 5, ss. 159—166. Helsinki.

Seppänen, O. 1940. Puunjalostusteollisuuden raaka-aineen hankinta päävesistöalueittain. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa pidetty esitelmä 18/11. Selostus Metsälehdessä n:o 44, 22/11. Helsinki.

—»— 1942. Metsäteollisuuden puuraaka-aineen kaukokuljetus. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa pidetty esitelmä 18/11. Julkaisematon.

—»— 1943. Metsäteollisuuden raakapuuhankinnan vesistöalueittainen jakaantuminen. Koneella kirjoitettu.

—»— 1943. Metsäteollisuuden käyttämän puuraaka-aineen kaukokuljetus. Koneella kirjoitettu.

—»— 1944. Metsäteollisuuden käyttämän raakapuun kaukokuljetus. Eripainos Suomen Paperi- ja Puutavaralehti n:oista 7 A, 21, 22 ja 23. 1943. Helsinki.

Kirjallisuus, johon tekstissä on viitattu.

A r o, P a a v o. 1929. Tutkimuksia hakkausmäärän jakaantumisesta käyttöpuun ja tähteitten kesken. Edeltäviä tiedonantoja. Summary: An investigation into the apportionment of the quantity of wood cut between the wood used and the waste left in the forest. MTJ. 14. Helsinki.

—»— 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteitten määrään. Yliopistollinen väitöskirja. Helsinki.

E r k k i l ä, E. E. 1940. Moskovan rauhan jälkeisen Suomen viljelysaloja ja maanomistussuhteita valaisevia tilastotietoja. Tietoja viljelysmaiden aloista ja maanomistusoloista siirtoväen pika-asutustoimintaa varten. Ss. 9—55. Helsinki.

—»— 1941. Aitojemme puisevuus. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 3. ss. 69—72. Helsinki.

—»— 1941 a. Maaseutuväestön puunkäyttö. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 1/4 pidetty esitelmä. Selostus Metsälehdessä n:o 14, 4/4. Helsinki.

—»— 1942. V:n 1938 puunkäyttötutkimuksen kiintomittaluvut ja kokeet. Kiintomittalukujen kokoomatutkimus. Koneella kirjoitettu. Helsinki.

—»— 1942 a. Sääolojen vaikutus maaseutuväestön puunkäyttöön. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 11, ss. 255—263. Helsinki.

—»— 1943. Maaseutuväestön puunkäytön kokonaismäärä ja sen kehitys. Referat: Der Gesamtholzverbrauch der Landbevölkerung und seine Entwicklung. MTJ. 32. Helsinki.

—»— 1943 a. Talonpoikaisen maatilametsän kasvukunto ja sen riippuvaisuus tilan laajuudesta, rakenteesta ja laadusta. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja. Helsinki.

—»— 1943 b. Maaseutuväestön käytöstä irroitettavissa olevat puureservit. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 5, ss. 91—97. Helsinki.

—»— 1948 a. Lounais-Suomen hankintapiirin metsätalous ja viime vuosien hakkuut. Eripainos Metsätaloudellisesta aikakauslehdestä n:o 3—4. Helsinki.

—»— 1948 b. Metsätase ja metsien riittävyys. Koneella kirjoitettu. Julkaistaan »Maa ja metsä»-teoksen toisen painoksen metsätaloutta käsittelevässä osassa.

G y l d é n, C. W. 1853. Handledning för skogshushållare i Finland. Helsingfors.

Hartikainen, Eino. 1933. Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1930. Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1930. MTJ. 19. 4. Helsinki.

—»— 1936. Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1933. Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1933. MTJ. 22. 2. Helsinki.

—»— 1939. Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1936. Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1936. MTJ. 27. 5. Helsinki.

—»— 1940. Vientipaperipuun hankinta Suomesta ja kuusen käyttö teollisuutemme raaka-aineena. Referat: Das Verschaffen von Exportpapierholz aus Finnland und die Verwendung von Fichte als Rohstoff in der finnischen Holzindustrie. MTJ. 28. 4. Helsinki.

Hildén, N. A. (Osara) 1930. Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1927. Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1927. MTJ. 14. 2. Helsinki.

—»— 1934. Havaintoja eräitten yksityistilojen metsätaloudesta. Referat: Beobachtungen über die Waldwirtschaft einiger Privatgüter. AFF. 40.33. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1924. Suomen metsät, metsävarat ja metsien tila. Suomen Metsätieteellisen Seuran vuosikokouksessa huhtikuun 29 p:nä 1924 pidetty esitelmä valtakunnan metsien arvioimisen päätuloksista. MKJ. 9. Helsinki.

—»— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—24 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The Forests of Suomi (Finland). Results of the General Survey of the Forests of the Country carried out during the Years 1921—24. MTJ. 11. Helsinki.

—»— 1940. Suomen metsävarat vv. 1936—38. Selostus II:n valtakunnan metsien arvioinnin päätuloksista. MTJ. 28.6. Helsinki.

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. MTJ. 30. Helsinki.

—»— 1943. Metsänhoitolautakuntien toimintapiirien metsät. II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksia. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.

—»— 1948. Nyky-Suomen metsät. Valtakunnan metsien arviointeihin perustuva kuvaus. MTJ. 35.5. Helsinki.

Jänne, Pekka. 1936. Pyöreän puutavaran tilavuustaulukoita (Metrinen mitta). Rundvirkes-kuberaren (Metriska mått). Helsinki.

—»— 1938. Pyöreän puutavaran tilavuustaulukoita (Engl. mitta). 2. painos. Helsinki.

—»— 1938—40. Erilaisia aputaulukoita kuutioimislaskelmia varten. Käsikirjoituksina.

—»— 1940. Sahatun puutavaran tilavuustaulukoita. (Pituusmetreistä kuutiometreiksi). Helsinki.

Jäntti, August. 1940. Luovutetun alueen laidun- ja aitausoloista sekä näkökohtia laitumien järjestelyssä pika-asutustoiminnan yhteydessä perustettavilla tiloilla. Suomen laiduntalous XII. Vammala.

—»— 1945. Suomen laidunolot. Referat: Die Weideverhältnisse in Finnland. AFF. 53. Helsinki.

—»— 1948. Suomen aitarakenteet. Summary: Fences in Finland. MTJ. 36. 2. Helsinki.

Kaila, Kyösti. 1945. Hankintojen osuus Suomen varsinaisten yksityismetsälöiden puutavaran myynneistä vuosina 1929—1938. Koneella kirjoitettu.

Keltikangas, Valter. 1938. Puutase metsätalouden tuloksenlaskennassa. Tulosbilanssioppiin (dynaamiseen bilanssiteoriaan) perustuva tutkimus. Erip. julkaisusta AFF. 45. Helsinki.

Keskusmetsäseura Tapion toiminta, eri vuosilta. Vuosikirja. Helsinki.

—»— Ks. Metsänhoitolautakuntien toiminta.

Komiteanmietintö 1933. Paperipuunvientikomitealta. Ks. Paperipuukysymys.

—»— 1933 a. Pienpuukomitealta. Ks. Pienpuukysymys.

—»— n:o 6. 1942. Ks. Metsäverotuksen uudistamiskomitean mietintö.

Lihtonen, V. 1945. Metsäteollisuusyhtiöiden metsistä ja niiden hakkuista. Summary: The forests of woodworking companies and the felling carried out in them. Silva Fennica 61. Helsinki.

—»— 1946. Valtakunnan metsätalouden järjestely metsiemme poistuman ja tuottohakkausmäärän valossa. Summary: Regulation of Finnish forestry in the light of removal and rental cut. AFF. 53.3. Helsinki.

Lindberg, Valter. 1943. Suomen kansantulo vuosina 1926—1938. Zusammenfassung: Das Volkseinkommen Finnlands in den Jahren 1926—1938. Suomen Pankin suhdannetutkimusosaston julkaisuja. Sarja B: 1. Helsinki.

Lindfors, Jarl. Eri vuosilta. Tietoja Suomen puunjalostusteollisuuden metsätaloudesta. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja. Helsingfors.

Metsänhoitolautakuntien toiminta, eri vuosilta. Laatinut Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.

Metsätilasto, eri vuosilta. Kertomus Metsähallinnon toiminnasta. Forststatistik, berättelse över forstförvaltningens verksamhet. Résumé: Rapport sur l'activité de la Direction des Forêts et des institutions subordonnées. Helsinki.

Metsäverotuksen uudistamiskomitean mietintö. 1942. Komiteanmietintö n:o 6 1942, huhtikuun 17 päivältä 1942. Helsinki.

Mikola, Peitsa. 1940. Suomen maaseudun tulisijat ja lämmityslaitteet. Koneella kirjoitettu.

Osara, N. A. 1935. Suomen pienmetsätalous. Referat: Die Kleinwaldwirtschaft in Finnland. MTJ. 21. 1. Helsinki.

—»— 1939. Ulkolaisen polttoaineen käyttö maatalousviljelmillä v. 1938. Metsälehti n:o 41, 13/10. Helsinki.

—»— 1941. V:n 1938 puunkäyttötutkimuksen päätulokset. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa pidetty esitelmä 1. 4. 1941. Selostus Metsälehdessä n:o 14, 4/4. Helsinki.

—»— 1944—45. Asutustilojen suuruussuhteista metsätalouden kannalta. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 12 1944 ja n:o 2 1945. Helsinki.

—»— 1945. Polttoainekysymyksemme nyt ja lähivuosina. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 6—7. Helsinki.

Paperipuukysymys. 1933. Summary: The pulpwood question. Silva Fennica 28. Helsinki.

Pelttari, P. J. 1935. Yksityismetsien hakkauksista hakkuukautena 1933—34. Suomenkielisten metsänhoitolautakuntien alueet. Helsinki.

Pienpuukysymys. 1933. Summary: The small timber problem. Silva Fennica 31. Helsinki.

Pöntynen, V. 1932. Jalostamattoman puutavaran vienti Suomesta 1911—1931. Referat: Die Ausfuhr unveredelten Holzes aus Finnland in den Jahren 1911—1931. AFF. 38.1. Helsinki.

—»— 1936. Suomen puunjalostusteollisuus raaka-aineen käyttäjänä vuosina 1925—1935. Referat: Rohstoffverbrauch der finnischen Holzindustrie i. d. J. 1925—1935. AFF. 45. Helsinki.

Pöntynen, V. 1941. Metsäteollisuutemme raaka-ainepuun käyttö. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 1, ss. 5—7. Helsinki.
—»— 1945. Suomen puunkäyttö vuosina 1939—43. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 5, ss. 159—166. Helsinki.
—»— 1948. Suomen vuotuista puunkäyttöä koskeva tilasto alkaen v:sta 1916. Taulukkoja käsikirjoituksena.
Saari, Eino. 1932. Polttopuukysymyksestä. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja.
—»— 1934. Puun käyttö Suomessa. Summary: Wood utilization in Suomi (Finland). MTJ. 14. 1. Helsinki.
—»— 1937. Valtakuntien metsätaseiden ja liikahakkauksen käsitteistä. Zusammenfassung: Reichsholzbilanz und Übernutzung. Eine prinzipielle Vorlesung. Eripainos Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirjasta X. Helsinki.
—»— 1937 a. Puun käyttö Suomessa. Tapion taskukirja, kahdeksas painos, ss. 5—14. Helsinki.
—»— 1942. Suomen metsävarat ja niiden käyttö. Zusammenfassung: Die Waldvorräte und ihre Verwendung. Ylipainos (XXXVIII) vuosikerran I niteestä. Kansantaloudellinen aikakauskirja. Helsinki.
Sarvas, Risto. 1944. Tukkipuuharsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Yliopistollinen väitöskirja. Helsinki.
Seppänen, O. 1940. Puunjalostusteollisuuden raaka-aineen hankinta päävesistöalueittain. Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa pidetty esitelmä 18/11. Selostus Metsälehdessä n:o 44, 22/11. Helsinki.
Tamminen, Mikko. 1944. Rakennustoiminta sotavuosina. Taloudellisia selvityksiä 1943. Suomen Pankin taloustieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. Sarja A: 2.
Taloudellisia selvityksiä. 1943. Ks. Tamminen, Mikko.

Taulukoitten luettelo — *List of Tables*

1. Suomen puunkäyttö v. 1938. — *Utilization of wood in Finland in 1938.*
2. 6:nnen käyttöryhmän (muut erät) jakaantuminen tärkeimpiin alaryhmiin v. 1938. — *Division of the sixth group of utilization (other items) into specified undergroups in 1938.*
3. Kiinteitten polttoaineitten käyttö Suomessa ilman maaseutuväestön käyttöä. — *Utilization of non-liquid fuel in Finland excluding fuelwood used by rural population.*
4. Vuotuinen puun käyttö pääkäyttöryhmittäin osaksi v:sta 1911 alkaen. — *Annual consumption of wood in the main groups of utilization.*
5. Valtakunnan koko puun käyttö v:sta 1923 puulajeittain (ulkomailta tuotu raakapuu ei ole mukana). — *Total consumption of wood in the whole country from 1923, by species of trees (excl. raw wood imported from foreign countries).*
6. Jalostamattomana maasta viety puumäärä v:sta 1923 puulajeittain. — *Exports of unmanufactured wood from 1923, by species of trees.*
7. Metsäteollisuuden käyttämä kotimainen raakapuu v:sta 1923 puulajeittain. *Finnish raw materials used in the wood-manufacturing industry from 1923, by species of trees.*
8. Teollisuuden käyttämät runkopuuhalot v:sta 1923 puulajeittain. — *Fuelwood billets used in the industry from 1923, by species of trees.*
9. Liikenteen puun käyttö v:sta 1923 puulajeittain. — *Wood used for means of communication from 1923, by species of trees.*
10. Maaseutuväestön puun käyttö v:sta 1923 puulajeittain. — *Consumption of wood by the rural population from 1923, by species of trees.*
11. »Muu» puun käyttö (6. käyttöryhmä) v:sta 1923 puulajeittain. — *Consumption of wood by »others» (sixth group of utilization) from 1923, by species of trees.*
12. Metsien koko poistuma puulajeittain v:sta 1923 ja sen vertaaminen kasvuun (kasvutase). — *Total removal of wood in the forests, by species of trees, from 1923 compared with the growth (increment balance).*
13. Hakkuutähteitten määrä v:sta 1923 puulajeittain. — *Quantity of cutting waste from 1923, by species of trees.*
14. Uittohäviön määrä v:sta 1923 puulajeittain. — *Loss in floating from 1923, by species of trees.*
15. Käyttämättä lahoava puumäärä v:sta 1923 puulajeittain. — *Unused rotting wood, by species of trees from 1923.*
16. Valtakunnan metsien kokonaispoistuma vv. 1927 ja 1938 metsien kasvun rinnalla. — *Total removal of wood in forests of the whole country in 1927 and 1938 compared with the growth of the forests.*

17. Metsien kokonaispoistuma päävesistöalueittain v. 1938 verrattuna kasvuun. — *Total removal of wood in the forests compared with the growth in 1938, by main water-system areas.*
18. Poistuman, kokonaiskasvun ja puuvaraston puulajijakaantuminen v. 1938 päävesistöalueittain. — *Removal, total growth and growing stock, specified according to species of trees, by main water-system areas in 1938.*
19. Puun käyttö päävesistöalueittain v. 1938. — *Use of wood, by main water-system areas, in 1938.*
20. Hakkuutähteet päävesistöalueittain v. 1938. — *Cutting waste, by main water-system areas, in 1938.*
21. Uittohäviö päävesistöalueittain v. 1938. — *Loss in floating, by main water-system areas, in 1938.*
22. Käyttämättä lahoava puumäärä päävesistöalueittain v. 1938. — *Unused rotting wood (owing to self-thinning), by main water-system areas, in 1938.*
23. Jalostamattoman puun vienti v. 1938. Tavaralajien jakaantuminen puulajeihin. — *Exports of unmanufactured wood in 1938. Goods divided according to different species of trees.*
24. Jalostamattoman puutavaran vienti puulajeittain v. 1938 päävesistöalueittain. — *Exports of unmanufactured wood in 1938, by species of trees, by main water-system areas.*
25. Teollisuuden halkojen ja puuraaka-aineen käyttö v. 1938 päävesistöalueittain. — *Consumption of wood, as fuel billets and as raw materials, by the industries in 1938.*
26. Yhdistelmä metsäteollisuuden raaka-aineen käytöstä v. 1938 teollisuuslajeittain ja päävesistöalueittain. — *Summary of the consumption of raw materials by the wood-working industries in 1938, by branches of industry and water-system areas.*
27. Sahojen raaka-aineet v. 1938 päävesistöalueittain. — *Raw materials used in sawmills in 1938, by main water-system areas.*
28. Vaneritehtaiden raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Raw materials used in plywood mills in 1938, by main water-system areas.*
29. Koko puuvanuketeollisuuden raaka-aineena käyttämä kotimainen pyöreä runkopuu v. 1938 päävesistöalueittain. — *Finnish round stem wood used as raw materials in the whole woodpulp industry in 1938, by main water-system areas.*
30. Puuhiomoiden kotimainen raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Finnish raw materials used in mechanical pulpmills in 1938, by main water-system areas.*
31. Sulfiittiselluloosatehtaiden kotimainen puuraaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Finnish raw materials used in sulphite pulpmills in 1938, by main water-system areas.*
32. Sulfaattiselluloosatehtaiden raaka-aineena käyttämä kotimainen pyöreä runkopuu v. 1938 päävesistöalueittain. — *Finnish round stem wood used as raw materials in sulphate pulpmills in 1938, by main water-system areas.*
33. Tulitikkutehtaiden puuraaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Raw materials used in match factories in 1938, by main water-system areas.*
34. Lastuvillatehtaiden raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Raw materials used by excelsior mills in 1938, by main water-system areas.*
35. Rullatehtaiden pyöreänä puuna hankittu raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Raw materials for spool mills delivered as round timber in 1938, by main water-system areas.*

36. Huonekalutehtaiden kotimainen raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain. — *Finnish raw materials used in the furniture factories in 1938, by main water-system areas.*
37. Teollisuustilastoon sisältyvän teollisuuden polttoaineiden käyttö v. 1936 päävesistöalueittain. — *Consumption of fuel by the industries included in the official statistics of industries in 1936, by main water-system areas.*
38. Teollisuustilastoon sisältyvän teollisuuden käyttämät halot v. 1936 päävesistöalueittain. — *Consumption of firewood by the industries included into the official statistics of industries in 1936, by main water-system areas.*
39. Meijerien käyttämät eri polttoaineet v. 1938 päävesistöalueittain. — *Different kinds of fuel used by the creameries in 1938, by main water-system areas.*
40. Meijerien käyttämät halot v. 1938 päävesistöalueittain. — *Fuel billets used by the creameries in 1938, by main water-system areas.*
41. Yhdistelmä liikenteen puun käytöstä v. 1938 päävesistöalueittain. — *Summary of the utilization of wood for means of communication in 1938, by main water-system areas.*
42. Valtion ja yksityisten rautateiden käyttämät halot sekä pyöreät ja veistetyt puutavarat v. 1938 päävesistöalueittain. — *Fuel billets and round and hewn timber used by the State and private railways in 1938, by main water-system areas.*
43. Laivaliikenteen käyttämät halot v. 1938 päävesistöalueittain. — *Fuel billets consumed by steamships in 1938, by main water-system areas.*
44. Kokonaisyhdistelmä halkojen käytöstä puulajeittain v. 1938. — *General summary of the consumption of fuel billets in 1938, by species of trees.*
45. Kokonaisyhdistelmä muun puun kuin polttopuun käytöstä puulajeittain v. 1938. — *General summary of the utilization of other wood than fuelwood in 1938, by species of trees.*
46. Maan koko halkojen ja muun puun käytön jakaantuminen eri päävesistöalueitten kesken käyttöryhmittäin v. 1938. — *Division of the utilization of fuelwood and other wood in the whole country in 1938, by main water-system areas and by groups of utilization.*
47. Maan koko halkojen käytön jakaantuminen eri päävesistöalueitten kesken käyttöryhmittäin v. 1938. — *Division of the utilization of fuelwood in the whole country in 1938, by main water-system areas and by groups of utilization.*
48. Maan koko muun kuin polttopuun käytön jakaantuminen eri päävesistöalueitten kesken käyttöryhmittäin v. 1938. — *Division of the utilization of other wood than fuelwood in the whole country in 1938, by main water-system areas and by groups of utilization.*
49. 6. puunkäyttöryhmä, käyttö puulajeittain v. 1938 (kaupunkien käyttö, maaseudun sekalaiset erät ynnä meijerien käyttö). Päävesistöalueittain. — *The 6th group of utilization, consumption by species of trees in 1938 (consumption in towns, miscellaneous items in the country and consumption in creameries). By main water-system areas.*
50. 6. puunkäyttöryhmä, käyttö puulajeittain v. 1938 (kaupunkien käyttö, maaseudun sekalaiset erät ynnä meijerien käyttö). Metsänhoitolautakuntien piireittäin. — *The 6th group of utilization, consumption by species of trees in 1938 (consumption in towns, miscellaneous items in the country and consumption in creameries). By forestry board districts.*
51. 6. käyttöryhmän puupolttoaineen käyttö (pinomittoina) v. 1938. — *Consumption of wood fuel in the 6th group of utilization in 1938 (stacked measure).*
52. Jalostamattoman puun vienti puutavaralajeittain v:sta 1911. — *Exports of unmanufactured wood by groups of articles from 1911.*

53. Metsäteollisuuden pyöreän kotimaisen puuraaka-aineen käyttö v:sta 1911 teollisuuslajeittain. — *Quantity of Finnish round wood used as raw materials in the different branches of the wood-working industry from 1911.*
54. Metsäteollisuuden pyöreän kotimaisen puuraaka-aineen käyttö v:sta 1923 puulajeittain. — *Quantity of Finnish round wood used as raw materials in the wood-working industry, by species of trees from 1923.*
55. Sahojen käyttämät kotimaiset oman sahauksen tukit v:sta 1925 puulajeittain. — *Finnish logs owned by the sawmills: quantitees sawn annually since 1925, by species of trees.*
56. Puuhiomoitten ja selluloosatehtaitten pyöreän kotimaisen paperipuun käyttö v:sta 1923 puulajeittain. — *Finnish round pulpwood used in mechanical and chemical pulp mills from 1923, by species of trees.*
57. Puuhiomoitten pyöreän puuraaka-aineen käyttö v:sta 1925. — *Round wood used as raw materials by mechanical pulp mills from 1925.*
58. Sulfiittiselluloosatehtaitten pyöreän puuraaka-aineen käyttö v:sta 1927. — *Round wood used as raw materials by sulphite pulp mills from 1927.*
59. Sulfaattiselluloosatehtaitten pyöreän puuraaka-aineen käyttö v:sta 1925. (Kaikki kotimaisia). — *Round wood used as raw materials by sulphate pulp mills from 1925. (All Finnish).*

TAULUKOT
TABLES

Taulukko 1. **Suomen puun käyttö v. 1938.**

Table 1. Utilization of wood in Finland in 1938.

Käyttöryhmä *Group of utilization*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Polttopuuta *Fuelwood*	Muuta puuta *Other wood*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*						
1. Jalostamattoman puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	1.88	0.96	0.03	0.05	2.92	0.01	2.91
2. Teollisuuden raakapuu — *Raw materials for industries*	8.55	8.25	1.19	0.18	18.17	—	18.17
3. Teollisuuden halot — *Fuel billets for industries*	0.47	0.18	0.34	0.23	1.22	1.22	—
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	0.36	0.03	0.80	0.22	1.41	1.16	0.25
5. Maaseudun kotikäyttö — *Rural household use*	4.07	1.94	2.85	2.82	11.68	8.76	2.92
6. Muut erät — *Other items*	0.73	0.26	1.40	0.24	2.63	2.47	0.16
Yhteensä — *Total*	16.06	11.62	6.61	3.74	38.03	13.62	24.41
	Jakaantuminen puulajeihin % — % *of the total, species of trees*						
1. Jalostamattoman puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	64.4	32.9	1.0	1.7	100	0.4	99.6
2. Teollisuuden raakapuu — *Raw materials for industries*	47.1	45.4	6.5	1.0	100	—	100.0
3. Teollisuuden halot — *Fuel billets for industries*	38.5	14.8	27.9	18.8	100	100.0	—
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	25.6	2.1	56.7	15.6	100	82.3	17.7
5. Maaseudun kotikäyttö — *Rural household use*	34.9	16.6	24.4	24.1	100	75.0	25.0
6. Muut erät — *Other items*	27.7	9.9	53.2	9.2	100	93.9	6.1
Yhteensä — *Total*	42.2	30.6	17.4	9.8	100	35.8	64.2
	Jakaantuminen käyttöryhmiin % — % *of the total, utilization*						
1. Jalostamattoman puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	11.7	8.3	0.5	1.3	7.7	0.1	11.9
2. Teollisuuden raakapuu — *Raw materials for industries*	53.2	71.0	18.0	4.8	47.8	—	74.5
3. Teollisuuden halot — *Fuel billets for industries*	2.9	1.5	5.1	6.2	3.2	9.0	—
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	2.2	0.3	12.1	5.9	3.7	8.5	1.0
5. Maaseudun kotikäyttö — *Rural household use*	25.4	16.7	43.1	75.4	30.7	64.3	12.0
6. Muut erät — *Other items*	4.6	2.2	21.2	6.4	6.9	18.1	0.6
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100	100

Taulukko 2. 6:nnen käyttöryhmän (muut erät) jakaantuminen tärkeimpiin alaryhmiin v. 1938.

Table 2. Division of the sixth group of utilization (other items) into specified undergroups in 1938.

Alaryhmä *Undergroup*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Polttopuuta *Fuel billets*	Muuta puuta *Other wood*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Mill. of act. solid cub.m. green wood excl. bark*						
Kaupungit: — *Towns:*							
Väestön käyttö — *Household use*	0.21	0.07	0.49	0.05	0.82	0.75	0.07
Julkiset laitokset ja niihin verrattavat — *Municipal institutions etc.*	0.09	0.03	0.20	0.01	0.33	0.31	0.02
Maaseutu: — *Country:*							
Kauppaloitten väestön käyttö — *Consumption by the population in small country-towns* ..	0.08	0.03	0.16	0.02	0.29	0.27	0.02
Julkiset laitokset ja niihin verrattavat — *Municipal institutions etc.*	0.31	0.10	0.49	0.13	1.03	0.98	0.05
Meijerien käyttö — *Consumption by creameries*	0.04	0.03	0.06	0.03	0.16	0.16	0.00
Yhteensä — *Total*	0.73	0.26	1.40	0.24	2.63	2.47	0.16

Taulukko 3. Kiinteitten polttoaineitten käyttö Suomessa ilman maaseutuväestön käyttöä.

Table 3. Utilization of non-liquid fuel in Finland excluding fuelwood used by rural population.

Käyttäjäryhmä *Utilization group*	Vuosi johon laskelma kohdistuu *Year*	Käyttö normaalivuotena koko maassa — *Total annual utilization of the whole country in normal years*				
		Halkoja *Billets*	Puujätteitä (mähaloiksi muunn.) *Wooden waste (calculated in pine-wood billets)*	Koksia *Coke*	Kivihiiltä *Coal*	Yhteensä (mähaloiksi muunn.[1]) *Total (calculated in pine-wood billets[1])*
		p-m³ kuorineen *m³ stacked*		tonnia — *tons*		p-m³ kuorineen *m³ stacked*
Teollisuus — *Industries*	1936	2 015 000	[2])4 673 000	47 200	903 700	12 393 000
Meijerit — *Creameries*	1938	269 000	[3])28 000	300	2 250	312 000
Valtion rautatiet — *State railways*	1938	1 357 000	[4])28 000	—	178 370	2 277 000
Yksityiset rautatiet — *Private railways*	1938	11 000	3 000	—	7 000	56 000
Laivojen Suomesta ostamat — *Supplied for steamers in Finland*	1938	570 000	77 000	—	[5]) 105 700	1 281 000
Muu liikenne — *Other means of communication*	1938	20 000	[6])	[7])	[7])	20 000
Kaasun valmistus — *Gas production*	1937	—	—	—	84 170	505 000
Kaupunkien asukkaat — *Town population*	1938	1 223 000	[8])308 000	[9]) 300 000		3 331 000
Kauppaloitten asukkaat — *Country-town population*	1938	455 000	76 000			531 000
Rajavartiosto ja puolustuslaitos — *Defence forces*	1938	223 000	1 000	2 420		239 000
Vankilat — *Prisons*	1938	66 000	[10]) 6 000	600		76 000
Muut julkiset laitokset — *Other public institutions*						
Kaupungeissa — *In towns*	1938	323 000	8 000	66 500		730 000
Maaseudulla — *In rural districts*	1938	1 523 000	21 000	[11])21 350		1 672 000
Yhteensä — *Total*		8 055 000	5 229 000	390 870 47 500	1 281 190	23 423 000
				1 719 560		

[1]) Kivihiili ja koksi muunnettuna mäntyhaloiksi kertomalla 6:lla, paitsi valtion rautateitten osalta 5:llä. — [1]) *Coal and coke calculated in pine wood billets by multiplying with 6, in the case of railways with 5.*

[2]) Lukuun sisältyy kantoja 3 000 p-m³, sysiä 30 000 p-m³ ja polttoturvetta 38 000 p-m³ mäntyhaloiksi muunnettuna. — [2]) *Including 3 000 m³ stumps 30 000 m³ charcoal and 38 000 m³ fuel peat calculated in pine wood billets.*

[3]) Määrään sisältyy polttoturvetta 126 m³. — [3]) *Including fuel peat, 126 m³.*

[4]) Polttoturvetta 9 300 tonnia. — [4]) *Fuel peat 9 300 tons.*

[5]) Lukua ei ole voitu täysin tarkistaa. — [5]) *It has not been possible to control the reliability of the figure.*

[6]) Erä on hyvin pieni. — [6]) *Very small quantity.*

[7]) Erä lienee varsin pieni. — [7]) *Probably a very small quantity.*

[8]) Lukuun sisältyy 700 tonnia polttoturvetta. — [8]) *Including 700 tons fuel peat.*

[9]) Arvio, joka nojaa siihen, että kivihiilen ynnä koksin keskimääräinen tuonti vuosittain vv. 1936—38 oli 1 911 000 tonnia. Ehkä osa tähän kohtaan merkitystä määrästä on käytetty julkisissa laitoksissa, joitten taulukkoon alempana merkityt määrät ovat siis todellista pienemmät. — [9]) *Estimate based on the assumption that the annual import of coal and coke was in 1936—38 on the average 1 911 000 tons. Possibly part of the quantity in question has been used in public institutions. Consequently the quantities of the last mentioned group are in reality possibly larger than those given below.*

[10]) Lukuun sisältyy 1 000 tonnia polttoturvetta. — [10]) *Including 1 000 tons fuel peat.*

[11]) » » 50 » » — [11]) » 50 » » »

Taulukko 4. Vuotuinen puunkäyttö pääkäyttöryhmittäin osaksi v:sta 1911 alkaen. (Luvut perustuvat lähinnä P ö n t y s e n laskemiin sarjoihin ja ne on tähän taulukkoon muunnettu kuorettomaksi, tuoreeksi puuksi.)

Table 4. Annual consumption of wood in the main groups of utilization. (Figures based on the series computed by P ö n t y n e n. In this table they have been converted into green wood without bark.)

Vuosi — *Year*	Yhteensä *Total*		Jalostamattoman puun vienti *Exports of unmanufactured wood*		Teoll. raakapuu *Raw materials for industries*		Teoll. polttopuu *Fuel billets for industries*		Liikenne *Means of communication*		Maas. kotikäyttö [1] *Rural household use* [1]		Muut erät *Other items*	
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*													
		%		%		%		%		%		%		%
1911			2.80		9.95									
1912			2.96		10.04									
1913			3.80		11.18									
1914			2.71		8.89									
1915			1.55		6.32									
1916			2.56		5.35		0.40							
1917			1.88		3.52		0.20							
1918			0.13		2.17		0.20							
1919			0.84		4.02		0.30							
1920			1.56		7.73		0.51							
1921			1.05		8.33		0.61							
1922			2.54		10.17		0.71							
1923	(34.03)	(*100*)	3.21	*9.4*	13.32	*39.1*	0.91	*2.7*	(1.21)	(*3.6*)	(13.24)	(*38.9*)	(2.14)	*6.3*
1924	(33.90)	(*100*)	3.00	*8.8*	13.40	*39.5*	0.91	*2.7*	1.21	*3.6*	(13.24)	(*39.1*)	(2.14)	*6.3*
1925	35.96	*100*	3.66	*10.2*	14.54	*40.4*	1.07	*3.0*	1.31	*3.6*	(13.24)	(*36.8*)	(2.14)	*6.0*
1926	37.65	*100*	3.63	*9.6*	16.03	*42.6*	1.17	*3.1*	1.44	*3.8*	(13.24)	(*35.2*)	(2.14)	*5.7*
1927	40.84	*100*	4.38	*10.7*	18.24	*44.7*	1.37	*3.4*	1.47	*3.6*	[2]13.24	*32.4*	2.14	*5.2*
1928	40.06	*100*	3.87	*9.7*	18.13	*45.2*	1.35	*3.4*	1.44	*3.6*	13.09	*32.7*	2.18	*5.4*
1929	37.22	*100*	3.15	*8.5*	16.42	*44.1*	1.15	*3.1*	1.32	*3.5*	12.95	*34.8*	2.23	*6.0*
1930	33.87	*100*	2.67	*7.9*	14.03	*41.4*	0.93	*2.7*	1.17	*3.5*	12.80	*37.8*	2.27	*6.7*
1931	31.28	*100*	1.61	*5.1*	12.67	*40.5*	0.83	*2.7*	1.20	*3.8*	12.66	*40.5*	2.31	*7.4*
1932	32.02	*100*	1.61	*5.0*	13.25	*41.4*	0.91	*2.8*	1.37	*4.3*	12.52	*39.1*	2.36	*7.4*
1933	35.23	*100*	2.32	*6.6*	15.71	*44.6*	1.07	*3.0*	1.35	*3.8*	12.38	*35.2*	2.40	*6.8*
1934	39.99	*100*	3.41	*8.5*	19.13	*47.9*	1.37	*3.4*	1.39	*3.5*	12.24	*30.6*	2.45	*6.1*
1935	38.70	*100*	3.32	*8.6*	18.07	*46.7*	1.27	*3.3*	1.45	*3.7*	12.10	*31.3*	2.49	*6.4*
1936	40.31	*100*	3.33	*8.2*	19.72	*48.9*	1.32	*3.3*	1.44	*3.6*	11.96	*29.7*	2.54	*6.3*
1937	43.32	*100*	3.94	*9.1*	22.08	*51.0*	1.46	*3.4*	1.44	*3.3*	11.82	*27.3*	2.58	*5.9*
1938	38.03	*100*	2.92	*7.7*	18.17	*47.8*	1.22	*3.2*	1.41	*3.7*	11.68	*30.7*	2.63	*6.9*
1939	33.02	*100*	2.26	*6.8*	13.82	*41.8*	1.22	*3.7*	1.41	*4.3*	11.68	*35.4*	2.63	*8.0*
1940	27.38	*100*	1.04	*3.8*	6.78	*24.8*	2.78	*10.2*	2.30	*8.4*	11.10	*40.5*	3.38	*12.3*
1941	30.57	*100*	1.04	*3.4*	7.49	*24.5*	2.78	*9.1*	3.20	*10.5*	11.10	*36.3*	4.96	*16.2*
1942	29.98	*100*	0.85	*2.8*	7.52	*25.1*	2.82	*9.4*	2.99	*10.0*	11.68	*39.0*	4.12	*13.7*
1943	31.86	*100*	0.97	*3.0*	8.68	*27.3*	2.94	*9.2*	3.04	*9.5*	11.68	*36.7*	4.55	*14.3*
1944	28.05	*100*	0.22	*0.8*	7.03	*25.1*	2.17	*7.7*	3.48	*12.4*	10.30	*36.7*	4.85	*17.3*
1945	30.63	*100*	0.48	*1.6*	8.82	*28.8*	2.03	*6.6*	(3.40)	(*11.1*)	11.10	*36.2*	(4.80)	(*15.7*)
1946	36.71	*100*	1.54	*4.2*	11.53	*31.4*	3.34	*9.1*	(3.40)	(*9.3*)	12.10	*33.0*	(4.80)	(*13.0*)
1947			2.15								12.10			
Yhteensä — *Total* 1923—38	592.41	*100*	50.03	*8.4*	262.91	*44.4*	18.31	*3.1*	21.62	*3.6*	202.40	*34.2*	37.14	*6.3*
Keskim. vuotta kohden 1923—38 — *Average per annum during 1923—38*	37.03		3.13		16.43		1.15		1.35		12.65		2.32	

[1]) Ilman teollisuussahoilta ostettua sahatavaraa. — [1]) *Excl. sawn timber purchased from industry sawmills.*

[2]) V:n 1927 tutkimuksen tulos korjattu huomioon ottaen, että osa ostetusta sahatavarasta on kotitarvesahoilta. — [2]) *The result of the investigation in 1927 corrected, considering that part of the purchased sawn timber has been delivered from small sawmills for home use.*

Taulukko 5. **Valtakunnan koko puun käyttö v:sta 1923 puulajeittain** (ulkomailta tuotu raakapuu ei ole mukana).

Table 5. Total consumption of wood in the whole country from 1923, by species of trees (excl. raw wood imported from foreign countries).

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	34.03	17.13	9.36	5.30	2.24	100	50.3	27.5	15.6	6.6
1924	33.90	17.00	9.39	5.30	2.21	100	50.2	27.7	15.6	6.5
1925	35.96	17.43	10.70	5.57	2.26	100	48.5	29.7	15.5	6.3
1926	37.65	17.96	11.77	5.66	2.26	100	47.7	31.3	15.0	6.0
1927	40.84	20.33	12.50	5.71	2.30	100	49.8	30.6	14.0	5.6
1928	40.06	19.72	12.21	5.73	2.40	100	49.2	30.5	14.3	6.0
1929	37.22	17.92	11.05	5.72	2.53	100	48.1	29.7	15.4	6.8
1930	33.87	15.65	10.01	5.58	2.63	100	46.2	29.5	16.5	7.8
1931	31.28	14.20	8.86	5.52	2.70	100	45.4	28.3	17.7	8.6
1932	32.02	14.41	9.20	5.62	2.79	100	45.0	28.7	17.6	8.7
1933	35.23	15.95	10.54	5.80	2.94	100	45.3	29.9	16.5	8.3
1934	39.99	18.16	12.72	6.07	3.04	100	45.4	31.8	15.2	7.6
1935	38.70	17.34	12.09	6.11	3.16	100	44.8	31.2	15.8	8.2
1936	40.31	18.31	12.44	6.21	3.35	100	45.4	30.9	15.4	8.3
1937	43.32	19.33	14.19	6.32	3.48	100	44.6	32.8	14.6	8.0
1938	38.03	16.06	11.62	6.61	3.74	100	42.2	30.6	17.4	9.8
1939	33.02	13.56	9.37	6.35	3.74	100	41.1	28.4	19.2	11.3
1940	27.38	10.62	5.49	7.35	3.92	100	38.8	20.1	26.8	14.3
1941	30.57	11.02	6.51	8.74	4.30	100	36.0	21.3	28.6	14.1
1942	29.98	11.18	6.28	8.25	4.27	100	37.3	20.9	27.5	14.3
1943	31.86	12.37	6.83	8.24	4.42	100	38.8	21.4	25.9	13.9
1944	28.05	10.11	6.03	7.99	3.92	100	36.0	21.5	28.5	14.0
1945	(30.63)	(11.67)	(6.69)	(8.17)	(4.10)	100	(38.1)	(21.8)	(26.7)	(13.4)
1946	(36.71)	(14.37)	(8.74)	(9.06)	(4.54)	100	(39.1)	(23.8)	(24.7)	(12.4)
1947										
Yhteensä—*Total* 1923—38	592.41	276.90	178.65	92.83	44.03					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	37.03	17.31	11.17	5.80	2.75	100	46.7	30.2	15.7	7.4

Taulukko 6. Jalostamattomana maasta viety puumäärä v:sta 1923 puulajeittain.

Table 6. Exports of unmanufactured wood from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	3.21	2.08	1.02	0.06	0.05	100	64.8	31.9	1.8	1.5
1924	3.00	2.14	0.78	0.06	0.02	100	71.4	25.8	2.1	0.7
1925	3.66	1.92	1.65	0.06	0.03	100	52.5	45.0	1.7	0.8
1926	3.63	1.62	1.94	0.04	0.03	100	44.6	53.5	1.1	0.8
1927	4.38	2.37	1.92	0.06	0.03	100	54.0	43.9	1.4	0.7
1928	3.87	2.07	1.74	0.05	0.01	100	53.5	44.9	1.3	0.3
1929	3.15	1.72	1.38	0.04	0.01	100	54.5	43.9	1.3	0.3
1930	2.67	1.68	0.93	0.04	0.02	100	62.9	34.8	1.5	0.8
1931	1.61	1.22	0.33	0.04	0.02	100	75.5	20.7	2.5	1.3
1932	1.61	1.27	0.29	0.04	0.01	100	79.1	17.7	2.5	0.7
1933	2.32	1.39	0.90	0.03	△	100	60.0	38.7	1.3	△
1934	3.41	1.88	1.50	0.03	△	100	55.2	43.9	0.9	△
1935	3.32	1.90	1.37	0.03	0.02	100	57.2	41.3	0.9	0.6
1936	3.33	2.17	1.08	0.05	0.03	100	65.2	32.4	1.5	0.9
1937	3.94	2.33	1.54	0.05	0.02	100	59.2	39.0	1.3	0.5
1938	2.92	1.88	0.96	0.03	0.05	100	64.4	32.9	1.0	1.7
1939	2.26	1.36	0.84	0.03	0.03	100	60.2	37.2	1.3	1.3
1940	1.04	0.45	0.56	0.02	0.01	100	43.3	53.8	1.9	1.0
1941	1.04	0.41	0.58	0.04	0.01	100	39.4	55.8	3.8	1.0
1942	0.85	0.52	0.31	0.01	0.01	100	61.1	36.5	1.2	1.2
1943	0.97	0.66	0.28	0.02	0.01	100	68.0	28.9	2.1	1.0
1944	0.22	0.14	0.06	0.01	0.01	100	63.6	27.3	4.5	4.6
1945	0.48	0.46	0.02	△	△	100	95.8	4.2	△	△
1946	1.54	1.22	0.30	0.01	0.01	100	79.2	19.5	0.6	0.7
1947	2.15	1.73	0.38	0.01	0.03	100	80.4	17.7	0.5	1.4
Yhteensä — *Total* 1923—38	50.03	29.64	19.33	0.71	0.35					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	3.13	1.85	1.21	0.05	0.02	100	59.3	38.6	1.4	0.7

Taulukko 7. Metsäteollisuuden käyttämä kotimainen raakapuu v:sta 1923 puulajeittain.

Table 7. Finnish raw materials used in the wood-manufacturing industry from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	13.32	7.88	4.93	0.47	0.04	100	59.2	37.0	3.5	0.3
1924	13.40	7.69	5.20	0.47	0.04	100	57.4	38.8	3.5	0.3
1925	14.54	8.21	5.60	0.67	0.06	100	56.5	38.5	4.6	0.4
1926	16.03	8.93	6.35	0.70	0.05	100	55.7	39.6	4.4	0.3
1927	18.24	10.47	7.04	0.66	0.07	100	57.4	38.6	3.6	0.4
1928	18.13	10.32	7.07	0.67	0.07	100	56.9	39.0	3.7	0.4
1929	16.42	9.14	6.45	0.76	0.07	100	55.7	39.3	4.6	0.4
1930	14.03	7.21	6.02	0.72	0.08	100	51.4	42.9	5.1	0.6
1931	12.67	6.36	5.57	0.66	0.08	100	50.2	44.0	5.2	0.6
1932	13.25	6.50	6.00	0.66	0.09	100	49.0	45.3	5.0	0.7
1933	15.71	8.01	6.77	0.80	0.13	100	51.0	43.1	5.1	0.8
1934	19.13	9.68	8.40	0.94	0.11	100	50.6	43.9	4.9	0.6
1935	18.07	8.96	8.00	0.98	0.13	100	49.6	44.3	5.4	0.7
1936	19.72	9.76	8.72	1.10	0.14	100	49.5	44.2	5.6	0.7
1937	22.08	10.62	10.09	1.19	0.18	100	48.1	45.7	5.4	0.8
1938	18.17	8.55	8.25	1.19	0.18	100	47.1	45.4	6.5	1.0
1939	13.82	6.57	6.12	0.93	0.20	100	47.5	44.3	6.7	1.5
1940	6.78	3.81	2.29	0.57	0.11	100	56.2	33.8	8.4	1.6
1941	7.49	3.79	3.11	0.51	0.08	100	50.6	41.5	6.8	1.1
1942	7.52	3.81	3.13	0.51	0.07	100	50.7	41.6	6.8	0.9
1943	8.68	4.57	3.42	0.59	0.10	100	52.6	39.4	6.8	1.2
1944	7.03	3.48	2.95	0.49	0.11	100	49.5	41.9	7.0	1.6
1945	8.82	4.48	3.68	0.55	0.11	100	50.8	41.7	6.2	1.3
1946	11.53	5.56	5.08	0.82	0.07	100	48.2	44.1	7.1	0.6
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	262.91	138.29	110.46	12.64	1.52					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	16.43	8.64	6.90	0.79	0.10	100	52.6	42.0	4.8	0.6

Taulukko 8. **Teollisuuden käyttämät runkopuuhalot v:sta 1923 puulajeittain.**

Table 8. Fuelwood billets used in the industry from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	0.91	0.34	0.21	0.25	0.11	[1]) 100	(37.7)	(22.6)	(27.4)	(12.3)
1924	0.91	0.34	0.21	0.25	0.11					
1925	1.07	0.41	0.24	0.29	0.13	100	37.7	22.6	27.4	12.3
1926	1.17	0.45	0.27	0.31	0.14	100	37.9	23.3	26.7	12.1
1927	1.37	0.52	0.32	0.37	0.16	100	37.5	23.5	27.2	11.8
1928	1.35	0.51	0.27	0.40	0.17	100	37.3	20.1	29.9	12.7
1929	1.15	0.42	0.19	0.35	0.19	100	35.9	16.7	30.7	16.7
1930	0.93	0.34	0.12	0.30	0.17	100	35.9	13.0	32.6	18.5
1931	0.83	0.31	0.11	0.27	0.14	100	36.6	13.4	32.9	17.1
1932	0.91	0.34	0.14	0.30	0.13	100	36.7	15.6	33.3	14.4
1933	1.07	0.41	0.17	0.35	0.14	100	37.7	16.1	33.0	13.2
1934	1.37	0.53	0.22	0.45	0.17	100	38.2	16.2	33.1	12.5
1935	1.27	0.49	0.20	0.42	0.16	100	38.1	15.9	33.3	12.7
1936	1.32	0.51	0.19	0.37	0.25	100	38.2	14.5	28.2	19.1
1937	1.46	0.64	0.20	0.37	0.25	100	43.4	13.8	25.5	17.3
1938	1.22	0.47	0.18	0.34	0.23	100	38.5	14.8	27.9	18.8
1939	1.22	0.47	0.18	0.34	0.23	100	38.5	14.8	27.9	18.8
1940	2.78	1.08	0.42	0.78	0.50	100	38.8	15.1	28.1	18.0
1941	2.78	1.08	0.42	0.78	0.50	100	38.8	15.1	28.1	18.0
1942	2.82	1.10	0.42	0.79	0.51	100	39.0	14.9	28.0	18.1
1943	2.94	1.15	0.44	0.82	0.53	100	39.1	15.0	27.9	18.0
1944	2.17	0.79	0.44	0.57	0.37	100	36.4	20.3	26.3	17.0
1945	2.03	0.79	0.30	0.57	0.37	100	38.9	14.8	28.1	18.2
1946	3.34	1.30	0.50	0.94	0.60	100	38.9	15.0	28.1	18.0
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	18.31	7.03	3.24	5.39	2.65					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	1.15	0.44	0.20	0.34	0.17	100	38.2	17.4	29.6	14.8

[1]) Arviolta vuodet 1923 ja 1924. — [1]) *In 1923 and 1924 according to estimation.*

Taulukko 9. Liikenteen puun käyttö v:sta 1923 puulajeittain.

Table 9. Wood used for means of communication from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Mil'j. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	1.21	0.69	0.08	0.38	0.06	[1]) 100	(56.9)	(6.9)	(31.6)	(4.6)
1924	1.21	0.69	0.08	0.38	0.06					
1925	1.31	0.75	0.09	0.41	0.06	100	56.9	6.9	31.6	4.6
1926	1.44	0.82	0.09	0.47	0.06	100	57.1	6.3	32.4	4.2
1927	1.47	0.83	0.10	0.48	0.06	100	56.6	6.9	32.4	4.1
1928	1.44	0.83	0.09	0.46	0.06	100	57.8	6.3	31.7	4.2
1929	1.32	0.76	0.09	0.41	0.06	100	57.2	6.9	31.3	4.6
1930	1.17	0.67	0.08	0.36	0.06	100	56.9	6.9	31.0	5.2
1931	1.20	0.68	0.08	0.38	0.06	100	56.6	6.7	31.7	5.0
1932	1.37	0.79	0.09	0.43	0.06	100	57.4	6.6	31.6	4.4
1933	1.35	0.76	0.09	0.44	0.06	100	56.0	6.7	32.8	4.5
1934	1.39	0.79	0.09	0.45	0.06	100	56.5	6.5	32.6	4.4
1935	1.45	0.83	0.09	0.47	0.06	100	57.3	6.3	32.2	4.2
1936	1.44	0.83	0.09	0.46	0.06	100	57.3	6.3	32.2	4.2
1937	1.44	0.83	0.09	0.46	0.06	100	57.3	6.3	32.2	4.2
1938	1.41	0.36	0.03	0.80	0.22	100	25.6	2.1	56.7	15.6
1939	1.41	0.36	0.03	0.80	0.22	100	25.6	2.1	56.7	15.6
1940	2.30	0.51	0.04	1.43	0.32	100	22.2	1.7	62.2	13.9
1941	3.20	0.58	0.05	1.97	0.60	100	18.1	1.6	61.6	18.7
1942	2.99	0.56	0.05	1.88	0.50	100	18.7	1.7	62.9	16.7
1943	3.04	0.66	0.24	1.57	0.57	100	21.7	7.9	51.6	18.8
1944	3.48	0.77	0.35	1.83	0.53	100	22.1	10.1	52.6	15.2
1945	(3.40)	(0.75)	(0.34)	(1.79)	(0.52)	100	(22.1)	(10.1)	(52.6)	(15.2)
1946	(3.40)	(0.75)	(0.34)	(1.79)	(0.52)	100	(22.1)	(10.1)	(52.6)	(15.2)
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	21.62	11.91	1.35	7.24	1.12					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	1.35	0.74	0.09	0.45	0.07	100	55.1	6.2	33.5	5.2

[1]) Arviolta vuodet 1923 ja 1924. — [1]) *In 1923 and 1924 according to estimation.*

Taulukko 10. **Maaseutuväestön puun käyttö v:sta 1923 puulajeittain.**

Table 10. Consumption of wood by the rural population from 1923, by species of trees. (Excl. wood purchased from industry sawmills.)

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	13.24	5.42	2.83	3.15	1.84	100	40.9	21.4	23.8	13.9
1924	13.24	5.42	2.83	3.15	1.84	100	40.9	21.4	23.8	13.9
1925	13.24	5.42	2.83	3.15	1.84	100	40.9	21.4	23.8	13.9
1926	13.24	5.42	2.83	3.15	1.84	100	40.9	21.4	23.8	13.9
1927	[1])13.24	5.42	2.83	3.15	1.84	100	40.9	21.4	23.8	13.9
1928	13.09	5.27	2.75	3.13	1.94	100	40.3	21.0	23.9	14.8
1929	12.95	5.15	2.65	3.10	2.05	100	39.8	20.5	23.9	15.8
1930	12.80	5.02	2.57	3.07	2.14	100	39.2	20.1	24.0	16.7
1931	12.66	4.90	2.49	3.04	2.23	100	38.7	19.7	24.0	17.6
1932	12.52	4.78	2.40	3.02	2.32	100	38.2	19.2	24.1	18.5
1933	12.38	4.65	2.33	2.98	2.42	100	37.6	18.8	24.1	19.5
1934	12.24	4.54	2.24	2.96	2.50	100	37.1	18.3	24.2	20.4
1935	12.10	4.43	2.16	2.93	2.58	100	36.6	17.9	24.2	21.3
1936	11.96	4.31	2.09	2.91	2.65	100	36.0	17.5	24.3	22.2
1937	11.82	4.18	2.01	2.89	2.74	100	35.4	17.0	24.4	23.2
1938	11.68	4.07	1.94	2.85	2.82	100	34.9	16.6	24.4	24.1
1939	11.68	4.07	1.94	2.85	2.82	100				
1940	11.10	3.87	1.84	2.71	2.68	100				
1941	11.10	3.87	1.84	2.71	2.68	100				
1942	11.68	4.07	1.94	2.85	2.82	100				
1943	11.68	4.07	1.94	2.85	2.82	100	34.9	16.6	24.4	24.1
1944	10.30	3.60	1.71	2.51	2.48	100				
1945	11.10	3.87	1.84	2.71	2.68	100				
1946	12.10	4.22	2.01	2.95	2.92	100				
1947	12.10	4.22	2.01	2.95	2.92	100				
Yhteensä — *Total* 1923—38	202.40	78.40	39.78	48.63	35.59					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	12.65	4.91	2.49	3.03	2.22	100	38.8	19.7	24.0	17.5

[1]) V:n 1927 tutkimuksen tulos korjattu huomioon ottaen, että osa ostetusta sahatavarasta on kotitarvesahoilta. — [1]) *The result of the investigation in 1927 corrected, considering that part of the sawn timber has been purchased from small sawmills for home use.*

Taulukko 11. »Muu» puun käyttö (6. käyttöryhmä) v:sta 1923 puulajeittain.

Table 11. Consumption of wood by »others» (sixth group of utilization) from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	2.14	0.72	0.29	0.99	0.14	100	33.9	13.5	46.2	6.4
1924	2.14	0.72	0.29	0.99	0.14	100	33.9	13.5	46.2	6.4
1925	2.14	0.72	0.29	0.99	0.14	100	33.9	13.5	46.2	6.4
1926	2.14	0.72	0.29	0.99	0.14	100	33.9	13.5	46.2	6.4
1927	2.14	0.72	0.29	0.99	0.14	100	33.9	13.5	46.2	6.4
1928	2.18	0.72	0.29	1.02	0.15	100	33.3	13.2	46.8	6.7
1929	2.23	0.73	0.29	1.06	0.15	100	32.8	12.8	47.5	6.9
1930	2.27	0.73	0.29	1.09	0.16	100	32.2	12.5	48.1	7.2
1931	2.31	0.73	0.28	1.13	0.17	100	31.6	12.2	48.8	7.4
1932	2.36	0.73	0.28	1.17	0.18	100	31.1	11.8	49.4	7.7
1933	2.40	0.73	0.28	1.20	0.19	100	30.5	11.6	50.0	7.9
1934	2.45	0.74	0.27	1.24	0.20	100	30.0	11.2	50.6	8.2
1935	2.49	0.73	0.27	1.28	0.21	100	29.4	10.9	51.3	8.4
1936	2.54	0.73	0.27	1.32	0.22	100	28.8	10.6	51.9	8.7
1937	2.58	0.73	0.26	1.36	0.23	100	28.3	10.2	52.5	9.0
1938	2.63	0.73	0.26	1.40	0.24	100	27.7	9.9	53.2	9.2
1939	2.63	0.73	0.26	1.40	0.24	100	27.7	9.9	53.2	9.2
1940	3.38	0.90	0.34	1.84	0.30	100	26.6	10.1	54.4	8.9
1941	4.96	1.29	0.51	2.73	0.43	100	26.0	10.3	55.0	8.7
1942	4.12	1.12	0.43	2.21	0.36	100	27.2	10.4	53.7	8.7
1943	4.55	1.26	0.51	2.39	0.39	100	27.7	11.2	52.5	8.6
1944	4.85	1.33	0.52	2.58	0.42	100	27.4	10.7	53.2	8.7
1945	(4.80)	(1.32)	(0.51)	(2.55)	(0.42)	100	(27.4)	(10.7)	(53.2)	(8.7)
1946	(4.80)	(1.32)	(0.51)	(2.55)	(0.42)	100	(27.4)	(10.7)	(53.2)	(8.7)
1947 [1]										
Yhteensä — *Total* 1923—38	37.14	11.63	4.49	18.22	2.80					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	2.32	0.73	0.28	1.14	0.17	100	31.5	12.1	49.1	7.3

Taulukko 12. **Metsien koko poistuma puulajeittain v:sta 1923 ja sen vertaaminen kasvuun (kasvutase).**

Table 12. Total removal of wood in the forests, by species of trees, from 1923 compared with the growth (increment balance).

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	38.69	19.35	10.84	6.10	2.40	100	50.0	28.0	15.8	6.2
1924	38.56	19.22	10.87	6.10	2.37	100	49.8	28.2	15.8	6.2
1925	40.71	19.69	12.21	6.39	2.42	100	48.4	30.0	15.7	5.9
1926	42.45	20.24	13.30	6.48	2.43	100	47.7	31.3	15.3	5.7
1927	45.79	22.69	14.08	6.55	2.47	100	49.6	30.7	14.3	5.4
1928	44.83	22.01	13.72	6.53	2.57	100	49.1	30.6	14.6	5.7
1929	41.79	20.13	12.48	6.49	2.69	100	48.2	29.9	15.5	6.4
1930	38.15	17.72	11.34	6.31	2.78	100	46.5	29.7	16.5	7.3
1931	35.39	16.21	10.12	6.22	2.84	100	45.8	28.6	17.6	8.0
1932	36.03	16.38	10.42	6.30	2.93	100	45.5	28.9	17.5	8.1
1933	39.38	18.00	11.79	6.51	3.08	100	45.7	30.0	16.5	7.8
1934	44.26	20.27	14.00	6.78	3.21	100	45.8	31.6	15.3	7.3
1935	42.89	19.43	13.35	6.80	3.31	100	45.3	31.1	15.9	7.7
1936	44.45	20.39	13.66	6.89	3.51	100	45.9	30.7	15.5	7.9
1937	47.58	21.47	15.45	7.01	3.65	100	45.1	32.5	14.7	7.7
1938	41.84	18.00	12.73	7.23	3.88	100	43.0	30.4	17.3	9.3
1939	36.59	15.36	10.39	6.96	3.88	100	42.0	28.4	19.0	10.6
1940	30.63	12.08	6.27	8.13	4.15	100	39.4	20.5	26.5	13.6
1941	33.93	12.50	7.33	9.56	4.54	100	36.8	21.6	28.2	13.4
1942	33.34	12.84	7.15	8.93	4.42	100	38.5	21.4	26.8	13.3
1943	35.31	14.09	7.72	8.92	4.58	100	39.9	21.9	25.3	12.9
1944	31.30	11.69	6.88	8.66	4.07	100	37.3	22.0	27.7	13.0
1945	(33.99)	(13.30)	(7.57)	(8.86)	(4.26)	100	(39.1)	(22.3)	(26.1)	(12.5)
1946	(40.35)	(16.14)	(9.67)	(9.82)	(4.72)	100	(40.0)	(24.0)	(24.3)	(11.7)
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	662.79	311.20	200.36	104.69	46.54					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	41.42	19.45	12.52	6.54	2.91	100	47.0	30.2	15.8	7.0
							—1.4	+27.8	+93.1	—19.5
Puuvaraston muutos kasvutaseen mukaan kaikkiaan 1923—38 — *Alteration of the growing stock according to the increment balance, total 1923—38*	+58.01	—0.80	+16.12	+54.03	—11.34					
Keskim. vuotta kohden — *Average per annum*	+ 3.63	—0.05	+ 1.01	+ 3.38	— 0.71	100				

Kasvu — *Growth of the forests*

1922	44.40	19.71	12.26	10.30	2.13	100	44.4	27.6	23.2	4.8
1938	45.70	19.09	14.81	9.54	2.26	100	41.8	32.4	20.9	4.9
Keskim. vuotta kohden — *Average per annum*	45.05	19.40	13.53	9.92	2.20	100	43.1	30.0	22.0	4.9
Kaikkiaan — *Total* 1923—38	720.80	310.40	216.48	158.72	35.20					

Taulukko 13. **Hakkuutähteitten määrä v:sta 1923 puulajeittain.**

Table 13. Quantity of cutting waste from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	1.70	0.72	0.59	0.28	0.11	100	42.6	34.7	16.5	6.2
1924	1.70	0.72	0.59	0.28	0.11	100	42.6	34.7	16.5	6.2
1925	1.80	0.77	0.62	0.30	0.11	100	42.6	34.7	16.5	6.2
1926	1.84	0.78	0.64	0.30	0.12	100	42.6	34.7	16.5	6.2
1927	1.96	0.84	0.68	0.32	0.12	100	42.6	34.7	16.5	6.2
1928	1.88	0.82	0.64	0.30	0.12	100	43.5	34.0	16.3	6.2
1929	1.71	0.76	0.57	0.27	0.11	100	44.3	33.4	16.1	6.2
1930	1.56	0.70	0.51	0.25	0.10	100	45.2	32.7	15.9	6.2
1931	1.41	0.65	0.45	0.22	0.09	100	46.1	32.0	15.7	6.2
1932	1.41	0.66	0.44	0.22	0.09	100	46.9	31.3	15.6	6.2
1933	1.51	0.72	0.46	0.24	0.09	100	47.7	30.7	15.4	6.2
1934	1.68	0.81	0.50	0.26	0.11	100	48.6	30.0	15.2	6.2
1935	1.62	0.80	0.48	0.24	0.10	100	49.5	29.3	15.0	6.2
1936	1.65	0.83	0.47	0.25	0.10	100	50.3	28.7	14.8	6.2
1937	1.73	0.88	0.49	0.25	0.11	100	51.1	28.0	14.6	6.3
1938	1.47	0.77	0.40	0.21	0.09	100	52.0	27.3	14.4	6.3
1939	1.28	0.66	0.33	0.20	0.09	100	51.6	25.8	15.6	7.0
1940	1.03	0.50	0.19	0.24	0.10	100	48.6	18.4	23.3	9.7
1941	1.12	0.52	0.22	0.28	0.10	100	46.4	19.7	25.0	8.9
1942	1.12	0.54	0.22	0.26	0.10	100	48.2	19.7	23.2	8.9
1943	1.19	0.59	0.23	0.26	0.11	100	49.6	19.3	21.8	9.3
1944	1.03	0.48	0.20	0.25	0.10	100	46.6	19.4	24.3	9.7
1945	(1.12)	(0.52)	(0.22)	(0.27)	(0.11)	100	(46.6)	(19.4)	(24.3)	(9.7)
1946	(1.35)	(0.63)	(0.26)	(0.33)	(0.13)	100	(46.6)	(19.4)	(24.3)	(9.7)
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	26.63	12.23	8.53	4.19	1.68					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	1.66	0.76	0.53	0.26	0.11	100	45.9	32.1	15.7	6.3

Taulukko 14. Uittohäviön määrä v:sta 1923 puulajeittain.

Table 14. Loss in floating from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	0.36	0.22	0.12	0.02	0.00	100	61.4	33.3	4.8	0.5
1924	0.36	0.22	0.12	0.02	0.00	100	61.4	33.3	4.8	0.5
1925	0.35	0.21	0.12	0.02	0.00	100	61.4	33.3	4.8	0.5
1926	0.36	0.22	0.12	0.02	0.00	100	61.4	33.3	4.8	0.5
1927	0.39	0.24	0.13	0.02	0.00	100	61.4	33.3	4.8	0.5
1928	0.39	0.24	0.13	0.02	0.00	100	60.7	33.4	5.3	0.6
1929	0.36	0.22	0.12	0.02	0.00	100	60.1	33.5	5.7	0.7
1930	0.32	0.19	0.11	0.02	0.00	100	59.5	33.5	6.2	0.8
1931	0.30	0.18	0.10	0.02	0.00	100	58.8	33.6	6.7	0.9
1932	0.30	0.18	0.10	0.02	0.00	100	58.1	33.7	7.2	1.0
1933	0.34	0.20	0.11	0.03	0.00	100	57.6	33.8	7.6	1.0
1934	0.39	0.22	0.13	0.03	0.01	100	56.9	33.9	8.1	1.1
1935	0.37	0.21	0.13	0.03	0.00	100	56.2	34.0	8.6	1.2
1936	0.39	0.22	0.13	0.03	0.01	100	55.6	34.0	9.1	1.3
1937	0.43	0.23	0.15	0.04	0.01	100	55.0	34.1	9.5	1.4
1938	0.34	0.18	0.12	0.03	0.01	100	54.3	34.4	9.8	1.5
1939	0.29	0.15	0.10	0.03	0.01	100	51.7	34.5	10.3	3.5
1940	0.22	0.12	0.06	0.03	0.01	100	54.5	27.3	13.6	4.6
1941	0.24	0.12	0.07	0.04	0.01	100	50.0	29.1	16.7	4.2
1942	0.24	0.13	0.06	0.04	0.01	100	54.2	25.0	16.7	4.1
1943	0.26	0.14	0.07	0.04	0.01	100	53.9	26.9	15.4	3.8
1944	0.22	0.11	0.06	0.04	0.01	100	50.0	27.3	18.2	4.5
1945	(0.24)	(0.12)	(0.07)	(0.04)	(0.01)	100	(50.0)	(27.3)	(18.2)	(4.5)
1946	(0.29)	(0.15)	(0.08)	(0.05)	(0.01)	100	(50.0)	(27.3)	(18.2)	(4.5)
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	5.75	3.38	1.94	0.39	0.04					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	0.36	0.21	0.12	0.03	0.00	100	58.8	33.7	6.8	0.7

Taulukko 15. **Käyttämättä lahoava puumäärä v:sta 1923 puulajeittain.**

Table 15. Unused rotting wood, by species of trees from 1923.

Vuosi *Year*	Yk-teensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Yh-teensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*					%				
1923	2.6	1.28	0.77	0.50	0.05					
1924	2.6	1.28	0.77	0.50	0.05					
1925	2.6	1.28	0.77	0.50	0.05					
1926	2.6	1.28	0.77	0.50	0.05					
1927	2.6	1.28	0.77	0.50	0.05					
1928	2.5	1.23	0.74	0.48	0.05					
1929	2.5	1.23	0.74	0.48	0.05					
1930	2.4	1.18	0.71	0.46	0.05					
1931	2.4	1.18	0.71	0.46	0.05					
1932	2.3	1.13	0.68	0.44	0.05					
1933	2.3	1.13	0.68	0.44	0.05	100	49.1	29.7	19.1	2.1
1934	2.2	1.08	0.65	0.42	0.05					
1935	2.2	1.08	0.65	0.42	0.05					
1936	2.1	1.03	0.62	0.40	0.05					
1937	2.1	1.03	0.62	0.40	0.05					
1938	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1939	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1940	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1941	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1942	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1943	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1944	2.0	0.99	0.59	0.38	0.04					
1945	(2.0)	(0.99)	(0.59)	(0.38)	(0.04)					
1946	(2.0)	(0.99)	(0.59)	(0.38)	(0.04)					
1947										
Yhteensä — *Total* 1923—38	38.00	18.69	11.24	7.28	0.79					
Keskim. vuotta kohden aikana 1923—38 — *Average per annum 1923—38*	2.37	1.17	0.70	0.45	0.05					

Taulukko 16. Valtakunnan metsien kokonaispoistuma vv. 1927 ja 1938 metsien kasvun rinnalla.

Table 16. Total removal of wood in forests of the whole country in 1927 and 1938 compared with the growth of the forests.

		Yhteensä *Total*		Mänty *Pine*		Kuusi *Spruce*		Koivu *Birch*		Muut *Other*	
		Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark*									
			% of total removal		% of total removal		% of total removal		% of total removal		% of total removal
Käyttö — *Consumption*	1938	38.03	90.9	16.06	89.2	11.62	91.3	6.61	91.4	3.74	96.4
		100		*42.2*		*30.6*		*17.4*		*9.8*	
	1927	40.84	89.2	20.33	89.6	12.50	88.8	5.71	87.2	2.30	93.1
		100		*49.8*		*30.6*		*14.0*		*5.6*	
Hakkuutähteet — *Cutting waste*	1938	1.47	3.5	0.77	4.3	0.40	3.1	0.21	2.9	0.09	2.3
		100		*52.0*		*27.3*		*14.4*		*6.3*	
	1927	1.96	4.3	0.84	3.7	0.68	4.8	0.32	4.9	0.12	4.9
		100		*42.6*		*34.7*		*16.5*		*6.2*	
Uittohäviö — *Loss in floating*	1938	0.34	0.8	0.18	1.0	0.12	1.0	0.03	0.4	0.01	0.3
		100		*54.3*		*34.4*		*9.8*		*1.5*	
	1927	0.39	0.8	0.24	1.1	0.13	0.9	0.02	0.3	0.00	0.0
		100		*61.4*		*33.3*		*4.8*		*0.5*	
Käyttämättä lahoava — *Unused rotting (owing to self-thinning)*	1938 [1]	2.00	4.8	0.99	5.5	0.59	4.6	0.38	5.3	0.04	1.0
		100		*49.1*		*29.7*		*19.1*		*2.1*	
	1927	2.60	5.7	1.28	5.6	0.77	5.5	0.50	7.6	0.05	2.0
		100		*49.1*		*29.7*		*19.1*		*2.1*	
Yhteensä — *Total*	1938	41.84	100	18.00	100	12.73	100	7.23	100	3.88	100
		100		*43.0*		*30.4*		*17.3*		*9.3*	
	1927	45.79	100	22.69	100	14.08	100	6.55	100	2.47	100
		100		*49.6*		*30.7*		*14.3*		*5.4*	
Kasvu — *Growth* V. 1938 (valtakunnan metsien II arvio) — *in 1938 (II national forest survey)*		45.70	109.2	19.09	106.1	14.81	116.3	9.54	132.0	2.26	58.2
		100		*41.8*		*32.4*		*20.9*		*4.9*	
V. 1927 (valtakunnan metsien I arvio) — *in 1927 (I national forest survey)*		44.40	97.0	19.71	86.9	12.26	87.1	10.30	157.3	2.13	86.2
		100		*44.4*		*27.6*		*23.2*		*4.8*	

[1]) Puulajisuhteet merkitty arviolta samoiksi kuin v. 1938. — [1]) *The proportions of the species of trees estimated as in 1938.*

Taulukko 17. Metsien kokonaispoistuma pää-

Table 17. Total removal of wood in the forests com-

Vesistöalue ja vesistöalueryhmä *Water-system area and group of water-system areas*	Kaikkiaan — *Total*			Mänty — *Pine*		
	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Poistuma kasvusta *Removal in percent of the growth*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Poistuma kasvusta *Removal in percent of the growth*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, tuoreena —					
			%			%
1. Ahvenanmaa	0.09	0.18	*50.0*	0.02	0.07	*28.6*
2. Lounaisen rannikon	1.84	2.30	*80.0*	0.69	0.98	*70.4*
3. Eteläisen »	2.34	2.00	*117.0*	0.71	0.63	*112.7*
4. Kokemäenjoen läntinen	3.51	3.31	*106.0*	1.11	1.08	*102.8*
5. » itäinen	1.48	1.98	*74.7*	0.46	0.56	*82.1*
6. Päijänteen—Kymijoen	3.27	3.71	*88.1*	1.47	1.66	*88.6*
7. Päijänteen pohjoinen	2.75	3.60	*76.4*	1.26	1.45	*86.9*
8. Saimaan eteläinen	3.21	3.62	*88.7*	1.59	1.74	*91.4*
9. » pohjoinen	3.01	2.75	*109.5*	1.06	0.84	*126.2*
10. Pielisen	2.48	2.67	*92.9*	1.15	1.24	*92.7*
11. Kaakkoisen rannikon	3.16	2.72	*116.2*	1.39	1.22	*113.9*
12. Pohjois-Laatokan	2.78	2.99	*93.0*	1.19	1.11	*107.2*
13. Pohjanmaan eteläinen	1.92	2.68	*71.6*	0.69	1.12	*61.6*
14. » pohjoinen	2.29	2.16	*106.0*	1.10	0.97	*113.4*
15. Oulujoen	2.11	2.15	*98.1*	0.87	1.05	*82.9*
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	1.38	1.75	*78.9*	0.72	0.76	*94.7*
17. Tornio—Muoniojokien	0.71	0.46	*154.3*	0.42	0.25	*168.0*
18. Kemijoen	2.60	2.46	*105.7*	1.50	1.12	*133.9*
19. Tuntsa—Oulankajokien	0.47	0.86	*54.7*	0.27	0.33	*81.8*
20. Jäämeren	0.44	1.35	*32.6*	0.33	0.91	*36.3*
Koko valtakunta — *Whole country*	41.84	45.70	*91.6*	18.00	19.09	*94.3*
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	34.13	36.67	*93.1*	13.89	14.67	*94.7*
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	7.71	9.03	*85.4*	4.11	4.42	*93.0*
1—7. Länsi-Suomen vesistöal.	15.28	17.08	*89.5*	5.72	6.43	*89.0*
8—12. Itä-Suomen »	14.64	14.75	*99.3*	6.38	6.15	*103.7*
13, 14. Pohjanmaan »	4.21	4.84	*87.0*	1.79	2.09	*85.6*
15, 16. Oulu—Iijokien »	3.49	3.90	*89.5*	1.59	1.81	*87.8*
17—20. Lapin »	4.22	5.13	*82.3*	2.52	2.61	*96.6*

vesistöalueittain v. 1938 verrattuna kasvuun.

pared with the growth in 1938, by main water-system areas.

Kuusi — *Spruce*			Koivu — *Birch*			Muut — *Other*			
Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Poistuma kasvusta *Removal in percent. of the growth*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Poistuma kasvusta *Removal in percent. of the growth*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Poistuma kasvusta *Removal in percent. of the growth*	
Mill. of act. solid cub. m. green wood excl. bark									
		%			%			%	
0.05	0.08	*62.5*	0.01	0.02	*50.0*	0.01	0.01	*100.0*	1
0.72	1.02	*70.6*	0.31	0.24	*129.2*	0.12	0.06	*200.0*	2
0.93	1.04	*89.4*	0.49	0.24	*204.2*	0.21	0.09	*233.3*	3
1.44	1.72	*83.7*	0.65	0.44	*147.7*	0.31	0.07	*442.9*	4
0.65	0.99	*65.7*	0.23	0.32	*71.9*	0.14	0.11	*127.3*	5
0.68	0.82	*82.9*	0.65	0.93	*69.9*	0.47	0.30	*156.7*	6
0.77	1.02	*75.5*	0.43	0.92	*46.7*	0.29	0.21	*138.1*	7
0.46	0.65	*70.8*	0.61	0.92	*66.3*	0.55	0.31	*177.4*	8
0.97	0.97	*100.0*	0.59	0.71	*83.1*	0.39	0.23	*169.6*	9
0.77	0.69	*111.6*	0.34	0.60	*56.7*	0.22	0.14	*157.1*	10
0.76	0.79	*96.2*	0.58	0.54	*107.4*	0.43	0.17	*252.9*	11
0.77	0.79	*97.5*	0.49	0.83	*59.0*	0.33	0.26	*126.9*	12
0.70	1.02	*68.6*	0.40	0.45	*88.9*	0.13	0.09	*144.4*	13
0.57	0.61	*93.4*	0.44	0.48	*91.7*	0.18	0.10	*180.0*	14
0.89	0.72	*123.6*	0.30	0.35	*85.7*	0.05	0.03	*166.7*	15
0.47	0.58	*81.0*	0.17	0.37	*45.9*	0.02	0.04	*50.0*	16
0.17	0.10	*170.0*	0.11	0.10	*110.0*	0.01	0.01	*100.0*	17
0.79	0.71	*111.3*	0.29	0.60	*48.3*	0.02	0.03	*66.7*	18
0.14	0.39	*35.9*	0.06	0.14	*42.9*	△	0.00	—	19
0.03	0.10	*30.0*	0.08	0.34	*23.5*	△	0.00	—	20
12.73	14.81	*86.0*	7.23	9.54	*75.8*	3.88	2.26	*172.1*	
10.24	12.21	*83.9*	6.22	7.64	*81.4*	3.78	2.15	*175.8*	
2.49	2.60	*95.8*	1.01	1.90	*53.2*	0.10	0.11	*90.9*	
5.24	6.69	*78.3*	2.77	3.11	*89.1*	1.55	0.85	*182.4*	1—7
3.73	3.89	*95.9*	2.61	3.60	*72.5*	1.92	1.11	*173.0*	8—12
1.27	1.63	*77.9*	0.84	0.93	*90.3*	0.31	0.19	*163.2*	13, 14
1.36	1.30	*104.6*	0.47	0.72	*65.3*	0.07	0.07	*100.0*	15, 16
1.13	1.30	*86.9*	0.54	1.18	*45.8*	0.03	0.04	*75.0*	17—20

Taulukko 18. Poistuman, kokonaiskasvun ja puuvaraston puulajijakaantuminen v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 18. Removal, total growth and growing stock, specified according to species of trees, by main water-system areas in 1938.

Vesistöalue ja vesistöalueryhmä *Water-system area and group of water-system areas*	Kaikkiaan *Total*	Mänty — *Pine*			Kuusi — *Spruce*			Koivu — *Birch*			Muut — *Other*			
	Poistuma, kasvu, puuvarasto *Removal, growth, growing stock*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Kuoreton puuvarasto *Growing stock excl. bark*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Kuoreton puuvarasto *Growing stock excl. bark*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Kuoreton puuvarasto *Growing stock excl. bark*	Poistuma *Removal*	Kasvu *Growth*	Kuoreton puuvarasto *Growing stock excl. bark*	
	%													
1. Ahvenanmaa	100	29.9	40.0	45.9	54.0	44.0	42.6	9.2	12.0	8.2	6.9	4.0	3.3	1
2. Lounaisen rannikon	100	37.6	42.7	45.1	39.0	44.0	43.4	17.0	10.5	8.9	6.4	2.8	2.6	2
3. Eteläisen »	100	30.3	31.5	31.8	39.9	51.9	52.8	21.0	12.2	11.6	8.8	4.4	3.8	3
4. Kokemäenjoen läntinen	100	31.6	32.6	35.7	41.0	52.1	50.4	18.5	13.2	12.0	8.9	2.1	1.9	4
5. » itäinen	100	31.3	28.5	31.7	43.6	49.8	47.7	15.4	16.4	16.5	9.7	5.3	4.1	5
6. Päijänteen—Kymijoen	100	44.8	44.8	47.8	20.8	22.0	21.5	19.9	25.2	24.3	14.5	8.0	6.4	6
7. Päijänteen pohjoinen	100	45.7	40.1	42.9	28.0	28.4	28.9	15.6	25.6	23.2	10.7	5.9	5.0	7
8. Saimaan eteläinen	100	49.7	48.0	50.3	14.3	18.0	18.3	19.0	25.5	24.7	17.0	8.5	6.7	8
9. » pohjoinen	100	35.3	30.6	32.0	32.2	35.1	36.9	19.6	25.7	24.7	12.9	8.6	6.4	9
10. Pielisen	100	46.2	46.6	49.2	31.3	25.7	29.1	13.8	22.6	18.2	8.7	5.1	3.5	10
11. Kaakkoisen rannikon	100	44.2	44.7	46.7	24.0	29.2	28.4	18.2	19.9	19.8	13.6	6.2	5.1	11
12. Pohjois-Laatokan	100	42.7	37.2	42.7	27.7	26.3	30.7	17.6	27.6	21.1	12.0	8.9	5.5	12
13. Pohjanmaan eteläinen	100	35.9	41.7	44.6	36.5	37.9	35.5	20.9	17.0	16.8	6.7	3.4	3.1	13
14. » pohjoinen	100	47.9	45.0	50.8	24.9	28.4	24.5	19.2	22.0	20.2	8.0	4.6	4.5	14
15. Oulujoen	100	41.0	49.0	48.6	42.2	33.2	35.2	14.3	16.4	14.6	2.5	1.4	1.6	15
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	100	52.2	43.6	41.9	34.1	33.0	36.0	12.4	21.3	19.9	1.3	2.1	2.2	16
17. Tornio—Muoniojokien	100	59.4	53.8	59.5	24.0	21.2	18.7	15.4	23.1	19.6	1.2	1.9	2.2	17
18. Kemijoen	100	57.7	45.7	46.6	30.4	28.7	32.9	11.1	24.4	19.7	0.8	1.2	0.8	18
19. Tuntsa—Oulankajokien	100	56.5	38.7	36.3	29.8	45.3	49.5	12.8	16.0	13.7	0.9	0.0	0.5	19
20. Jäämeren	100	74.3	67.2	73.7	6.4	7.4	7.8	19.1	25.4	18.2	0.2	0.0	0.3	20
Koko valtakunta — *Whole country*	100	43.0	41.8	45.3	30.4	32.4	32.5	17.3	20.9	18.7	9.3	4.9	3.5	
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	100	40.7	40.0	43.0	30.0	33.3	33.3	18.2	20.9	19.1	11.1	5.8	4.6	
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	100	53.2	49.0	50.3	32.3	28.8	30.7	13.2	21.0	17.9	1.3	1.2	1.1	
1—7. Länsi-S. vesistöal.	100	37.4	37.6	40.4	34.3	39.2	38.3	18.1	18.2	17.1	10.2	5.0	4.2	1—7
8—12. Itä-Suomen »	100	43.6	41.7	44.2	25.5	26.4	28.6	17.8	24.4	21.6	13.1	7.5	5.6	8—12
13, 14. Pohjanmaan »	100	42.5	43.2	47.9	30.2	33.7	30.0	19.9	19.2	18.3	7.4	3.9	3.8	13, 14
15, 16. Oulu—Iijokien »	100	45.5	46.4	45.5	39.0	33.3	35.3	13.5	18.5	17.3	2.0	1.8	1.9	15, 16
17—20. Lapin »	100	59.7	50.9	52.5	26.8	25.3	27.7	12.8	23.0	19.0	0.7	0.8	0.8	17—20

Taulukko 19. **Puunkäyttö päävesistöalueittain v. 1938.**

Table 19. Use of wood, by main water-system areas, in 1938.

Vesistöalue ja vesistöalueryhmä *Water-system area and group of water-system areas*	Käyttö — *Use of wood*					
	Kaikkiaan *Total*		Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	%	1 000 tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *1 000 act. solid cub. m. green wood excl. bark*				
1. Ahvenanmaa	*0.2*	85	26	45	8	6
2. Lounaisen rannikon	*4.7*	1 794	671	699	308	116
3. Eteläisen »	*6.0*	2 278	689	904	483	202
4. Kokemäenjoen läntinen	*8.9*	3 399	1 067	1 391	635	306
5. » itäinen	*3.8*	1 434	446	626	220	142
6. Päijänteen—Kymijoen	*8.3*	3 170	1 416	660	630	464
7. Päijänteen pohjoinen	*6.8*	2 567	1 173	720	395	279
8. Saimaan eteläinen	*8.1*	3 062	1 521	436	577	528
9. » pohjoinen	*7.3*	2 785	982	888	545	370
10. Pielisen	*5.8*	2 185	994	694	294	203
11. Kaakkoisen rannikon	*8.1*	3 083	1 359	739	563	422
12. Pohjois-Laatokan	*6.6*	2 506	1 060	689	440	317
13. Pohjanmaan eteläinen	*4.9*	1 860	662	677	394	127
14. » pohjoinen	*5.6*	2 120	1 009	532	406	173
15. Oulujoen	*4.7*	1 803	710	778	268	47
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	*3.1*	1 162	614	394	139	15
17. Tornio—Muoniojokien	*1.5*	576	333	145	91	7
18. Kemijoen	*4.8*	1 830	1 095	549	165	21
19. Tuntsa—Oulankajokien	*0.6*	239	161	42	33	3
20. Jääme ren	*0.2*	90	67	3	20	△
Koko valtakunta — *Whole country*	*100*	38 028	16 055	11 611	6 614	3 748
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	*85.0*	32 328	13 075	9 700	5 898	3 655
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet— *Northern half of Finland*	*15.0*	5 700	2 980	1 911	716	93
1—7. Länsi-Suomen vesistöalueet	*38.7*	14 727	5 488	5 045	2 679	1 515
8—12. Itä-Suomen »	*35.8*	13 621	5 916	3 446	2 419	1 840
13, 14. Pohjanmaan »	*10.5*	3 980	1 671	1 209	800	300
15, 16. Oulu—Iijokien »	*7.8*	2 965	1 324	1 172	407	62
17—20. Lapin »	*7.2*	2 735	1 656	739	309	31

Taulukko 20. **Hakkuutähteet päävesistöalueittain v. 1938.**

Table 20. Cutting waste, by main water-system areas, in 1938.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	%	Tod. k-m³ kuoretta — *Act. solid cub. m. excl. bark*			
1. Ahvenanmaa	*0.1*	800	200	500	△	100
2. Lounaisen rannikon	*1.7*	25 200	9 800	10 100	3 600	1 700
3. Eteläisen »	*1.9*	28 300	9 300	12 900	4 000	2 100
4. Kokemäenjoen läntinen	*4.1*	60 100	22 900	22 000	11 500	3 700
5. » itäinen	*1.7*	24 400	8 900	8 200	5 100	2 200
6. Päijänteen—Kymijoen	*3.2*	47 200	20 200	10 500	10 600	5 900
7. Päijänteen pohjoinen	*6.4*	93 800	41 400	25 300	17 500	9 600
8. Saimaan eteläinen	*6.9*	101 100	45 900	15 300	23 700	16 200
9. » pohjoinen	*7.8*	114 800	40 300	37 700	24 200	12 600
10. Pielisen	*7.9*	115 500	63 600	29 500	15 500	6 900
11. Kaakkoisen rannikon	*3.0*	44 600	20 800	9 100	8 700	6 000
12. Pohjois-Laatokan	*9.4*	138 600	66 500	39 600	21 400	11 100
13. Pohjanmaan eteläinen	*2.2*	32 800	13 300	12 100	5 300	2 100
14. » pohjoinen	*7.2*	105 600	53 200	20 500	23 900	8 000
15. Oulujoen	*7.7*	112 600	60 200	42 700	8 200	1 500
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	*5.3*	77 500	44 000	26 100	5 900	1 500
17. Tornio—Muoniojokien	*3.8*	55 800	41 400	10 400	3 800	200
18. Kemijoen	*14.4*	212 500	139 400	58 900	13 100	1 100
19. Tuntsa—Oulankajokien	*3.4*	50 300	37 100	10 800	2 300	100
20. Jäämeren	*1.9*	28 500	26 200	△	2 300	△
Koko valtakunta — *Whole country*	*100*	1 470 000	764 600	402 200	210 600	92 600
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	*63.5*	932 800	416 300	253 300	175 000	88 200
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	*36.5*	537 200	348 300	148 900	35 600	4 400

Taulukko 21. Uittohäviö päävesistöalueittain v. 1938.

Table 21. Loss in floating, by main water-system areas, in 1938.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Kaikkiaan *Total*		Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	%	Tod. k-m³ kuoretta — *Act. solid cub. m. excl. bark*				
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	*3.6*	12 300	5 400	5 700	1 000	200
3. Eteläisen »	*5.4*	18 400	6 200	9 500	2 300	400
4. Kokemäenjoen läntinen	*8.7*	29 400	10 800	15 800	2 300	500
5. » itäinen	*3.9*	13 400	4 700	7 400	1 000	300
6. Päijänteen—Kymijoen	*8.7*	29 500	17 300	6 700	4 800	700
7. Päijänteen pohjoinen	*7.6*	25 700	15 100	6 900	3 200	500
8. Saimaan eteläinen	*8.4*	28 500	19 700	4 200	3 800	800
9. » pohjoinen	*7.3*	24 800	12 100	8 700	3 700	300
10. Pielisen	*6.7*	22 900	13 400	6 900	2 500	100
11. Kaakkoisen rannikon	*6.4*	21 800	11 900	6 800	2 800	300
12. Pohjois-Laatokan	*6.8*	23 100	12 400	7 200	3 100	400
13. Pohjanmaan eteläinen	*4.1*	13 800	6 400	6 400	900	100
14. » pohjoinen	*4.6*	15 500	10 100	4 300	800	300
15. Oulujoen	*5.1*	17 300	9 300	7 200	700	100
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	*3.6*	12 400	8 300	4 000	100	△
17. Tornio—Muoniojokien	*1.7*	5 700	4 000	1 500	200	△
18. Kemijoen	*6.3*	21 300	14 200	6 800	300	△
19. Tuntsa—Oulankajokien	*0.8*	2 700	2 300	400	△	△
20. Jäämeren	*0.3*	900	800	100	△	△
Koko valtakunta — *Whole country*	*100*	339 400	184 400	116 500	33 500	5 000
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	*82.2*	279 100	145 500	96 500	32 200	4 900
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	*17.8*	60 300	38 900	20 000	1 300	100

Taulukko 22. Käyttämättä lahoava puumäärä päävesistöalueittain v. 1938.

Table 22. Unused rotting wood (owing to self-thinning), by main water-system areas, in 1938.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Kaikkiaan *Total*		Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	%	Tod. k-m³ kuoretta *Act. solid cub. m. excl. bark*				
1. Ahvenanmaa	*0.1*	1 400	600	700	100	△
2. Lounaisen rannikon	*0.6*	11 500	4 500	5 400	1 200	400
3. Eteläisen »	*0.5*	9 500	3 700	4 500	1 000	300
4. Kokemäenjoen läntinen	*1.1*	22 100	7 600	10 900	3 000	600
5. » itäinen	*0.6*	11 900	4 100	5 800	1 700	300
6. Päijänteen—Kymijoen	*1.2*	24 800	11 800	5 300	6 000	1 700
7. Päijänteen pohjoinen	*3.1*	62 400	26 800	17 900	14 500	3 200
8. Saimaan eteläinen	*1.0*	19 400	9 800	3 500	4 800	1 300
9. » pohjoinen	*4.2*	83 000	26 500	30 600	20 400	5 500
10. Pielisen	*7.8*	155 600	76 200	45 300	28 600	5 500
11. Kaakkoisen rannikon	*0.5*	9 600	4 500	2 700	1 900	500
12. Pohjois-Laatokan	*5.6*	111 600	47 300	34 500	23 600	6 200
13. Pohjanmaan eteläinen	*0.7*	13 400	6 100	4 700	2 200	400
14. » pohjoinen	*2.5*	50 000	25 600	12 100	10 000	2 300
15. Oulujoen	*8.6*	173 000	84 100	60 500	25 600	2 800
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	*6.6*	133 000	55 700	47 500	26 900	2 900
17. Tornio—Muoniojokien	*3.5*	70 800	41 800	13 200	14 300	1 500
18. Kemijoen	*27.1*	542 400	250 600	176 800	109 600	5 400
19. Tuntsa—Oulunkajokien	*8.7*	174 800	63 100	86 400	24 600	700
20. Jäämeren	*16.0*	319 800	232 800	25 300	61 100	600
Koko valtakunta — *Whole country*	*100*	2 000 000	983 200	593 600	381 100	42 100
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	*29.3*	586 200	255 100	183 900	119 000	28 200
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	*70.7*	1 413 800	728 100	409 700	262 100	13 900

Taulukko 23. Jalostamattoman puun vienti v. 1938. Tavaralajien jakaantuminen puulajeihin.

Table 23. Exports of unmanufactured wood in 1938. Goods divided according to different species of trees.

Tilastoluokka ja tavaralaji *Class of statistics and of article*	Puumäärä ulkomaan kauppatilastossa *Quantity of wood in foreign commercial statistics*		Tod. k-m³ kuoretta, pyöreätä runkopuuta, tuoreena *Act. solid cub. m. round green stem wood excl. bark*				
	Yksikkö *Unit*	Määrä *Quantity*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
I. Pyöreät puutavarat — *Round timber*							
Havupuuta—*Coniferous wood*							
163. Mastot ja piirut — *Masts and spars*	k-m³ — *solid cub. m.*	63	100	100	—	—	—
164. Riu'ut ja seipäät — *Small poles and sticks*	»	11 897	12 000	7 900	4 100	—	—
165. Pylväät — *Large poles*	»	78 283	79 100	79 100	—	—	—
166. Tukit — *Saw logs*	»	118 552	118 500	110 200	8 300	—	—
167. Kaivospölkyt — *Pitprops*	»	1 624 805	1 476 900	1 476 300	600	—	—
168. Paperipuut — *Pulpwood*	»	891 895	952 200	39 200	913 000	—	—
169. Muut — *Other*	—	—	—	—	—	—	—
Lehtipuuta — *Wood of broad-leaved trees*							
170. Haapaa — *Aspen*	k-m³ — *solid cub. m.*	45 292	45 300	—	—	—	45 300
171. Leppää — *Alder*	—	—	—	—	—	—	—
172. Visapuuta — *Curly wood*	k-m³ — *solid cub. m.*	2 309	2 300	—	—	2 300	—
173. Rullapuut, koivupropsit ja koivuvaneeripuut — *Bobbin-wood, birch props and birch plywood*	»	10 811	10 800	—	—	10 800	—
174. Muut — *Other*	»	5 404	5 400	—	—	5 400	—
II. Halkaistut puutavarat — *Split timber*							
175. Havuhalot — *Coniferous firewood*	p-m³ — *stacked m³*	66	100	100	△	—	—
176. Koivuhalot — *Birch firewood*	»	24 614	14 300	—	—	14 300	—
177. Sekahalot — *Miscellaneous firewood*	»	84	△	△	△	△	△
178. Kimpiaineet ja pärepuut — *Staves and shingle wood*	k-m³ — *solid cub. m.*	26	△	△	—	—	—
179. Muut — *Other*	»	7 507	7 600	7 600	—	—	—
III. Veistetyt puutavarat — *Hewn timber*							
180. Kaivospelkat — *Pit squares*	—	—	—	—	—	—	—
181. Tavalliset pelkat ja vasat — *Big squares and stringers*	k-m³ — *solid cub. m.*	113	200	200	—	—	—
182a. Tavalliset parrut — *Usual small square timber*	»	131 620	57 000	38 200	18 800	—	—
182b. Egyptin parrut — *Egyptian rafters*			114 300	108 600	5 700	—	—
183. Ratapölkyt — *Sleepers*	»	6 688	11 900	11 900	—	—	—
184. Lehterit — *Rafters*	»	3 465	7 000	4 200	2 800	—	—
185. Muut — *Other*	»	336	500	200	200	100	—
Yhdistelmä — *Summary*							
I. Pyöreät puutavarat — *Round timber*	k-m³ — *solid cub. m.*	2 789 311	2 702 600	1 712 800	926 000	18 500	45 300
II. Halot — *Fuelwood billets*	p-m³ — *stacked m³*	24 764	22 000	7 700	△	14 300	△
III. Veistetyt puutavarat—*Hewn timber*	k-m³ — *solid cub. m.*	142 222	190 900	163 300	27 500	100	—
Yhteensä — *Total*			2 915 500	1 883 800	953 500	32 900	45 300

Taulukko 24. Jalostamattoman puutavaran vienti

Table 24. Exports of unmanufactured wood in 1938.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä — *Total*					
	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, pyöreätä runkopuuta, tuoreena —					
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	107 400	50 500	49 300	4 000	3 600	—
3. Eteläisen »	54 300	19 400	25 900	9 000	—	—
4. Kokemäenjoen läntinen	56 700	23 800	28 600	300	4 000	—
5. » itäinen	26 500	19 500	6 000	1 000	—	—
6. Päijänteen—Kymijoen	35 500	15 100	18 900	1 500	—	—
7. Päijänteen pohjoinen	197 000	186 000	11 000	—	—	—
8. Saimaan eteläinen	171 900	141 900	28 600	1 400	—	—
9. » pohjoinen	179 000	127 000	52 000	—	—	—
10. Pielisen	78 300	63 300	15 000	—	—	—
11. Kaakkoisen rannikon	519 800	362 400	126 400	8 100	22 900	—
12. Pohjois-Laatokan	103 500	84 200	17 300	2 000	—	—
13. Pohjanmaan eteläinen	284 300	123 000	155 900	1 000	4 400	—
14. » pohjoinen	580 200	313 700	265 100	1 300	100	—
15. Oulujoen	136 700	87 500	48 600	△	600	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	182 100	146 900	34 800	400	—	—
17. Tornio—Muoniojokien	82 200	35 800	44 000	2 400	—	△
18. Kemijoen	85 200	51 300	23 800	400	9 700	—
19. Tuntsa—Oulunkajokien	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	34 900	32 500	2 300	100	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	2 915 500	1 883 800	953 500	32 900	45 300	△
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	2 394 400	1 529 800	800 000	29 600	35 000	—
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	521 100	354 000	153 500	3 300	10 300	△

puulajeittain v. 1938 päävesistöalueittain.

by species of trees, by main water-system areas.

Polttopuuta — *Fuel billets*						Muuta puuta — *Other wood*						
Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*	
Act. solid cub. m. green wood, round stem wood excl. bark												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
3 300	—	—	3 300	—	—	104 100	50 500	49 300	700	3 600	—	2
8 000	—	—	8 000	—	—	46 300	19 400	25 900	1 000	—	—	3
—	—	—	—	—	—	56 700	23 800	28 600	300	4 000	—	4
—	—	—	—	—	—	26 500	19 500	6 000	1 000	—	—	5
—	—	—	—	—	—	35 500	15 100	18 900	1 500	—	—	6
—	—	—	—	—	—	197 000	186 000	11 000	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	171 900	141 900	28 600	1 400	—	—	8
—	—	—	—	—	—	179 000	127 000	52 000	—	—	—	9
—	—	—	—	—	—	78 300	63 300	15 000	—	—	—	10
600	—	—	600	—	—	519 200	362 400	126 400	7 500	22 900	—	11
—	—	—	—	—	—	103 500	84 200	17 300	2 000	—	—	12
—	—	—	—	—	—	284 300	123 000	155 900	1 000	4 400	—	13
—	—	—	—	—	—	580 200	313 700	265 100	1 300	100	—	14
△	—	—	△	—	—	136 700	87 500	48 600	—	600	—	15
—	—	—	—	—	—	182 100	146 900	34 800	400	—	—	16
2 500	100	△	2 400	—	△	79 700	35 700	44 000	—	—	—	17
—	—	—	—	—	—	85 200	51 300	23 800	400	9 700	—	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
—	—	—	—	—	—	34 900	32 500	2 300	100	—	—	20
14 400	100	△	14 300	—	△	2 901 100	1 883 700	953 500	18 600	45 300	—	
11 900	—	—	11 900	—	—	2 382 500	1 529 800	800 000	17 700	35 000	—	
2 500	100	△	2 400	—	△	518 600	353 900	153 500	900	10 300	—	

Taulukko 25. **Teollisuuden halkojen ja puuraaka-**

Table 25. Consumption of wood, as fuel billets and as

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä — *Total*					
	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena					
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	623 500	246 100	333 200	29 500	5 200	9 500
3. Eteläisen »	1 007 100	327 900	589 500	55 800	18 900	15 000
4. Kokemäenjoen läntinen	1 915 400	640 000	1 074 700	126 600	30 400	43 700
5. » itäinen	817 600	261 100	503 300	38 200	9 300	5 700
6. Päijänteen—Kymijoen	1 799 500	933 800	546 400	249 600	56 700	13 000
7. Päijänteen pohjoinen	1 577 400	699 700	652 000	173 100	42 900	9 700
8. Saimaan eteläinen	1 558 800	990 100	359 000	186 200	17 500	6 000
9. » pohjoinen	1 569 500	588 000	757 300	208 000	7 500	8 700
10. Pielisen	1 523 600	744 300	648 900	124 700	1 800	3 900
11. Kaakkoisen rannikon	1 138 400	488 700	506 400	115 000	13 700	14 600
12. Pohjois-Laatokan	1 538 800	698 900	638 100	160 400	18 400	23 000
13. Pohjanmaan eteläinen	519 000	230 300	262 300	18 300	4 700	3 400
14. » pohjoinen	452 000	314 500	92 100	21 100	22 600	1 700
15. Oulujoen	1 097 200	459 500	607 700	19 300	3 200	7 500
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	588 600	303 600	283 400	1 600	—	—
17. Tornio—Muoniojokien	270 400	190 400	79 700	300	—	—
18. Kemijoen	1 238 300	766 500	468 500	2 000	400	900
19. Tuntsa—Oulankajokien	136 900	114 700	22 200	—	—	—
20. Jäämeren	12 100	12 100	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	19 384 100	9 010 200	8 424 700	1 529 700	253 200	166 300
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	16 040 600	7 163 400	6 963 200	1 506 500	249 600	157 900
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	3 343 500	1 846 800	1 461 500	23 200	3 600	8 400

aineen käyttö v. 1938 päävesistöalueittain.

raw materials, by the industries in 1938.

Polttopuuta — *Fuel billets*						Raaka-ainetta — *Raw materials*						
Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa Aspen	Leppä *Alder*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*	
— *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
68 800	26 400	9 800	19 200	4 000	9 400	554 700	219 700	323 400	10 300	1 200	100	2
110 100	42 200	15 700	30 700	6 500	15 000	897 000	285 700	573 800	25 100	12 400	—	3
320 800	122 900	45 900	89 500	18 800	43 700	1 594 600	517 100	1 028 800	37 100	11 600	—	4
41 400	15 900	5 900	11 500	2 400	5 700	776 200	245 200	497 400	26 700	6 900	—	5
95 500	36 600	13 700	26 600	5 600	13 000	1 704 000	897 200	532 700	223 000	51 100	—	6
71 000	27 200	10 200	19 800	4 100	9 700	1 506 400	672 500	641 800	153 300	38 800	—	7
43 600	16 700	6 200	12 200	2 500	6 000	1 515 200	973 400	352 800	174 000	15 000	—	8
63 800	24 400	9 100	17 800	3 800	8 700	1 505 700	563 600	748 200	190 200	3 700	—	9
28 800	11 100	4 100	8 000	1 700	3 900	1 494 800	733 200	644 800	116 700	100	—	10
107 300	41 100	15 400	29 900	6 300	14 600	1 031 100	447 600	491 000	85 100	7 400	—	11
168 300	64 500	24 100	46 900	9 800	23 000	1 370 500	634 400	614 000	113 500	8 600	—	12
25 100	9 600	3 600	7 000	1 500	3 400	493 900	220 700	258 700	11 300	3 200	—	13
12 500	4 800	1 800	3 500	700	1 700	439 500	309 700	90 300	17 600	21 900	—	14
54 700	20 900	7 800	15 300	3 200	7 500	1 042 500	438 600	599 900	4 000	—	—	15
—	—	—	—	—	—	588 600	303 600	283 400	1 600	—	—	16
200	100	—	100	—	—	270 200	190 300	79 700	200	—	—	17
6 600	2 500	1 000	1 800	400	900	1 231 700	764 000	467 500	200	—	—	18
—	—	—	—	—	—	136 900	114 700	22 200	—	—	—	19
—	—	—	—	—	—	12 100	12 100	—	—	—	—	20
1 218 500	466 900	174 300	339 800	71 300	166 200	18 165 600	8 543 300	8 250 400	1 189 900	181 900	100	
1 157 000	443 400	165 500	322 600	67 700	157 800	14 883 600	6 720 000	6 797 700	1 183 900	181 900	100	
61 500	23 500	8 800	17 200	3 600	8 400	3 282 000	1 823 300	1 452 700	6 000	—	—	

Taulukko 26. Yhdistelmä metsäteollisuuden raaka-aineen käytöstä v. 1938 teollisuuslajeittain ja päävesistöalueittain.

Table 26. Summary of the consumption of raw materials by the wood-working industries in 1938, by branches of industry and water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Sahat *Sawmills*	Puuhiomot ja selluloosatehtaat — *Pulp and cellulose mills*	Vaneeritehtaat *Plywood mills*	Muut puunjalostustehtaat *Other wood-working factories*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	554 700	404 200	143 300	4 300	2 900
3. Eteläisen »	897 000	582 400	285 500	21 000	8 100
4. Kokemäenjoen läntinen	1 594 600	946 700	613 100	25 100	9 700
5. » itäinen	776 200	407 500	338 300	22 500	7 900
6. Päijänteen—Kymijoen	1 704 000	914 800	590 400	154 300	44 500
7. Päijänteen pohjoinen	1 506 400	562 900	792 100	137 500	13 900
8. Saimaan eteläinen	1 515 200	822 600	545 200	105 700	41 700
9. » pohjoinen	1 505 700	493 600	831 800	135 800	44 500
10. Pielisen	1 494 800	509 000	873 000	105 700	7 100
11. Kaakkoisen rannikon	1 031 100	489 600	480 600	41 000	19 900
12. Pohjois-Laatokan	1 370 500	591 300	698 000	81 200	—
13. Pohjanmaan eteläinen	493 900	440 600	44 600	8 700	—
14. » pohjoinen	439 500	305 600	120 600	13 300	—
15. Oulujoen	1 042 500	346 400	692 200	3 900	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	588 600	302 000	285 000	1 600	—
17. Tornio—Muoniojokien	270 200	164 000	106 200	—	—
18. Kemijoen	1 231 700	709 600	522 100	—	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	136 900	136 300	600	—	—
20. Jäämeren	12 100	12 100	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	18 165 600	9 141 200	7 962 600	861 600	200 200
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	14 883 600	7 470 800	6 356 500	856 100	200 200
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	3 282 000	1 670 400	1 606 100	5 500	—

Taulukko 27. Sahojen raaka-aineet v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 27. Raw materials used in sawmills in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	404 200	218 600	180 400	5 100	100
3. Eteläisen »	582 400	252 900	326 300	3 100	100
4. Kokemäenjoen läntinen	946 700	453 400	484 600	8 500	200
5. » itäinen	407 500	180 400	222 900	4 100	100
6. Päijänteen—Kymijoen	914 800	772 700	101 300	40 100	700
7. Päijänteen pohjoinen	562 900	524 500	36 500	1 900	△
8. Saimaan eteläinen	822 600	768 000	27 500	26 600	500
9. » pohjoinen	493 600	426 500	56 800	10 100	200
10. Pielisen	509 000	480 200	24 100	4 600	100
11. Kaakkoisen rannikon	489 600	397 100	57 000	34 900	600
12. Pohjois-Laatokan	591 300	473 500	84 900	32 300	600
13. Pohjanmaan eteläinen	440 600	220 000	218 000	2 600	△
14. » pohjoinen	305 600	236 100	65 100	4 300	100
15. Oulujoen	346 400	281 000	65 300	100	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	302 000	220 700	81 300	—	—
17. Tornio—Muoniojokien	164 000	142 200	21 600	200	—
18. Kemijoen	709 600	532 600	176 800	200	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	136 300	114 700	21 600	—	—
20. Jäämeren	12 100	12 100	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	9 141 200	6 707 200	2 252 000	178 700	3 300
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	7 470 800	5 403 900	1 885 400	178 200	3 300
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	1 670 400	1 303 300	366 600	500	—

Taulukko 28. Vaneritehtaiden raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 28. Raw materials used in plywood mills in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena—— *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*			
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	4 300	—	4 300	—
3. Eteläisen »	21 000	△	21 000	—
4. Kokemäenjoen läntinen	25 100	—	25 100	—
5. » itäinen	22 500	—	22 500	—
6. Päijänteen—Kymijoen	154 300	3 200	149 700	1 400
7. Päijänteen pohjoinen	137 500	—	137 500	—
8. Saimaan eteläinen	105 700	—	105 700	—
9. » pohjoinen	135 800	100	135 600	100
10. Pielisen	105 700	—	105 700	—
11. Kaakkoisen rannikon	41 000	2 000	39 000	—
12. Pohjois-Laatokan	81 200	—	81 200	—
13. Pohjanmaan eteläinen	8 700	—	8 700	—
14. » pohjoinen	13 300	—	13 300	—
15. Oulujoen	3 900	—	3 900	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	1 600	—	1 600	—
17. Tornio—Muoniojokien	—	—	—	—
18. Kemijoen	—	—	—	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	861 600	5 300	854 800	1 500
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	856 100	5 300	849 300	1 500
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	5 500	—	5 500	—

Taulukko 29. **Koko puuvanuketeollisuuden raaka-aineena käyttämä kotimainen pyöreä runkopuu v. 1938 päävesistöalueittain.** (Puuhiomot ja selluloosatehtaat yhteensä).

Table 29. Finnish round stem wood used as raw materials in the whole woodpulp industry in 1938, by main water-system areas. (Mechanical and chemical pulpmills together).

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				p-m³ puolip., tasamittaa — *m³ stacked partly barked, level measure*			
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	143 300	200	142 000	1 100	201 100	300	199 200	1 600
3. Eteläisen »	285 500	32 800	247 500	5 200	395 100	46 700	340 600	7 800
4. Kokemäenjoen läntinen	613 100	63 500	544 100	5 500	875 000	93 400	772 900	8 700
5. » itäinen	338 300	64 800	273 500	—	478 000	93 000	385 000	—
6. Päijänteen—Kymijoen	590 400	121 200	431 400	37 800	864 000	197 000	607 600	59 400
7. Päijänteen pohjoinen	792 100	148 000	605 300	38 800	1 148 500	234 700	855 100	58 700
8. Saimaan eteläinen	545 200	205 400	325 300	14 500	784 400	305 100	457 600	21 700
9. » pohjoinen	831 800	137 000	691 400	3 400	1 179 800	203 600	971 100	5 100
10. Pielisen	873 000	252 300	620 700	—	1 268 700	384 900	883 800	—
11. Kaakkoisen rannikon	480 600	43 400	434 000	3 200	665 300	62 700	597 300	5 300
12. Pohjois-Laatokan	698 000	160 900	529 100	8 000	983 000	235 500	734 700	12 800
13. Pohjanmaan eteläinen	44 600	700	40 700	3 200	63 700	1 100	57 600	5 000
14. » pohjoinen	120 600	73 600	25 200	21 800	176 900	108 900	34 800	33 200
15. Oulujoen	692 200	157 600	534 600	—	1 014 100	233 500	780 600	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	285 000	82 900	202 100	—	415 700	123 200	292 500	—
17. Tornio—Muoniojokien	106 200	48 100	58 100	—	157 500	72 700	84 800	—
18. Kemijoen	522 100	231 400	290 700	—	772 900	349 000	423 900	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	600	—	600	—	800	—	800	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	7 962 600	1 823 800	5 996 300	142 500	11 444 500	2 745 300	8 479 900	219 300
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	6 356 500	1 303 800	4 910 200	142 500	9 083 500	1 966 900	6 897 300	219 300
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	1 606 100	520 000	1 086 100	—	2 361 000	778 400	1 582 600	—

Taulukko 30. **Puuhiomoiden kotimainen raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.**

Table 30. Finnish raw materials used in mechanical pulpmills in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				p-m³ puolip., tasamittaa — *m³ stacked partly barked, level measure*			
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	40 700	—	40 200	500	57 100	—	56 400	700
3. Eteläisen »	73 100	1 400	70 000	1 700	101 000	2 000	96 400	2 600
4. Kokemäenjoen läntinen	170 100	13 800	153 900	2 400	242 900	20 400	218 700	3 800
5. » itäinen	78 000	1 200	76 800	—	110 000	1 800	108 200	—
6. Päijänteen—Kymijoen	146 600	8 200	122 000	16 400	212 400	14 600	172 000	25 800
7. Päijänteen pohjoinen	207 400	19 200	171 300	16 900	296 400	28 700	242 100	25 600
8. Saimaan eteläinen	105 000	6 700	92 000	6 300	148 400	9 500	129 500	9 400
9 » pohjoinen	203 900	6 800	195 600	1 500	287 200	10 100	274 900	2 200
10. Pielisen	177 600	2 000	175 600	—	253 200	3 000	250 200	—
11. Kaakkoisen rannikon	125 700	1 600	122 700	1 400	173 600	2 200	169 100	2 300
12. Pohjois-Laatokan	157 400	6 200	149 700	1 500	219 400	8 900	208 000	2 500
13. Pohjanmaan eteläinen	12 900	—	11 500	1 400	18 500	—	16 300	2 200
14. » pohjoinen	16 600	—	7 100	9 500	24 200	—	9 800	14 400
15. Oulujoen	150 900	—	150 900	—	220 400	—	220 400	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	57 000	—	57 000	—	82 500	—	82 500	—
17. Tornio—Muoniojokien	16 400	—	16 400	—	24 000	—	24 000	—
18. Kemijoen	82 200	—	82 200	—	119 900	—	119 900	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	200	—	200	—	200	—	200	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	1 821 700	67 100	1 695 100	59 500	2 591 300	101 200	2 398 600	91 500
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	1 515 000	67 100	1 388 400	59 500	2 144 300	101 200	1 951 600	91 500
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	306 700	—	306 700	—	447 000	—	447 000	—

Taulukko 31. Sulfiittiselluloosatehtaiden kotimainen puuraaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 31. Finnish raw materials used in sulphite pulpmills in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*	Yhteensä *Total*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl bark*			p-m³ puolip., tasamittaa *m³ stacked partly barked, level measure*		
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	102 400	101 800	600	143 700	142 800	900
3. Eteläisen »	179 800	177 500	2 300	247 600	244 200	3 400
4. Kokemäenjoen läntinen	393 200	390 100	3 100	559 000	554 100	4 900
5. » itäinen	194 600	194 600	—	274 000	274 000	—
6. Päijänteen—Kymijoen	330 800	309 400	21 400	469 200	435 600	33 600
7. Päijänteen pohjoinen	455 900	434 000	21 900	646 100	613 000	33 100
8. Saimaan eteläinen	241 500	233 300	8 200	340 400	328 100	12 300
9. » pohjoinen	497 700	495 800	1 900	699 100	696 200	2 900
10. Pielisen	445 100	445 100	—	633 600	633 600	—
11. Kaakkoisen rannikon	313 100	311 300	1 800	431 200	428 200	3 000
12. Pohjois-Laatokan	381 400	379 400	2 000	530 000	526 700	3 300
13. Pohjanmaan eteläinen	31 000	29 200	1 800	44 100	41 300	2 800
14. » pohjoinen	30 300	18 000	12 300	43 700	24 900	18 800
15. Oulujoen	382 400	382 400	—	558 300	558 300	—
16. Simo— Ii—Kiiminkijokien	144 400	144 400	—	209 000	209 000	—
17. Tornio—Muoniojokien	41 700	41 700	—	60 800	60 800	—
18. Kemijoen	208 400	208 400	—	303 800	303 800	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	400	400	—	600	600	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	4 374 100	4 296 800	77 300	6 194 200	6 075 200	119 000
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	3 596 800	3 519 500	77 300	5 061 700	4 942 700	119 000
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	777 300	777 300	—	1 132 500	1 132 500	—

Taulukko 32. Sulfaattiselluloosatehtaiden raaka-aineena käyttämä kotimainen pyöreä runkopuu v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 32. Finnish round stem wood used as raw materials in sulphate pulpmills in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				p-m³ puolip., tasamittaa — *m³ stacked partly barked, level measure*			
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	200	200	—	—	300	300	—	—
3. Eteläisen »	32 600	31 400	—	1 200	46 500	44 700	—	1 800
4. Kokemäenjoen läntinen	49 800	49 700	100	—	73 100	73 000	100	—
5. » itäinen	65 700	63 600	2 100	—	94 000	91 200	2 800	—
6. Päijänteen—Kymijoen	113 000	113 000	—	—	182 400	182 400	—	—
7. Päijänteen pohjoinen	128 800	128 800	—	—	206 000	206 000	—	—
8. Saimaan eteläinen	198 700	198 700	—	—	295 600	295 600	—	—
9. » pohjoinen	130 200	130 200	—	—	193 500	193 500	—	—
10. Pielisen	250 300	250 300	—	—	381 900	381 900	—	—
11. Kaakkoisen rannikon	41 800	41 800	—	—	60 500	60 500	—	—
12. Pohjois-Laatokan	159 200	154 700	—	4 500	233 600	226 600	—	7 000
13. Pohjanmaan eteläinen	700	700	—	—	1 100	1 100	—	—
14. » pohjoinen	73 700	73 600	100	—	109 000	108 900	100	—
15. Oulujoen	158 900	157 600	1 300	—	235 400	233 500	1 900	—
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	83 600	82 900	700	—	124 200	123 200	1 000	—
17. Tornio—Muoniojokien	48 100	48 100	△	—	72 700	72 700	△	—
18. Kemijoen	231 500	231 400	100	—	349 200	349 000	200	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	1 766 800	1 756 700	4 400	5 700	2 659 000	2 644 100	6 100	8 800
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	1 244 700	1 236 700	2 300	5 700	1 877 500	1 865 700	3 000	8 800
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	522 100	520 000	2 100	—	781 500	778 400	3 100	—

Taulukko 33. Tulitikkutehtaiden puuraaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 33. Raw materials used in match factories in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*	
3. Eteläisen rannikon	7 100	7 100
4. Kokemäenjoen läntinen	5 900	5 900
6. Päijänteen—Kymijoen	11 200	11 200
Koko valtakunta — *Whole country*	24 200	24 200
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	24 200	24 200

Taulukko 34. Lastuvillatehtaiden raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 34. Raw materials used by excelsior mills in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*			
5. Kokemäenjoen itäinen	7 800	—	1 000	6 800
11. Kaakkoisen rannikon	8 300	4 700	—	3 600
Koko valtakunta — *Whole country*	16 100	4 700	1 000	10 400
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	16 100	4 700	1 000	10 400

Taulukko 35. Rullatehtaiden pyöreänä puuna hankittu raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 35. Raw materials for spool mills delivered as round timber in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Koivu *Birch*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*	
4. Kokemäenjoen läntinen	3 400	3 400
6. Päijänteen—Kymijoen	30 400	30 400
7. Päijänteen pohjoinen	13 500	13 500
8. Saimaan eteläinen	41 700	41 700
9. » pohjoinen	44 500	44 500
10. Pielisen	6 300	6 300
11. Kaakkoisen rannikon	11 200	11 200
Koko valtakunta — *Whole country*	151 000	151 000
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	151 000	151 000

Taulukko 36. **Huonekalutehtaiden kotimainen raaka-aine v. 1938 päävesistöalueittain.**

Table 36. Finnish raw materials used in the furniture factories in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*					
2. Lounaisen rannikon	2 900	900	1 000	900	△	100
3. Eteläisen »	1 000	—	—	1 000	—	—
4. Kokemäenjoen läntinen	400	200	100	100	—	—
5. » itäinen	100	△	—	100	—	—
6. Päijänteen—Kymijoen	2 900	100	—	2 800	—	—
7. Päijänteen pohjoinen	400	—	—	400	—	—
10. Pielisen	800	700	—	100	—	—
11. Kaakkoisen rannikon	400	400	—	△	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	8 900	2 300	1 100	5 400	△	100
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	8 900	2 300	1 100	5 400	△	100

Taulukko 37. Teollisuustilastoon sisältyvän teollisuuden polttoaineiden käyttö v. 1936 päävesistöalueittain.

Table 37. Consumption of fuel by the industries included in the official statistics of industries in 1936, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Kotimaiset polttoaineet *Finnish fuel*					Ulkomaiset polttoaineet *Imported fuel*				
	Halot *Billets*	Puujätteet haloiksi muunnettuina — *Refuse wood converted into billets*	Kannot *Stumps*	Sydet *Charcoal*	Turve *Peat*	Kivihiili *Coal*	Koksi *Coke*	Nafta *Naphta*	Petrooli *Petroleum*	Bensiini *Gasoline*
	p-m³ — *m³ stacked*				tonnia *tons*	tonnia — *tons*				
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	113 700	313 900	100	4 100	2 000	142 500	5 500	1 700	100	△
3. Eteläisen »	182 000	243 200	100	3 900	1 000	142 600	30 600	1 400	100	100
4. Kokemäenjoen läntinen	530 300	452 800	200	4 600	9 600	65 600	3 900	600	100	100
5. » itäinen	68 400	94 200	2 600	500	△	43 500	100	100	△	△
6. Päijänteen—Kymijoen	157 800	736 900	200	5 100	—	209 800	1 200	1 400	100	100
7. Päijänteen pohjoinen	117 300	117 400	—	1 400	—	△	400	100	△	△
8. Saimaan eteläinen	72 200	392 400	—	600	—	11 600	300	△	△	△
9. » pohjoinen	105 600	392 600	—	3 000	—	9 800	100	△	△	△
10. Pielisen	47 700	142 900	—	600	—	500	△	△	△	△
11. Kaakkoisen rannikon	177 400	432 900	△	1 800	—	173 800	1 500	500	100	△
12. Pohjois-Laatokan	278 300	323 600	300	1 500	—	41 900	100	△	△	△
13. Pohjanmaan eteläinen	41 600	59 100	600	600	300	24 600	1 400	100	△	△
14. » pohjoinen	20 700	51 900	—	700	△	18 700	1 500	200	△	△
15. Oulujoen	90 500	197 200	—	800	—	18 400	500	△	△	△
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	—	201 200	—	700	—	—	—	—	△	—
17. Tornio—Muonionjokien	300	40 100	—	300	—	—	—	△	△	△
18. Kemijoen	10 900	408 600	△	△	—	100	100	—	—	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	300	—	—	△	—
Koko valtakunta — *Whole country*	2 014 700	4 600 900	4 100	30 200	12 900	903 700	47 200	6 100	500	300
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	1 913 900	3 753 800	4 100	28 400	12 900	884 900	46 600	6 100	500	300
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	101 700	847 100	△	1 800	—	18 800	600	△	△	△

Taulukko 38. Teollisuustilastoon sisältyvän teollisuuden käyttämät halot v. 1936 päävesistöalueittain.

Table 38. Consumption of fuel billets by the industries included into the official statistics of industries in 1936, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa [1] *Aspen* [1]	Leppä [1] *Alder* [1]
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*					
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	68 800	26 400	9 800	19 200	4 000	9 400
3. Eteläisen »	110 100	42 200	15 700	30 700	6 500	15 000
4. Kokemäenjoen läntinen	320 800	122 900	45 900	89 500	18 800	43 700
5. » itäinen	41 400	15 900	5 900	11 500	2 400	5 700
6. Päijänteen—Kymijoen	95 500	36 600	13 700	26 600	5 600	13 000
7. Päijänteen pohjoinen	71 000	27 200	10 200	19 800	4 100	9 700
8. Saimaan eteläinen	43 600	16 700	6 200	12 200	2 500	6 000
9. » pohjoinen	63 800	24 400	9 100	17 800	3 800	8 700
10. Pielisen	28 800	11 100	4 100	8 000	1 700	3 900
11. Kaakkoisen rannikon	107 300	41 100	15 400	29 900	6 300	14 600
12. Pohjois-Laatokan	168 300	64 500	24 100	46 900	9 800	23 000
13. Pohjanmaan eteläinen	25 100	9 600	3 600	7 000	1 500	3 400
14. » pohjoinen	12 500	4 800	1 800	3 500	700	1 700
15. Oulujoen	54 700	20 900	7 800	15 300	3 200	7 500
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	—	—	—	—	—	—
17. Tornio—Muoniojokien	200	100	△	100	△	—
18. Kemijoen	6 600	2 500	1 000	1 800	400	900
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	1 218 500	466 900	174 300	339 800	71 300	166 200
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	1 157 000	443 400	165 500	322 600	67 700	157 800
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	61 500	23 500	8 800	17 200	3 600	8 400

[1]) »Muuta puuta» jaettu haavan ja lepän kesken siten, että haapaa on 30 % ja leppää 70 %. — [1]) *»Other wood» divided between aspen and alder so that aspen comprises 30 % and alder 70 %.*

Taulukko 39. **Meijerien käyttämät eri polttoaineet v. 1938 päävesistöalueittain.**

Table 39. Different kinds of fuel used by the creameries in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Kaikki kiinteät polttoaineet muunnettuina haloiksi — *All solid fuel converted into billets*				Tonnia *Tons*		m³	Halot p-m³ kuorineen *Billets m³ stacked incl. bark*
	Yhteensä *Total*	Halot *Billets*	Puujätteet *Refuse wood*	Muut — *Other*				
	Tod. k-m³ kuorineen *Act. solid cub. m. incl. bark*				Kivihiili *Coal*	Koksi *Coke*	Polttoturve *Fuel peat*	
1. Ahvenanmaa	1 307	1 307	—	—	—	—	—	1 980
2. Lounaisen rannikon	32 532	26 570	3 988	1 974	289	40	—	40 856
3. Eteläisen »	26 089	14 365	798	10 926	1 608	213	—	22 289
4. Kokemäenjoen läntinen	25 275	22 420	2 519	336	55	1	—	34 565
5. » itäinen	16 707	13 284	3 423	—	—	—	—	20 568
6. Päijänteen—Kymijoen	13 608	11 408	2 026	174	—	29	—	17 702
7. Päijänteen pohjoinen	5 335	5 305	30	—	—	—	—	8 271
8. Saimaan eteläinen	9 100	7 920	1 180	—	—	—	—	12 309
9. » pohjoinen	8 731	8 676	55	—	—	—	—	13 573
10. Pielisen	2 193	2 165	28	—	—	—	—	3 362
11. Kaakkoisen rannikon	5 599	4 843	72	684	110	4	—	7 435
12. Pohjois-Laatokan	2 824	2 655	25	144	24	—	—	4 085
13. Pohjanmaan eteläinen	30 184	27 379	1 440	1 365	209	8	126	42 405
14. » pohjoinen	21 423	18 645	2 778	—	—	—	—	29 145
15. Oulujoen	2 226	2 133	93	—	—	—	—	3 301
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	372	366	6	—	—	—	—	577
17. Tornio—Muoniojokien	518	518	—	—	—	—	—	795
18. Kemijoen	3 487	3 487	—	—	—	—	—	5 345
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	207 510	173 446	18 461	15 603	2 295	295	126	268 563
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	200 907	166 942	18 362	15 603	2 295	295	126	258 545
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	6 603	6 504	99	—	—	—	—	10 018

Taulukko 40. **Meijerien käyttämät halot v. 1938 päävesistöalueittain.**

Table 40. Fuel billets used by the creameries in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*					
1. Ahvenanmaa	25 800	9 000	8 700	5 700	2 000	400
2. Lounaisen rannikon						
3. Eteläisen »	13 200	2 100	1 700	4 400	4 400	600
4. Kokemäenjoen läntinen	20 700	5 500	6 800	5 400	1 900	1 100
5. » itäinen	12 200	2 600	2 200	3 800	2 100	1 500
6. Päijänteen—Kymijoen	10 500	2 300	1 200	4 000	1 400	1 600
7. Päijänteen pohjoinen	4 900	1 400	300	2 100	300	800
8. Saimaan eteläinen	7 300	1 300	300	3 900	200	1 600
9. » pohjoinen	7 900	1 000	300	5 800	200	600
10. Pielisen	2 000	200	600	800	100	300
11. Kaakkoisen rannikon	4 400	500	100	2 300	400	1 100
12. Pohjois-Laatokan	2 400	300	△	1 200	300	600
13. Pohjanmaan eteläinen	25 200	6 200	3 400	11 100	3 900	600
14. » pohjoinen	16 800	7 100	900	4 800	3 600	400
15. Oulujoen	1 900	500	△	800	600	△
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	300	△	△	300	△	△
17. Tornio—Muoniojokien	500	300	△	100	100	△
18. Kemijoen	3 200	1 700	100	600	700	100
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	159 200	42 000	26 600	57 100	22 200	11 390
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	153 300	39 500	26 500	55 300	20 800	11 200
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	5 900	2 500	100	1 800	1 400	100

Taulukko 43. Laivaliikenteen käyttämät halot v. 1938 päävesistöalueittain.

Table 43. Fuel billets consumed by steamships in 1938, by main water-system areas.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*					
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	1 000	300	100	300	200	100
3. Eteläisen »	800	200	200	200	100	100
4. Kokemäenjoen läntinen	14 300	2 300	1 100	6 600	2 700	1 600
5. » itäinen	7 400	1 600	600	2 300	1 700	1 200
6. Päijänteen—Kymijoen	43 400	9 100	2 100	16 500	6 100	9 600
7. Päijänteen pohjoinen	15 800	5 700	800	5 500	2 100	1 700
8. Saimaan eteläinen	150 200	18 000	5 900	37 900	53 200	35 200
9. » pohjoinen	37 600	5 200	2 200	13 300	10 000	6 900
10. Pielisen	15 400	2 400	500	6 700	3 000	2 800
11. Kaakkoisen rannikon	19 400	3 800	1 200	6 000	5 600	2 800
12. Pohjois-Laatokan	10 400	3 100	900	3 400	2 100	900
13. Pohjanmaan eteläinen	3 200	1 700	700	200	100	500
14. » pohjoinen	5 500	4 300	600	500	100	△
15. Oulujoen	7 500	2 400	1 300	3 300	200	300
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	600	400	△	△	200	△
17. Tornio—Muoniojokien	900	400	△	200	200	100
18. Kemijoen	3 700	3 500	200	—	—	—
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	337 100	64 400	18 400	102 900	87 600	63 800
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	324 400	57 700	16 900	99 400	87 000	63 400
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	12 700	6 700	1 500	3 500	600	400

Laivaliikenteessä käytetty jätepuuta yhteensä 77 291.8 p-m³. — *Refuse wood used by steamships 77 291.8 m³ stacked.*

Taulukko 41. Yhdistelmä liikenteen puun

Table 41. Summary of the utilization of wood for means of

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä — *Total*					
	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena —					
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	68 800	23 500	600	40 300	2 300	2 100
3. Eteläisen »	99 500	27 200	1 000	64 300	3 500	3 500
4. Kokemäenjoen läntinen	113 800	29 700	2 000	71 100	6 100	4 900
5. » itäinen	55 700	14 900	800	33 800	3 300	2 900
6. Päijänteen—Kymijoen	127 800	32 200	2 500	71 600	8 900	12 600
7. Päijänteen pohjoinen	32 100	11 000	1 100	15 200	2 600	2 200
8. Saimaan eteläinen	222 900	35 500	6 400	87 400	55 800	37 800
9. » pohjoinen	87 200	17 500	2 400	47 100	11 700	8 500
10. Pielisen	54 500	12 200	700	33 100	4 300	4 200
11. Kaakkoisen rannikon	112 900	30 200	2 100	66 000	8 800	5 800
12. Pohjois-Laatokan	88 100	22 000	2 100	55 600	4 800	3 600
13. Pohjanmaan eteläinen	76 300	22 100	1 300	47 400	2 600	2 900
14. » pohjoinen	76 000	22 000	1 300	47 700	2 600	2 400
15. Oulujoen	66 900	17 000	2 400	42 900	2 300	2 300
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	23 900	6 600	1 900	13 800	900	700
17. Tornio—Muoniojokien	48 400	10 600	400	33 600	1 900	1 900
18. Kemijoen	48 400	19 500	500	25 800	1 300	1 300
19. Tuntsa—Oulankajokien	100	△	—	100	—	—
20. Jäämeren	1 500	1 400	—	100	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	1 404 800	355 100	29 500	796 900	123 700	99 600
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	1 215 600	300 000	24 300	680 600	117 300	93 400
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	189 200	55 100	5 200	116 300	6 400	6 200

käytöstä v. 1938 päävesistöalueittain.

communication in 1938, by main water-system areas.

Halot — *Fuel billets*						Pyöreät ja veistetyt puutavarat *Round and hewn timber*					
Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	
Act. solid cub. m. green wood excl. bark											
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
49 100	3 900	500	40 300	2 300	2 100	19 700	19 600	100	—	—	2
76 900	4 700	900	64 300	3 500	3 500	22 600	22 500	100	—	—	3
91 200	7 500	1 600	71 100	6 100	4 900	22 600	22 200	400	△	—	4
44 500	3 700	800	33 800	3 300	2 900	11 200	11 200	△	—	—	5
108 600	13 000	2 500	71 600	8 900	12 600	19 200	19 200	△	—	—	6
27 500	6 400	1 100	15 200	2 600	2 200	4 600	4 600	△	—	—	7
208 500	21 300	6 200	87 400	55 800	37 800	14 400	14 200	200	△	—	8
77 300	7 600	2 400	47 100	11 700	8 500	9 900	9 900	△	—	—	9
46 700	4 400	700	33 100	4 300	4 200	7 800	7 800	△	—	△	10
91 500	9 300	1 600	66 000	8 800	5 800	21 400	20 900	500	△	—	11
72 000	6 700	1 300	55 600	4 800	3 600	16 100	15 300	800	—	—	12
58 900	5 000	1 000	47 400	2 600	2 900	17 400	17 100	300	—	—	13
61 200	7 600	900	47 700	2 600	2 400	14 800	14 400	400	—	—	14
55 000	5 800	1 700	42 900	2 300	2 300	11 900	11 200	700	—	—	15
17 500	1 700	400	13 800	900	700	6 400	4 900	1 500	—	—	16
40 300	2 700	200	33 600	1 900	1 900	8 100	7 900	200	—	—	17
36 000	7 200	400	25 800	1 300	1 300	12 400	12 300	100	—	—	18
100	△	—	100	—	—	△	△	—	—	—	19
700	600	—	100	—	—	800	800	—	—	—	20
1 163 500	119 100	24 200	796 900	123 700	99 600	241 300	236 000	5 300	△	△	
1 013 900	101 100	21 500	680 600	117 300	93 400	201 700	198 900	2 800	△	△	
149 600	18 000	2 700	116 300	6 400	6 200	39 600	37 100	2 500	—	—	

Taulukko 42. Valtion ja yksityisten rautateiden käyttämät halot

Table 42. Fuel billets and round and hewn timber used by the State

Päävesistöalue *Main water-system area*	Yhteensä — *Total*					
	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena —					
1. Ahvenanmaa	—	—	—	—	—	—
2. Lounaisen rannikon	60 300	16 000	500	39 700	2 100	2 000
3. Eteläisen »	91 100	20 300	700	63 400	3 400	3 300
4. Kokemäenjoen läntinen	90 500	19 400	500	63 900	3 400	3 300
5. » itäinen	44 100	9 300	200	31 300	1 600	1 700
6. Päijänteen—Kymijoen	77 500	16 600	400	54 800	2 800	2 900
7. Päijänteen pohjoinen	13 700	3 100	100	9 500	500	500
8. Saimaan eteläinen	69 000	14 500	400	48 900	2 600	2 600
9. » pohjoinen	45 400	9 600	200	32 300	1 700	1 600
10. Pielisen	36 400	7 700	200	25 800	1 300	1 400
11. Kaakkoisen rannikon	80 500	17 000	400	57 100	3 000	3 000
12. Pohjois-Laatokan	73 200	15 500	500	51 800	2 700	2 700
13. Pohjanmaan eteläinen	66 100	13 900	400	46 900	2 500	2 400
14. » pohjoinen	66 100	13 900	400	46 900	2 500	2 400
15. Oulujoen	55 600	11 800	300	39 400	2 100	2 000
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	19 100	4 000	100	13 600	700	700
17. Tornio—Muoniojokien	46 900	9 900	200	33 300	1 700	1 800
18. Kemijoen	35 500	7 500	200	25 200	1 300	1 300
19. Tuntsa—Oulankajokien	—	—	—	—	—	—
20. Jäämeren	—	—	—	—	—	—
Koko valtakunta — *Whole country*	971 000	210 000	5 700	683 800	35 900	35 600
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	813 900	176 800	4 900	572 300	30 100	29 800
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	157 100	33 200	800	111 500	5 800	5 800

sekä pyöreät ja veistetyt puutavarat v. 1938 päävesistöalueittain.

and private railways in 1938, by main water-system areas.

Halot — *Fuel billets*						Pyöreät ja veistetyt puutavarat *Round and hewn timber*			
Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	
Act. solid cub. m. green wood excl. bark									
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
47 700	3 500	400	39 700	2 100	2 000	12 600	12 500	100	2
75 100	4 400	600	63 400	3 400	3 300	16 000	15 900	100	3
75 900	4 900	400	63 900	3 400	3 300	14 600	14 500	100	4
36 900	2 100	200	31 300	1 600	1 700	7 200	7 200	△	5
64 800	3 900	400	54 800	2 800	2 900	12 700	12 700	△	6
11 300	700	100	9 500	500	500	2 400	2 400	△	7
57 700	3 300	300	48 900	2 600	2 600	11 300	11 200	100	8
38 000	2 200	200	32 300	1 700	1 600	7 400	7 400	△	9
30 500	1 800	200	25 800	1 300	1 400	5 900	5 900	△	10
67 400	3 900	400	57 100	3 000	3 000	13 100	13 100	△	11
61 100	3 500	400	51 800	2 700	2 700	12 100	12 000	100	12
55 300	3 200	300	46 900	2 500	2 400	10 800	10 700	100	13
55 300	3 200	300	46 900	2 500	2 400	10 800	10 700	100	14
46 500	2 700	300	39 400	2 100	2 000	9 100	9 100	△	15
16 000	900	100	13 600	700	700	3 100	3 100	△	16
39 300	2 300	200	33 300	1 700	1 800	7 600	7 600	△	17
29 700	1 700	200	25 200	1 300	1 300	5 800	5 800	—	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
808 500	48 200	5 000	683 800	35 900	35 600	162 500	161 800	700	
677 000	40 600	4 200	572 300	30 100	29 800	136 900	136 200	700	
131 500	7 600	800	111 500	5 800	5 800	25 600	25 600	△	

Taulukko 43 on sivulla 127.

Taulukko 44. **Kokonaisyhdistelmä halkojen käytöstä puulajeittain v. 1938.**

Table 44. General summary of the consumption of fuel billets in 1938, by species of trees.

Käyttöryhmä *Group of utilization*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, runkopuuta, tuoreena — *Mill. of act. solid cub. m. green stem wood excl. bark*				
I. Eteläpuolisko — *Southern half*					
1. Jal. puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	0.01	—	—	0.01	—
3. Teoll. halot — *Fuel billets of industries*	1.16	0.45	0.17	0.32	0.22
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	1.01	0.10	0.02	0.68	0.21
5. Maas. kotikäyttö — *Rural household use*	7.61	1.88	0.91	2.33	2.49
6. Muut erät — *Other items*	2.22	0.48	0.22	1.29	0.23
Yhteensä — *Total*	12.01	2.91	1.32	4.63	3.15
II. Pohjoispuolisko — *Northern half*					
1. Jal. puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	△	△	△	△	△
3. Teoll. halot — *Fuel billets of industries*	0.06	0.02	0.01	0.02	0.01
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	0.15	0.01	0.01	0.12	0.01
5. Maas. kotikäyttö — *Rural household use*	1.15	0.44	0.21	0.46	0.04
6. Muut erät — *Other items*	0.25	0.10	0.03	0.11	0.01
Yhteensä — *Total*	1.61	0.57	0.26	0.71	0.07
III. Koko maa — *Whole country*					
1. Jal. puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	0.01	△	△	0.01	△
3. Teoll. halot — *Fuel billets of industries*	1.22	0.47	0.18	0.34	0.23
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	1.16	0.11	0.03	0.80	0.22
5. Maas. kotikäyttö — *Rural household use*	8.76	2.32	1.12	2.79	2.53
6. Muut erät — *Other items*	2.47	0.58	0.25	1.40	0.24
Yhteensä — *Total*	13.62	3.48	1.58	5.34	3.22

Taulukko 45. Kokonaisyhdistelmä muun puun kuin polttopuun käytöstä puulajeittain v. 1938.

Table 45. General summary of the utilization of other wood than fuelwood in 1938, by species of trees.

Käyttöryhmä *Group of utilization*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Milj. tod. k-m³ kuoretta, runkopuuta, tuoreena *Mill. of act. solid cub. m. green stem wood excl. bark*				
I. Eteläpuolisko — *Southern half*					
1. Jal. puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	2.39	1.53	0.80	0.02	0.04
2. Teoll. raakapuu — *Raw materials of industries*	14.89	6.73	6.80	1.18	0.18
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	0.21	0.21	△	△	△
5. Maas. kotikäyttö — *Rural household use*	2.70	1.60	0.77	0.05	0.28
6. Muut erät — *Other items*	0.13	0.12	0.01	△	△
Yhteensä — *Total*	20.32	10.19	8.38	1.25	0.50
II. Pohjoispuolisko — *Northern half*					
1. Jal. puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	0.52	0.35	0.16	△	0.01
2. Teoll. raakapuu — *Raw materials of industries*	3.28	1.82	1.45	0.01	—
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	0.04	0.04	△	—	—
5. Maas. kotikäyttö — *Rural household use*	0.22	0.15	0.05	0.01	0.01
6. Muut erät — *Other items*	0.03	0.03	△	△	△
Yhteensä — *Total*	4.09	2.39	1.66	0.02	0.02
III. Koko maa — *Whole country*					
1. Jal. puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	2.91	1.88	0.96	0.02	0.05
2. Teoll. raakapuu — *Raw materials of industries*	18.17	8.55	8.25	1.19	0.18
4. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	0.25	0.25	△	△	△
5. Maas. kotikäyttö — *Rural household use*	2.92	1.75	0.82	0.06	0.29
6. Muut erät — *Other items*	0.16	0.15	0.01	△	△
Yhteensä — *Total*	24.41	12.58	10.04	1.27	0.52

Taulukko 46. **Maan koko halkojen ja muun puun käytön jakaantu-**

Table 46. Division of the utilization of fuel billets and other wood in the whole

Käyttöryhmä *Group of utilization*	Koko maa *Whole country*	Etelä-puolisko *Southern half*	Pohjois-puolisko *Northern half*	Ahvenanmaa	Lr	Er	Ko (W)	Ko (E)	Pä (S)	Pä (N)
	Tod. k-m³ kuoretta, runkopuuta, tuoreena —									
1. Jalostamattoman puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	2 915 500	2 394 400	521 100	—	107 400	54 300	56 700	26 500	35 500	197 000
2. Teollisuuden raakapuu — *Raw materials of industries*	18 165 600	14 883 600	3 282 000	—	554 700	897 000	1 594 600	776 200	1 704 000	1 506 400
3. Teollisuuden halot — *Fuelwood of industries*	1 218 500	1 157 000	61 500	—	68 800	110 100	320 800	41 400	95 500	71 000
4. Maaseudun kotikäyttö — *Rural household use*	11 685 000	10 317 100	1 367 900	74 500	767 400	687 100	1 042 600	424 100	1 016 300	669 500
5. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	1 412 800	1 222 300	190 500	—	69 200	100 900	114 200	56 000	128 400	32 200
6. Muut erät — *Other*	2 630 800	2 354 000	276 800	10 300	226 200	429 000	270 100	110 000	190 800	91 500
Koko valtakunta — *Whole country*	38 028 200	32 328 400	5 699 800	84 800	1 793 700	2 278 400	3 399 000	1 434 200	3 170 500	2 567 600

Taulukko 47. **Maan koko halkojen käytön jakaantuminen**

Table 47. Division of the utilization of fuel billets in the whole country

1. Jalostamattoman puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	14 400	11 900	2 500	—	3 300	8 000	—	—	—	—
3. Teollisuuden halot — *Fuelwood of industries*	1 218 500	1 157 000	61 500	—	68 800	110 100	320 800	41 400	95 500	71 000
4. Maaseudun kotikäyttö — *Rural household use*	8 761 000	7 608 300	1 152 700	37 200	497 900	482 700	770 700	313 400	733 900	536 600
5. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	1 163 500	1 013 900	149 600	—	49 100	76 900	91 200	44 500	108 600	27 500
6. Muut erät — *Other*	2 469 700	2 221 800	247 900	9 700	217 100	403 200	254 600	105 300	168 500	87 600
Koko valtakunta — *Whole country*	13 627 100	12 012 900	1 614 200	46 900	836 200	1 080 900	1 437 300	504 600	1 106 500	722 700

Taulukko 48. **Maan koko muun kuin polttopuun käytön jakaan-**

Table 48. Division of the utilization of other wood than fuelwood in the

1. Jalostamattoman puun vienti — *Exports of unmanufactured wood*	2 901 100	2 382 500	518 600	—	104 100	46 300	56 700	26 500	35 500	197 000
2. Teollisuuden raakapuu — *Raw materials of industries*	18 165 600	14 883 600	3 282 000	—	554 700	897 000	1 594 600	776 200	1 704 000	1 506 400
4. Maaseudun kotikäyttö — *Rural household use*	2 924 000	2 708 800	215 200	37 300	269 500	204 400	271 900	110 700	282 400	132 900
5. Liikenteen käyttö — *Means of communication*	249 300	208 400	40 900	—	20 100	24 000	23 000	11 500	19 800	4 700
6. Muut erät — *Other*	161 100	132 200	28 900	600	9 100	25 800	15 500	4 700	22 300	3 900
Koko valtakunta — *Whole country*	24 401 100	20 315 500	4 085 600	37 900	957 500	1 197 500	1 961 700	929 600	2 064 000	1 844 900

minen eri päävesistöalueitten kesken käyttöryhmittäin v. 1938.

country in 1938, by main water-system areas and by groups of utilization.

Sa (S)	Sa (N)	Piel.	Kr	P. La	Po (S)	Po (N)	Oul.	S—I—K	T—M	Ke	T—O	J	
Act. solid cub. m. green stem wood excl. bark													
171 900	179 000	78 300	519 800	103 500	284 300	580 200	136 700	182 100	82 200	85 200	—	34 900	1
1 515 200	1 505 700	1 494 800	1 031 100	1 370 500	493 900	439 500	1 042 500	588 600	270 200	1 231 700	136 900	12 100	2
43 600	63 800	28 800	107 300	168 300	25 100	12 500	54 700	—	200	6 600	—	—	3
907 800	789 800	473 100	1 062 400	678 300	824 700	899 500	366 600	339 300	157 800	376 700	93 700	33 800	4
223 200	87 200	54 500	114 600	88 400	77 300	76 200	67 200	24 500	48 400	48 600	100	1 700	5
200 400	159 300	55 700	247 500	96 600	154 900	111 700	135 500	27 700	17 200	81 400	7 900	7 100	6
3 062 100	2 784 800	2 185 200	3 082 700	2 505 600	1 860 200	2 119 600	1 803 200	1 162 200	576 000	1 830 200	238 600	89 600	

eri päävesistöalueitten kesken käyttöryhmittäin v. 1938.

in 1938, by main water-system areas and by groups of utilization.

—	—	—	600	—	—	—	△	—	2 500	—	—	—	1
43 600	63 800	28 800	107 300	168 300	25 100	12 500	54 700	—	200	6 600	—	—	3
706 100	636 600	371 400	742 900	528 000	556 100	694 800	310 400	275 700	135 900	322 800	77 400	30 500	4
208 500	77 300	46 700	91 500	72 000	58 900	61 200	55 000	17 500	40 300	36 000	100	700	5
189 300	154 300	53 600	234 800	93 400	144 400	106 000	114 800	27 000	16 700	74 900	7 700	6 800	6
1 147 500	932 000	500 500	1 177 100	861 700	784 500	874 500	534 900	320 200	195 600	440 300	85 200	38 000	

tuminen eri päävesistöalueitten kesken käyttöryhmittäin v. 1938.

whole country in 1938, by main water-system areas and by groups of utilization.

171 900	179 000	78 300	519 200	103 500	284 300	580 200	136 700	182 100	79 700	85 200	—	34 900	1
1 515 200	1 505 700	1 494 800	1 031 100	1 370 500	493 900	439 500	1 042 500	588 600	270 200	1 231 700	136 900	12 100	2
201 700	153 200	101 700	319 500	150 300	268 600	204 700	56 200	63 600	21 900	53 900	16 300	3 300	4
14 700	9 900	7 800	23 100	16 400	18 400	15 000	12 200	7 000	8 100	12 600	△	1 000	5
11 100	5 000	2 100	12 700	3 200	10 500	5 700	20 700	700	500	6 500	200	300	6
1 914 600	1 852 800	1 684 700	1 905 600	1 643 900	1 075 700	1 245 100	1 268 300	842 000	380 400	1 389 900	153 400	51 600	

Taulukko 49. 6. puunkäyttöryhmä, käyttö puulajeittain v. 1938 (kaupunkien alueit-

Table 49. The 6th group of utilization, consumption by species of trees in 1938 (con-meries). By main

Päävesistöalue *Main water-system area*	Koko käyttö *Total consumption*				
	Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena				
1. Ahvenanmaa	10 510	3 880	1 990	3 630	1 010
2. Lounaisen rannikon	225 900	78 160	38 020	97 480	12 240
3. Eteläisen »	429 010	102 130	39 190	260 370	27 320
4. Kokemäjoen läntinen	270 100	68 090	39 260	149 700	13 050
5. » itäinen	110 040	27 810	14 870	54 450	12 910
6. Päijänteen—Kymijoen	190 750	48 220	11 330	105 160	26 040
7. Päijänteen pohjoinen	91 420	26 310	5 040	47 440	12 630
8. Saimaan eteläinen	200 420	43 210	8 040	118 870	30 300
9. » pohjoinen	159 360	26 110	8 950	86 920	37 380
10. Pielisen	55 680	14 760	3 790	26 710	10 420
11. Kaakkoisen rannikon	247 540	57 300	16 000	159 890	14 350
12. Pohjois-Laatokan	96 660	23 410	7 640	55 400	10 210
13. Pohjanmaan eteläinen	154 900	41 780	21 780	82 780	8 560
14. » pohjoinen	111 660	33 330	14 250	51 270	12 810
15. Oulujoen	135 500	51 640	11 000	67 290	5 570
16. Simo—Ii—Kiiminkijokien	27 720	15 680	2 380	9 440	220
17. Tornio—Muoniojokien	17 200	8 860	2 760	4 910	670
18. Kemijoen	81 380	48 210	12 100	19 610	1 460
19. Tuntsa—Oulankajokien	7 960	4 010	1 550	1 760	640
20. Jäämeren	7 060	3 620	250	3 110	80
Koko valtakunta — *Whole country*	2 630 770	726 520	260 190	1 406 190	237 870
Suomen eteläpuoliskon vesistöalueet — *Southern half of Finland*	2 353 950	594 500	230 150	1 300 070	229 230
Suomen pohjoispuoliskon vesistöalueet — *Northern half of Finland*	276 820	132 020	30 040	106 120	8 640

käyttö, maaseudun sekalaiset erät ynnä meijerien käyttö). Päävesistötain.

sumption in towns, miscellaneous items in the country and consumption in crea-water-system areas.

Halkoja *Fuel billets*					Rakennuspuuta, jota ei ole teollisuuslaitoksissa muokattu *Building timber not worked up in industrial plants*					
Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	
— *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*										
9 810	3 210	1 960	3 630	1 010	700	670	30	—	—	1
216 950	69 870	37 460	97 400	12 220	8 950	8 290	560	80	20	2
403 190	78 850	36 730	260 310	27 300	25 820	23 280	2 460	60	20	3
254 640	53 530	38 460	149 620	13 030	15 460	14 560	800	80	20	4
105 360	24 110	13 960	54 400	12 890	4 680	3 700	910	50	20	5
168 420	26 310	10 990	105 100	26 020	22 330	21 910	340	60	20	6
87 520	22 720	4 790	47 390	12 620	3 900	3 590	250	50	10	7
189 330	32 450	7 780	118 820	30 280	11 090	10 760	260	50	20	8
154 330	21 370	8 710	86 880	37 370	5 030	4 740	240	40	10	9
53 620	12 870	3 650	26 690	10 410	2 060	1 890	140	20	10	10
234 890	45 160	15 580	159 820	14 330	12 650	12 140	420	70	20	11
93 430	20 790	7 070	55 370	10 200	3 230	2 620	570	30	10	12
144 350	32 020	21 080	82 710	8 540	10 550	9 760	700	70	20	13
105 990	28 000	13 970	51 230	12 790	5 670	5 330	280	40	20	14
114 790	32 160	10 340	66 730	5 560	20 710	19 480	660	560	10	15
26 980	15 020	2 320	9 420	220	740	660	60	20	—	16
16 710	8 390	2 740	4 910	670	490	470	20	—	—	17
74 900	41 870	11 990	19 590	1 450	6 480	6 340	110	20	10	18
7 750	3 820	1 530	1 760	640	210	190	20	—	—	19
6 760	3 350	220	3 110	80	300	270	30	—	—	20
2 469 720	575 870	251 330	1 404 890	237 630	161 050	150 650	8 860	1 300	240	
2 221 830	471 260	222 190	1 299 370	229 010	132 120	123 240	7 960	700	220	
247 890	104 610	29 140	105 520	8 620	28 930	27 410	900	600	20	

Taulukko 50. 6. puunkäyttöryhmä, käyttö puulajeittain v. 1938 (kaupunkien lautakuntien

Table 50. The 6th group of utilization, consumption by species of trees in 1938 meries). By forestry

	Metsänhoitolautakunnan piiri v. 1942 *Forestry board district in 1942*	Koko käyttö *Total consumption*				
		Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
		Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena —				
1	Lounais-Suomi	193 600	66 140	31 260	84 830	11 370
2	Satakunta	106 300	28 580	17 050	51 590	9 080
3	Uusimaa—Häme	199 540	47 810	26 020	102 110	23 600
4	Pohjois-Häme	188 170	45 680	25 600	110 810	6 080
5	Itä-Häme	87 050	22 660	9 400	42 680	12 310
6	Etelä-Savo	92 810	20 320	5 080	51 020	16 390
7	Itä-Savo	38 990	10 690	1 980	17 280	9 040
8	Etelä-Karjala	381 450	92 270	20 440	248 910	19 830
9	Laatokan-Karjala	83 760	23 270	7 050	41 160	12 280
10	Pohjois-Karjala	94 650	23 530	5 270	47 480	18 370
11	Pohjois-Savo	184 250	33 380	10 710	98 320	41 840
12	Keski-Suomi	104 460	25 280	7 250	57 970	13 960
13	Etelä-Pohjanmaa	91 610	27 340	13 030	46 070	5 170
14	Keski-Pohjanmaa	31 050	5 190	3 040	16 350	6 470
15	Kainuu	61 830	28 800	7 450	22 610	2 970
16	Pohjois-Pohjanmaa	129 610	50 270	6 780	64 850	7 710
17	Lappi	109 780	63 010	15 730	28 750	2 290
18	Helsinki	338 850	83 230	30 450	214 110	11 060
19	Vaasa	102 500	25 190	14 610	55 660	7 040
20	Ahvenanmaa	10 510	3 880	1 990	3 630	1 010
	Koko valtakunta — *Whole country*	2 630 770	726 520	260 190	1 406 190	237 870

käyttö, maaseudun sekalaiset erät ynnä meijerien käyttö). Metsänhoitopiireittäin.

(consumption in towns, miscellaneous items in the country and consumption in creaboard districts.

Halkoja *Fuel billets*					Rakennuspuuta, jota ei ole teollisuuslaitoksissa muokattu *Building timber not worked up in industrial plants*					
Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	Kaikkiaan *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*	
Act. solid cub. m. green wood excl. bark										
186 280	59 190	30 960	84 780	11 350	7 320	6 950	300	50	20	1
99 140	21 870	16 690	51 510	9 070	7 160	6 710	360	80	10	2
190 410	41 730	23 040	102 060	23 580	9 130	6 080	2 980	50	20	3
178 350	36 170	25 340	110 770	6 070	9 820	9 510	260	40	10	4
82 070	17 910	9 210	42 650	12 300	4 980	4 750	190	30	10	5
90 620	18 320	4 930	50 990	16 380	2 190	2 000	150	30	10	6
37 540	9 400	1 850	17 260	9 030	1 450	1 290	130	20	10	7
345 830	57 270	19 940	248 820	19 800	35 620	35 000	500	90	30	8
80 740	20 840	6 500	41 130	12 270	3 020	2 430	550	30	10	9
90 970	20 100	5 070	47 440	18 360	3 680	3 430	200	40	10	10
178 120	27 660	10 370	98 260	41 830	6 130	5 720	340	60	10	11
100 400	21 510	7 010	57 930	13 950	4 060	3 770	240	40	10	12
87 750	23 860	12 720	46 020	5 150	3 860	3 480	310	50	20	13
29 570	3 880	2 900	16 330	6 460	1 480	1 310	140	20	10	14
53 950	21 590	7 340	22 060	2 960	7 880	7 210	110	550	10	15
114 460	35 880	6 070	64 810	7 700	15 150	14 390	710	40	10	16
102 480	55 900	15 580	28 720	2 280	7 300	7 110	150	30	10	17
317 250	62 530	29 600	214 070	11 050	21 600	20 700	850	40	10	18
93 980	17 050	14 250	55 650	7 030	8 520	8 140	360	10	10	19
9 810	3 210	1 960	3 630	1 010	700	670	30	—	—	20
2 469 720	575 870	251 330	1 404 890	237 630	161 050	150 650	8 860	1 300	240	

Taulukko 51. 6. käyttöryhmän puupolttoaineen käyttö (pinomittoina) v. 1938.

Table 51. Consumption of wood fuel in the 6th group of utilization in 1938 (stacked measure).

Metsänhoitolautakunnan piiri v. 1942 *Forestry board district in 1942*	Kaikkiaan *Total*	Halkoja *Billets*	Puujätteitä *Refuse wood*
	p-m³ kuorineen — *m³ stacked incl. bark*		
Lounais-Suomi	331 540	305 090	26 450
Satakunta	201 140	166 030	35 110
Uusimaa—Häme	338 880	314 730	24 150
Pohjois-Häme	312 170	293 860	18 310
Itä-Häme	174 000	134 230	39 770
Etelä-Savo	127 710	122 990	4 720
Itä-Savo	101 480	92 910	8 570
Etelä-Karjala	618 950	567 370	51 580
Laatokan-Karjala	139 710	134 490	5 220
Pohjois-Karjala	163 880	149 860	14 020
Pohjois-Savo	330 510	290 800	39 710
Keski-Suomi	178 490	164 860	13 630
Etelä-Pohjanmaa	145 770	142 400	3 370
Keski-Pohjanmaa	48 770	47 830	940
Kainuu	92 540	90 830	1 710
Pohjois-Pohjanmaa	199 670	187 290	12 380
Lappi	225 200	168 540	56 660
Helsinki	541 030	512 340	28 690
Vaasa	184 690	154 940	29 750
Ahvenanmaa	16 180	16 090	90
Koko valtakunta — *Whole counrty*	4 472 310	4 057 480	414 830

Taulukko 52. **Jalostamattoman puun vienti puutavaralajeittain v:sta 1911.**

Table 52. Exports of unmanufactured wood by groups of articles from 1911.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Pyöreätä puuta — *Round timber*					Veistettyä puuta *Hewn timber*	Halkoja *Billets*	Vuosi *Year*
		Yhteensä *Total*	Kaivospölkyt *Pitprops*	Paperipuut *Pulpwood*	Lehtipuut *Hardwood*	Muuta pyöreätä puuta *Other round wood*			
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*								
1911	2 765 100	1 951 600	1 207 000	186 600	35 000	523 000	360 800	452 700	1911
1912	2 931 900	1 955 300	1 206 600	271 500	14 400	462 800	361 600	615 000	1912
1913	3 764 800	2 704 000	1 636 500	508 800	36 500	522 200	407 700	653 100	1913
1914	2 681 500	1 821 200	973 500	240 000	33 600	574 100	193 100	667 200	1914
1915	1 526 500	484 700	138 700	16 200	3 500	326 300	79 300	962 500	1915
1916	2 529 600	582 600	123 500	8 000	24 300	426 800	72 000	1 875 000	1916
1917	1 857 000	342 000	73 200	—	14 100	254 700	27 100	1 487 900	1917
1918	131 000	36 400	—	7 200	—	29 200	11 700	82 900	1918
1919	828 900	738 200	409 000	3 000	2 000	324 200	77 800	12 900	1919
1920	1 540 800	1 358 500	748 000	243 200	50 200	317 100	101 200	81 100	1920
1921	1 037 600	601 200	297 300	33 700	48 800	221 400	281 100	155 300	1921
1922	2 508 500	1 655 600	1 001 800	409 700	27 000	217 100	512 000	340 900	1922
1923	3 173 900	2 720 500	1 313 400	748 800	53 100	605 200	375 300	78 100	1923
1924	2 971 200	2 436 600	1 228 200	478 300	40 400	689 700	481 700	52 900	1924
1925	3 619 100	3 011 700	1 121 100	1 400 600	51 200	438 800	566 900	40 500	1925
1926	3 593 900	3 070 800	840 800	1 704 900	42 900	482 200	490 800	32 300	1926
1927	4 327 500	3 839 700	1 682 300	1 650 500	47 100	459 800	444 900	42 900	1927
1928	3 831 700	3 402 200	1 477 100	1 522 100	42 700	360 300	407 000	22 500	1928
1929	3 117 200	2 744 900	1 270 400	1 233 900	31 400	209 200	354 300	18 000	1929
1930	2 636 800	2 335 400	1 333 700	788 000	46 600	167 100	289 600	11 800	1930
1931	1 590 900	1 471 900	1 114 100	243 300	42 800	71 700	95 300	23 700	1931
1932	1 584 200	1 501 400	1 216 400	201 200	24 000	59 800	56 600	26 200	1932
1933	2 303 800	2 172 900	1 293 400	791 800	12 100	75 600	108 700	22 200	1933
1934	3 373 300	3 163 200	1 627 200	1 333 200	16 900	185 900	191 300	18 800	1934
1935	3 287 600	3 099 800	1 636 000	1 216 800	31 600	215 400	166 800	21 000	1935
1936	3 301 700	3 145 500	1 824 500	1 071 200	47 800	202 000	134 300	21 900	1936
1937	3 909 900	3 669 700	1 876 200	1 540 100	66 200	187 200	224 000	16 200	1937
1938	2 871 900	2 672 500	1 462 400	930 000	63 800	216 300	185 300	14 100	1938
1939	2 235 200	2 070 000	1 014 700	805 500	46 900	202 900	152 900	12 300	1939
1940	1 026 600	1 009 400	426 900	528 400	9 900	44 200	9 800	7 400	1940
1941	1 024 700	969 800	283 400	624 900	24 000	37 500	30 100	24 800	1941
1942	838 600	819 900	391 600	349 000	12 500	66 800	18 600	100	1942
1943	962 300	934 800	578 000	262 900	30 500	63 400	27 500	△	1943
1944	219 500	205 900	126 500	53 400	13 200	12 800	11 300	2 300	1944
1945	[1]) 484 500	458 800	242 900	156 900	4 300	54 700	25 400	300	1945
1946	[1])1 537 400	1 458 700	1 138 700	214 800	17 200	88 000	70 300	8 400	1946
1947	[1])2 149 500	1 974 000	1 470 600	300 800	29 100	173 500	131 400	44 100	1947

[1]) Sisältää sekä vapaan viennin että sotakorvausviennin. — [1]) *Including both free exports and war indemnity.*

Taulukko 53. Metsäteollisuuden pyöreän kotimaisen puuraaka-aineen käyttö v:sta 1911 teollisuuslajeittain.

Table 53. Quantity of Finnish round wood used as raw materials in the different branches of the wood-working industry from 1911.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Sahat *Sawmills*	Vaneritehtaat *Veneer and plywood mills*	Tulitikkutehtaat *Match factories*	Lastuvillatehtaat *Excelsior mills*	Rullatehtaat *Spool and bobbin mills*	Huonekalutehtaat *Furniture factories*	Puuhiomot *Mechanical pulp mills*	Selluloosatehtaat *Chemical pulpmills* Sulfiitti *Sulphite*	Selluloosatehtaat *Chemical pulpmills* Sulfaatti *Sulphate*	Vuosi *Year*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*										
1911	9 840 300	8 228 000	—	.	.	233 300	·	543 800	835 200		1911
1912	9 929 600	8 131 000	5 400	.	.	239 800	·	635 200	918 200		1912
1913	11 085 000	9 170 600	16 200	.	.	277 500	·	530 400	1 090 300		1913
1914	8 804 700	7 022 700	18 000	.	.	220 100	·	523 000	1 020 900		1914
1915	6 251 400	4 629 000	31 400	.	.	253 900	·	569 700	767 400		1915
1916	5 289 900	3 565 600	28 000	.	.	191 400	·	633 400	871 500		1916
1917	3 483 100	2 441 000	27 000	.	.	6 400	·	549 400	459 300		1917
1918	2 154 100	1 465 700	32 100	.	.	72 100	·	293 500	290 700		1918
1919	3 981 500	2 896 700	61 800	.	.	81 600	·	394 700	546 700		1919
1920	7 651 900	6 298 800	81 000	.	.	6 800	·	460 300	805 000		1920
1921	8 240 900	6 703 500	63 700	.	.	99 500	·	435 400	938 800		1921
1922	10 067 600	7 983 000	126 500	.	.	136 900	·	497 800	1 323 400		1922
1923	13 176 200	10 601 500	189 100	37 000	3 300	226 100	·	610 700	1 508 500		1923
1924	13 262 900	10 538 100	223 600	30 400	3 300	161 700	·	693 100	1 612 700		1924
1925	14 379 000	11 292 800	317 900	44 700	4 100	204 800	·	719 600	1 795 100		1925
1926	15 861 800	12 393 200	352 100	45 000	5 200	161 400	·	737 400	2 167 500		1926
1927	18 050 700	14 232 400	376 000	48 600	4 900	178 400	·	893 800	2 090 000	226 600	1927
1928	17 941 900	13 513 200	419 900	45 800	6 800	166 100	·	965 500	2 374 800	449 800	1928
1929	16 254 300	11 735 500	481 700	45 300	4 500	163 700	·	1 041 200	2 335 000	447 400	1929
1930	13 876 800	8 899 400	472 700	46 000	4 800	142 000	·	1 104 600	2 705 800	501 500	1930
1931	12 525 000	7 728 200	403 800	46 000	7 100	143 500	·	1 074 700	2 619 700	502 000	1931
1932	13 107 700	7 727 500	451 600	33 300	13 000	136 100	·	1 091 500	3 020 400	634 300	1932
1933	15 536 700	9 779 900	532 300	26 200	11 400	165 400	·	1 205 100	3 245 800	570 600	1933
1934	18 925 000	12 571 100	614 300	17 700	17 300	170 700	·	1 465 800	3 555 000	513 100	1934
1935	17 879 600	10 745 500	648 300	16 200	14 000	182 900	·	1 562 800	4 002 300	707 600	1935
1936	19 518 200	11 268 900	752 000	21 400	17 700	178 800	·	1 692 500	4 485 700	1 101 200	1936
1937	21 718 200	12 506 700	844 000	25 800	16 300	182 700	·	1 996 800	4 916 800	1 229 100	1937
1938	18 096 300	9 141 300	861 600	24 200	16 100	149 700	8 900	1 810 700	4 321 600	1 762 200	1938
1939	13 762 900	7 181 300	695 600	17 600	9 800	142 900	8 900	1 608 900	3 064 100	1 033 800	1939
1940	6 748 200	3 378 700	415 800	15 300	4 700	118 500	8 900	496 400	1 413 100	896 800	1940
1941	7 463 900	3 875 800	350 000	14 900	8 100	90 500	8 900	446 800	1 696 900	972 000	1941
1942	7 484 900	4 058 400	382 200	14 700	5 400	71 200	8 900	631 900	1 459 300	852 900	1942
1943	8 679 500	4 994 300	398 200	18 100	10 100	70 800	8 900	920 500	1 337 300	921 300	1943
1944	7 021 000	3 920 400	353 200	17 700	10 100	16 300	8 900	692 400	1 264 400	737 600	1944
1945	8 799 900	5 219 900	337 700	17 700	12 100	65 100	8 900	846 400	1 459 100	833 000	1945
1946	11 473 100	5 962 700	571 700	18 400	20 100	85 700	[1])11 900	[2])8 900	1 181 200	2 222 800	1 389 700	1946
1947											1947

[1]) Puulaiva- ja veneveist. — [1]) *Boatyards.*
[2]) Huonek. — [2]) *Furniture.*

Taulukko 54. Metsäteollisuuden pyöreän kotimaisen puuraaka-aineen käyttö v:sta 1923 puulajeittain.

Table 54. Quantity of Finnish round wood used as raw materials in the wood-working industry, by species of trees from 1923.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				
1923	13 176 200	7 799 100	4 871 500	466 900	38 700
1924	13 262 900	7 616 200	5 145 300	464 300	37 100
1925	14 379 000	8 133 800	5 535 900	657 000	52 300
1926	15 861 800	8 833 600	6 291 200	686 600	50 400
1927	18 050 700	10 357 100	6 977 800	651 500	64 300
1928	17 941 900	10 207 100	6 997 500	670 900	66 400
1929	16 254 300	9 049 000	6 392 400	743 200	69 700
1930	13 876 800	7 129 500	5 957 100	714 300	75 900
1931	12 525 000	6 289 900	5 507 200	646 400	81 500
1932	13 107 700	6 417 400	5 939 600	661 500	89 200
1933	15 536 700	7 930 900	6 702 000	783 400	120 400
1934	18 925 000	9 585 300	8 308 600	922 200	108 900
1935	17 879 600	8 871 800	7 925 300	960 000	122 500
1936	19 518 200	9 654 500	8 623 700	1 097 500	142 500
1937	21 718 200	10 383 500	9 952 900	1 189 900	191 900
1938	18 096 300	8 538 700	8 187 500	1 188 700	181 400
1939	13 762 900	6 527 900	6 100 300	929 100	205 600
1940	6 748 200	3 790 000	2 283 400	567 100	107 700
1941	7 463 900	3 768 700	3 101 700	509 300	84 200
1942	7 484 900	3 781 900	3 121 500	507 200	74 300
1943	8 679 500	4 565 700	3 422 100	592 200	99 500
1944	7 021 000	3 480 200	2 950 700	486 800	103 300
1945	8 799 900	4 477 100	3 675 700	545 000	102 100
1946	11 473 100	5 544 600	5 053 100	815 800	59 600
1947					

Taulukko 55. **Sahojen käyttämät kotimaiset oman sahauksen tukit v:sta 1925 puulajeittain.**

Table 55. Finnish logs owned by the sawmills: quantities sawn annually since 1925, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Muut *Other*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*				
1925	11 292 800	8 003 700	3 149 400	134 100	5 600
1926	12 393 200	8 517 300	3 699 500	173 200	3 200
1927	14 232 400	10 145 700	3 985 900	100 500	300
1928	13 513 200	9 757 500	3 669 200	84 500	2 000
1929	11 735 500	8 603 300	3 029 300	98 900	4 000
1930	8 899 400	6 631 600	2 164 700	102 100	1 000
1931	7 728 200	5 783 800	1 840 500	101 900	2 000
1932	7 727 500	5 790 700	1 860 000	76 300	500
1933	9 779 900	7 374 300	2 318 200	87 200	200
1934	12 571 100	9 089 400	3 343 400	137 800	500
1935	10 745 500	8 172 200	2 442 200	130 500	600
1936	11 268 900	8 528 800	2 566 900	172 300	900
1937	12 506 700	9 113 800	3 221 900	168 200	2 800
1938	9 141 300	6 707 200	2 252 000	178 800	3 300
1939	7 181 300	5 437 900	1 657 200	85 200	1 000
1940	3 378 700	2 867 600	482 500	28 000	600
1941	3 875 800	2 835 200	976 400	63 700	500
1942	4 058 400	2 948 600	1 059 600	49 500	700
1943	4 994 300	3 650 900	1 222 300	119 000	2 100
1944	3 920 400	2 801 500	1 005 800	111 900	1 200
1945	5 219 900	3 667 500	1 408 500	142 400	1 500
1946	5 962 700	4 165 200	1 634 000	162 200	1 300
1947					

Taulukko 56. **Puuhiomoitten ja selluloosatehtaitten pyöreän kotimaisen paperipuun käyttö v:sta 1923 puulajeittain.**

Table 56. Finnish round pulpwood used in mechanical and chemical pulp mills from 1923, by species of trees.

Vuosi *Year*	Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*					
1923	2 119 200	178 300	1 940 900	—	—	—
1924	2 305 800	166 300	2 139 500	—	—	—
1925	2 514 700	128 200	2 386 500	—	—	—
1926	2 904 900	313 200	2 591 700	—	—	—
1927	3 210 400	208 200	2 991 900	—	10 300	—
1928	3 790 100	448 200	3 328 300	—	13 600	—
1929	3 823 600	445 000	3 363 100	1 200	14 300	—
1930	4 311 900	497 000	3 792 400	200	22 300	—
1931	4 196 400	504 400	3 666 700	—	25 300	—
1932	4 746 200	625 600	4 079 600	—	41 000	—
1933	5 021 500	556 500	4 383 800	—	81 200	—
1934	5 533 900	495 900	4 965 200	—	72 800	—
1935	6 272 700	699 400	5 483 100	—	90 200	—
1936	7 279 400	1 122 100	6 056 800	—	100 500	—
1937	8 142 700	1 264 900	6 728 400	—	149 400	—
1938	7 894 500	1 819 200	5 933 400	—	141 900	—
1939	5 706 800	1 086 300	4 440 700	—	179 800	—
1940	2 806 300	920 100	1 799 800	—	86 400	—
1941	3 115 700	930 000	2 123 000	—	58 500	4 200
1942	2 944 100	829 000	2 060 200	—	54 900	—
1943	3 179 100	907 900	2 197 900	1 500	71 800	—
1944	2 694 400	674 600	1 943 000	—	76 800	—
1945	3 138 500	800 200	2 261 000	—	77 300	—
1946	4 793 700	1 355 700	3 404 800	—	33 200	—
1947						

Taulukko 57. Puuhiomoitten pyöreän puuraaka-aineen käyttö v:sta 1925.

Table 57. Round wood used as raw materials by mechanical pulp mills from 1925.

Vuosi *Year*	Yhteensä raaka-ainetta *Total of raw materials*	Kotimaista — *Finnish*				Ulkomaista *Imported*	Jätepuuta *Refuse wood*
		Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*		
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*						
1925	719 600	719 600	—	719 600	—	—	—
1926	737 400	737 400	—	737 400	—	—	—
1927	893 800	893 800	600	893 200	—	—	—
1928	965 500	965 500	10 500	955 000	—	—	—
1929	1 046 300	1 041 200	11 200	1 030 000	—	5 100	—
1930	1 110 400	1 104 600	7 500	1 097 100	—	5 800	—
1931	1 095 900	1 074 700	8 200	1 065 600	900	—	21 200
1932	1 098 100	1 091 500	11 200	1 079 400	900	—	6 600
1933	1 211 800	1 205 100	20 900	1 165 500	18 700	—	6 700
1934	1 473 200	1 465 800	16 000	1 429 000	20 800	—	7 400
1935	1 570 400	1 562 800	25 200	1 509 400	28 200	—	7 600
1936	1 692 500	1 692 500	55 400	1 602 300	34 800	—	—
1937	2 002 500	1 996 800	63 200	1 863 200	70 400	—	5 700
1938	1 811 500	1 810 700	67 000	1 684 200	59 500	—	800
1939	1 652 600	1 608 900	57 600	1 500 900	50 400	43 600	100
1940	496 400	496 400	24 400	421 500	50 500	—	—
1941	446 800	446 800	18 800	380 800	47 200	—	—
1942	631 900	631 900	8 800	579 200	43 900	—	—
1943	[1]) 920 500	920 500	18 200	840 900	61 400	—	—
1944	[1]) 692 400	692 400	9 300	607 800	75 300	—	—
1945	[1]) 846 400	846 400	19 100	750 000	77 300	—	—
1946	[1])1 181 200	1 181 200	31 800	1 121 900	27 500	—	—
1947							

[1]) Sisältää myös insuliittitehtaan puut. — [1]) *Including also raw material for insulite industry.*

Taulukko 58. Sulfiittiselluloosatehtaitten pyöreän puuraaka-aineen käyttö v:sta 1927.

Table 58. Round wood used as raw materials by sulphite pulp mills from 1927.

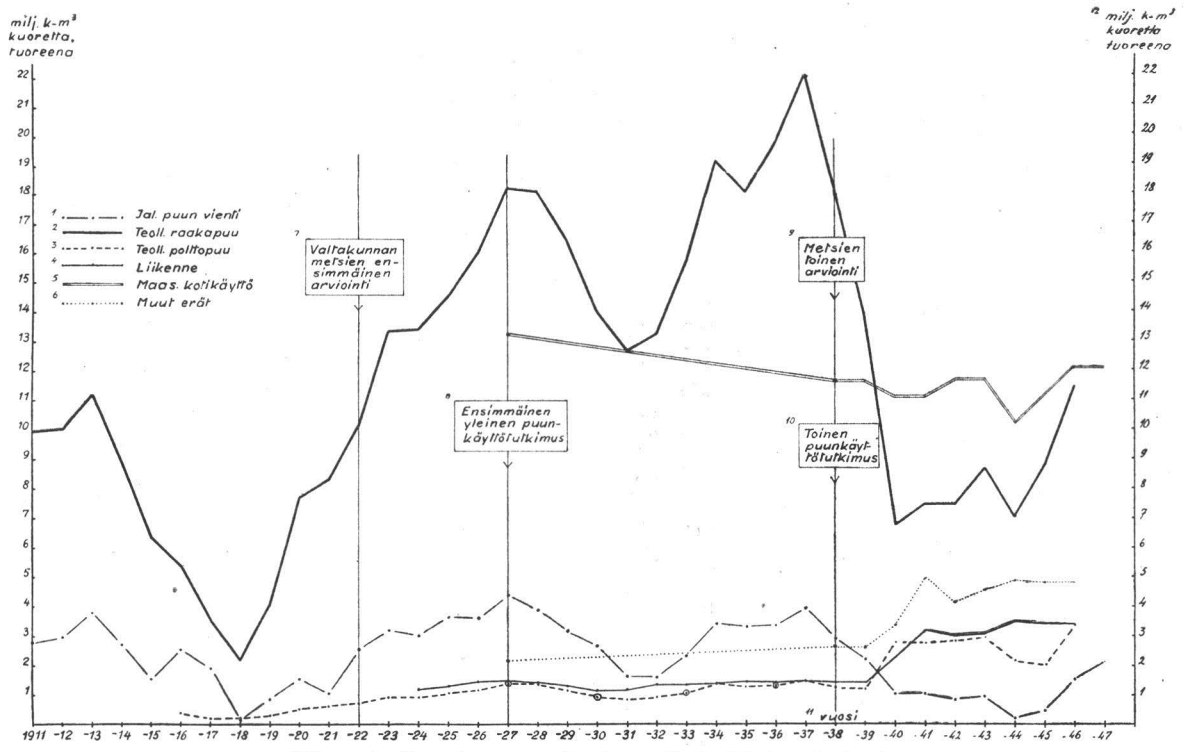
Vuosi *Year*	Yhteensä raaka-ainetta *Total of raw materials*	Kotimaista — *Finnish*						Ulkomaista *Imported*	Jätepuuta *Refuse wood*
		Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Haapa *Aspen*	Leppä *Alder*		
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*								
1927	2 090 000	2 090 000	—	2 079 700	—	10 300	—	—	—
1928	2 374 800	2 374 800	100	2 361 100	—	13 600	—	—	—
1929	2 484 100	2 335 000	500	2 322 800	1 200	10 500	—	149 100	—
1930	2 723 800	2 705 800	400	2 688 000	200	17 200	—	800	17 200
1931	2 682 600	2 619 700	—	2 599 400	—	20 300	—	40 300	22 600
1932	3 148 500	3 020 400	—	2 986 900	—	33 500	—	105 400	22 700
1933	3 401 500	3 245 800	—	3 190 500	—	55 300	—	135 900	19 800
1934	3 767 200	3 555 000	—	3 507 400	—	47 600	—	146 000	66 200
1935	4 137 200	4 002 300	—	3 944 900	—	57 400	—	103 100	31 800
1936	4 573 100	4 485 700	—	4 423 800	—	61 900	—	70 400	17 000
1937	4 941 900	4 916 800	900	4 841 500	—	74 400	—	—	25 100
1938	4 334 700	4 321 600	—	4 244 900	—	76 700	—	—	13 100
1939	3 077 800	3 064 100	—	2 938 300	—	125 800	—	—	13 700
1940	1 416 000	1 413 100	—	1 377 200	—	35 900	—	—	2 900
1941	1 697 400	1 696 900	—	1 681 400	—	11 300	4 200	—	500
1942	1 459 300	1 459 300	1 700	1 446 600	—	11 000	—	—	Δ
1943	1 337 300	1 337 300	3 000	1 322 400	—	11 900	—	—	—
1944	1 264 400	1 264 400	—	1 262 900	—	1 500	—	—	—
1945	1 459 100	1 459 100	1 000	1 458 100	—	—	—	—	—
1946	2 222 800	2 222 800	—	2 217 100	—	5 700	—	—	—
1947									

Taulukko 59. Sulfaattiselluloosatehtaitten pyöreän puuraaka-aineen käyttö v:sta 1925. (Kaikki kotimaisia).

Table 59. Round wood used as raw materials by sulphate pulp mills from 1925. (All Finnish.)

Vuosi *Year*	Yhteensä raaka-ainetta *Total of raw materials*	Pyöreää puuta — *Round wood*				Jätepuuta — *Refuse wood*		
		Yhteensä *Total*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Haapa *Aspen*	Yhteensä *Total*	Rimoja *Edgings*	Hakkeita *Flees*
	Tod. k-m³ kuoretta, tuoreena — *Act. solid cub. m. green wood excl. bark*							
1925	.	.	.	.	.	499 800	23 900	475 900
1926	.	.	.	.	.	332 500	—	332 500
1927	657 400	226 600	207 600	19 000	—	430 800	42 600	388 200
1928	836 400	449 800	437 600	12 200	—	386 600	12 100	374 500
1929	853 200	447 400	433 300	10 300	3 800	405 800	40 400	365 400
1930	1 022 500	501 500	489 100	7 300	5 100	521 000	63 700	457 300
1931	951 000	502 000	496 200	1 700	4 100	449 000	45 600	403 400
1932	1 114 900	634 300	614 400	13 300	6 600	480 600	49 900	430 700
1933	1 134 300	570 600	535 600	27 800	7 200	563 700	85 700	478 000
1934	1 248 000	513 100	479 900	28 800	4 400	734 900	77 200	657 700
1935	1 377 500	707 600	674 200	28 800	4 600	669 900	62 800	607 100
1936	1 826 100	1 101 200	1 066 700	30 700	3 800	724 900	42 400	682 500
1937	1 960 400	1 229 100	1 200 800	23 700	4 600	731 300	16 800	714 500
1938	2 543 200	1 762 200	1 752 200	4 300	5 700	781 000	8 800	772 200
1939	1 550 100	1 033 800	1 028 700	1 500	3 600	516 300	2 900	513 400
1940	1 137 100	896 800	895 700	1 100	—	240 300	2 200	238 100
1941	1 224 700	972 000	911 200	60 800	—	252 700	18 700	234 000
1942	1 072 100	852 900	818 500	34 400	—	219 200	3 900	215 300
1943	1 203 300	921 300	886 700	34 600	—	282 000	3 000	279 000
1944	956 200	737 600	665 300	72 300	—	218 600	900	217 700
1945	1 005 500	833 000	780 100	52 900	—	172 500	3 500	169 000
1946	1 675 600	1 389 700	1 323 900	65 800	—	285 900	2 500	283 400
1947								

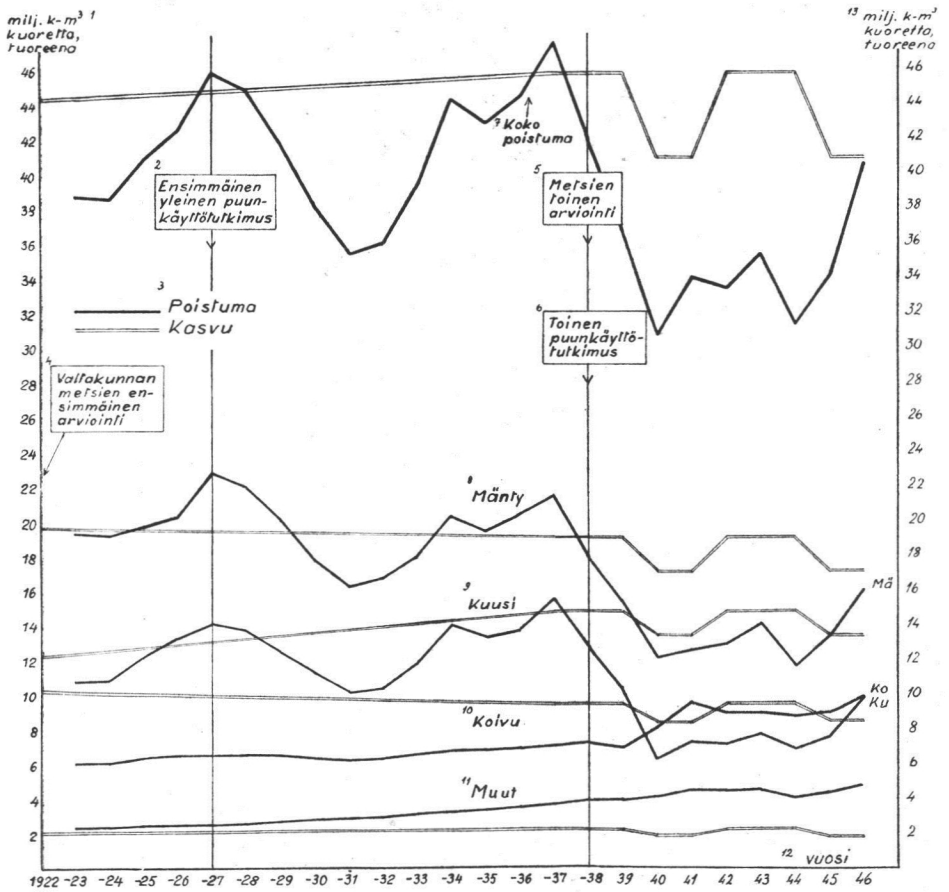
PIIRROKSET
DRAWINGS



Piirros 1. Vuotuisen puun käytön vaihtelu käyttöryhmittäin.

Drawing 1. Variation of the annual use of wood in utilization groups.

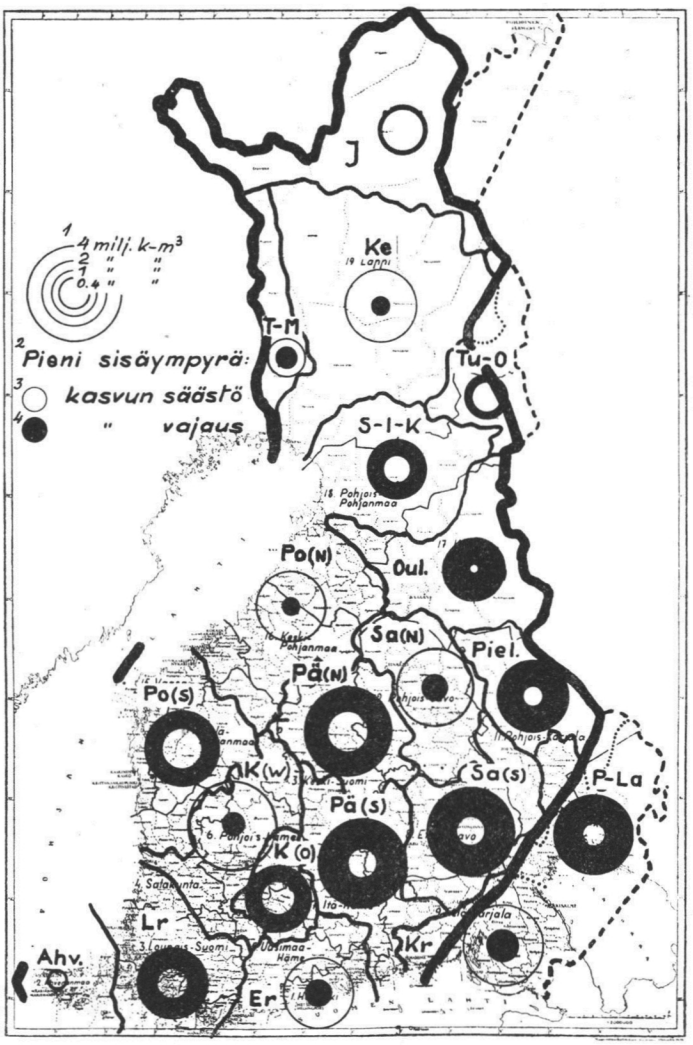
[1] *Export of unmanufactured wood.*
[2] *Raw wood for industry.*
[3] *Fuelwood for industry.*
[4] *Means of communication.*
[5] *Rural household use.*
[6] *Other items.*
[7] *First national forest survey.*
[8] *First general research on wood utilization.*
[9] *Second national forest survey.*
[10] *Second research on wood utilization.*
[11] *Year.*
[12] *Mill. act. solid cub. m. without bark, green.*



Piirros 2. Metsien koko poistuma ja poistuma puulajeittain vuodesta 1923 verrattuna kasvuun.

Drawing 2. Total removal in the forests and removal of different tree species from 1923 compared with the growth.

[1] *Mill. act. solid cub. m. without bark, green.*
[2] *First general research on wood utilization.*
[3] *Growth Removal.*
[4] *First national forest survey.*
[5] *Second national forest survey.*
[6] *Second research on wood utilization.*
[7] *The whole removal.*
[8] *Pine.*
[9] *Spruce.*
[10] *Birch.*
[11] *Other tree species.*
[12] *Year.*
[13] *Mill. act. solid cub. m. without bark, green.*



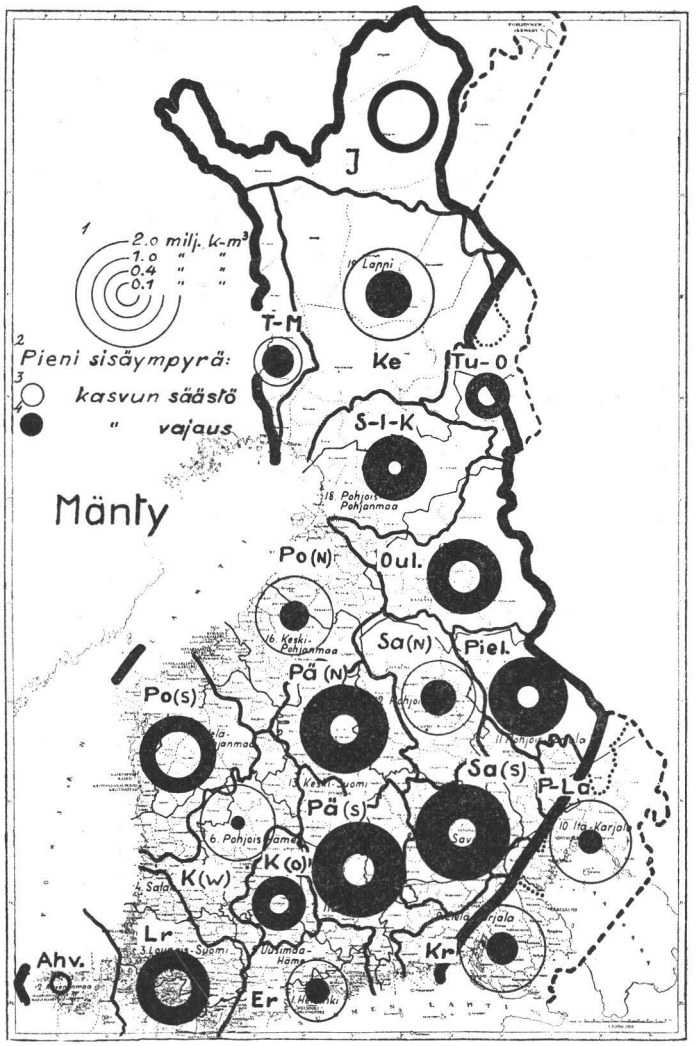
Piirros 3.

Metsien kokonaiskasvu ja poistuma v. 1938 toisiinsa verrattuina eri päävesistöalueissa. Kasvuvoittoiset alueet: musta rengas osoittaa poistumaa ja sen sisässä oleva valkoinen ympyrä kasvun suuremmuutta. Poistumavoittoiset alueet: valkoinen rengas osoittaa kasvua ja sen sisässä musta ympyrä kasvun pienemmyyttä.

Drawing 3.

The total growth and removal in forests in 1938 compared with each other in the different main water-system areas. Areas where growth exceeds removal: the black ring indicates removal and the white circle inside it the excess of growth. Areas where removal exceeds growth: the white ring indicates growth and the black circle inside it the excess of removal.

[1] *4 mill. act. solid cub. m.*
2 » » » » »
1 » » » » »
0.4 » » » » »
[2] *Small inner circle:*
[3] *excess of growth*
[4] *deficit » »*



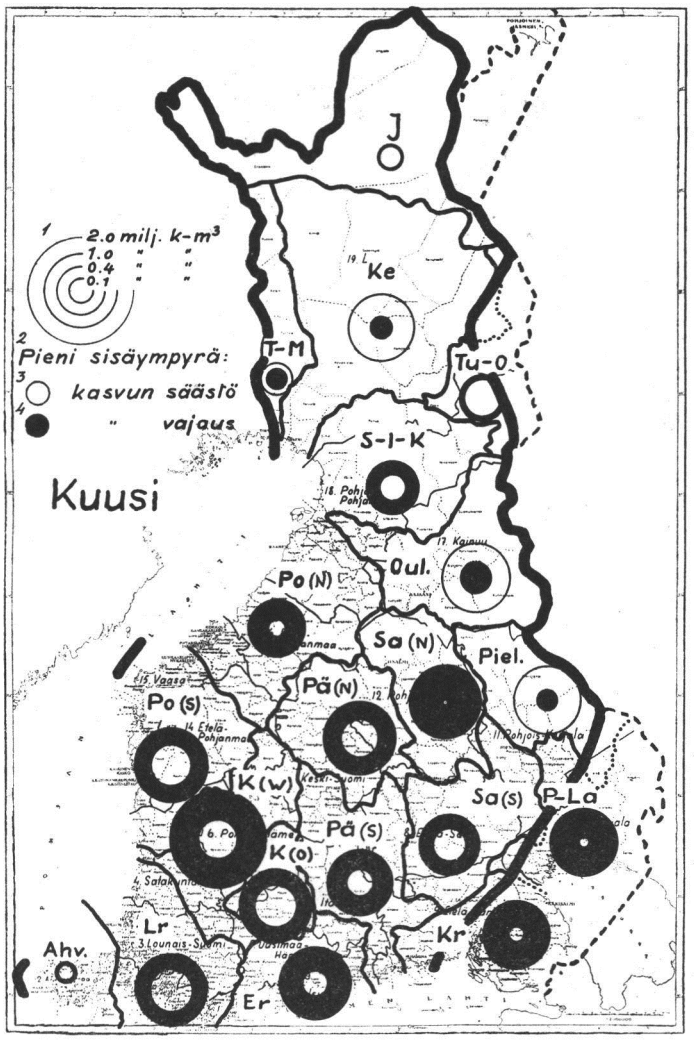
Piirros 4.

Männyn kokonaiskasvu ja poistuma v. 1938 toisiinsa verrattuina eri päävesistöalueissa. Kasvuvoittoiset alueet: musta rengas osoittaa poistumaa ja sen sisässä oleva valkoinen ympyrä kasvun suuremmuutta. Poistumavoittoiset alueet: valkoinen rengas osoittaa kasvua ja sen sisässä musta ympyrä kasvun pienemmyyttä.

Drawing 4.

The total growth and removal of pine in 1938 compared with each other in the different main water-system areas. Areas where growth exceeds removal: the black ring indicates removal and the white circle inside it the excess of growth. Areas where removal exceeds growth: the white ring indicates growth and the black circle inside it the excess of removal.

[1] *2.0 mill. act. solid cub. m.*
1.0 » » » » »
0.4 » » » » »
0.1 » » » » »
[2] *Small inner circle:*
[3] *excess of growth*
[4] *deficit » »*



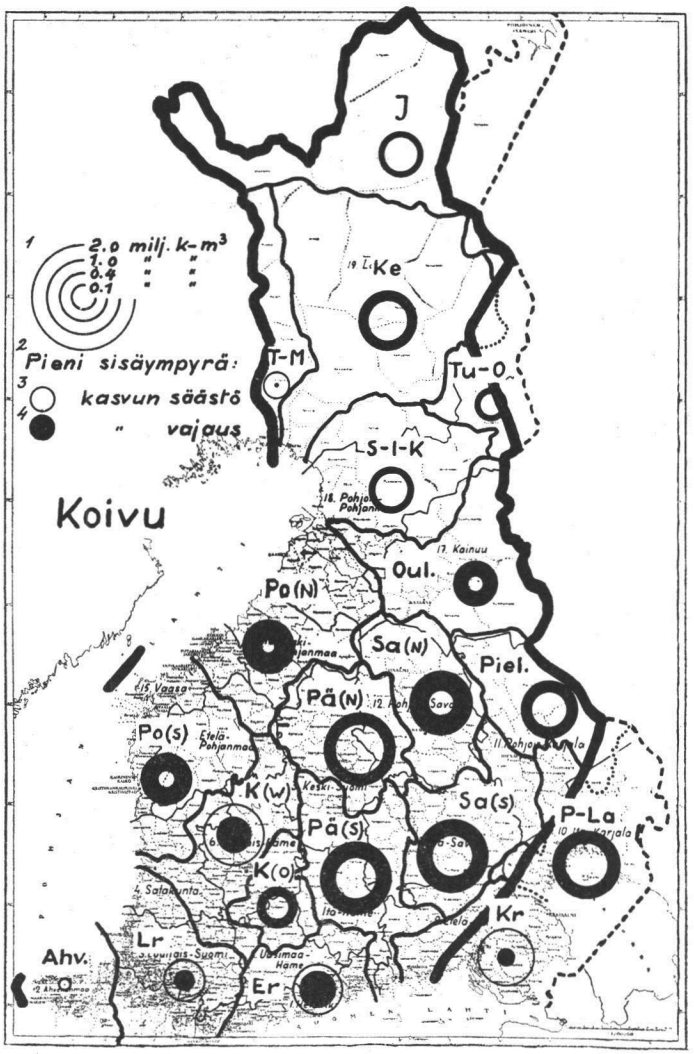
Piirros 5.

Kuusen kokonaiskasvu ja poistuma v. 1938 toisiinsa verrattuina eri päävesistöalueissa. Kasvuvoittoiset alueet: musta rengas osoittaa poistumaa ja sen sisässä oleva valkoinen ympyrä kasvun suuremmuutta. Poistumavoittoiset alueet: valkoinen rengas osoittaa kasvua ja sen sisässä musta ympyrä kasvun pienemmyyttä.

Drawing 5.

The total growth and removal of spruce in 1938 compared with each other in the different main water-system areas. Areas where growth exceeds removal: the black ring indicates removal and the white circle inside it the excess of growth. Areas where removal exceeds growth: the white ring indicates growth and the black circle inside it the excess of removal.

1 *2.0 mill. act. solid cub. m.*
1.0 » » » » »
0.4 » » » » »
0.1 » » » » »
2 *Small inner circle:*
3 *excess of growth*
4 *deficit » »*



Piirros 6.

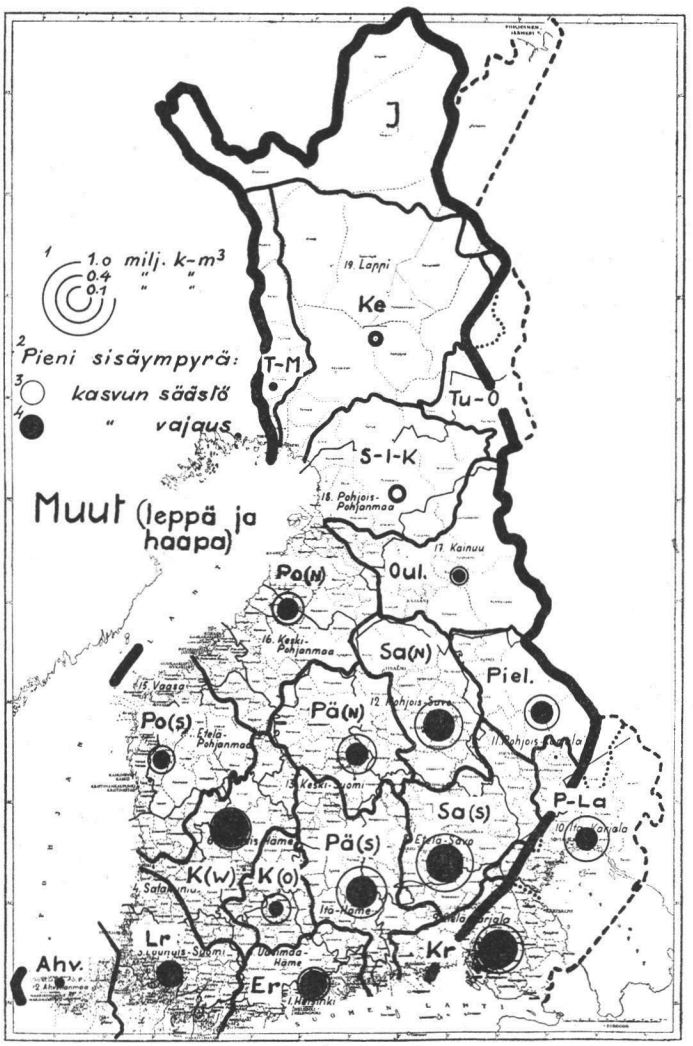
Koivun kokonaiskasvu ja poistuma v. 1938 toisiinsa verrattuina eri päävesistöalueissa. Kasvuvoittoiset alueet: musta rengas osoittaa poistumaa ja sen sisässä oleva valkoinen ympyrä kasvun suuremmuutta. Poistumavoittoiset alueet: valkoinen rengas osoittaa kasvua ja sen sisässä musta ympyrä kasvun pienemmyyttä.

Drawing 6.

The total growth and removal of birch in 1938 compared with each other in the different main water-system areas. Areas where growth exceeds removal: the black ring indicates removal and the white circle inside it the excess of growth. Areas where removal exceeds growth: the white ring indicates growth and the black circle inside it the excess of removal.

1 *2.0 mill. act. solid. cub m.*
1.0 » » » » »
0.4 » » » » »
0.1 » » » » »

2 *Small inner circle:*
3 *excess of growth*
4 *deficit » »*



Piirros 7.

Muitten puulajien (haavan ja lepän) kokonaiskasvu ja poistuma v. 1938 toisiinsa verrattuina eri päävesistöalueissa. Kasvuvoittoiset alueet: musta rengas osoittaa poistumaa ja sen sisässä oleva valkoinen ympyrä kasvun suuremmuutta. Poistumavoittoiset alueet: valkoinen rengas osoittaa kasvua ja sen sisässä musta ympyrä kasvun pienemmyyttä.

Drawing 7.

The total growth and removal of other tree species (alder and aspen) in 1938 compared with each other in the different main water-system areas. Areas where growth exceeds removal: the black ring indicates removal and the white circle inside it the excess of growth. Areas where removal exceeds growth: the white ring indicates growth and the black circle inside it the excess of removal.

[1] *1.0 mill. act. solid cub. m.*
0.4 » » » » »
0.1 » » » » »

[2] *Small inner circle:*
[3] *excess of growth*
[4] *deficit » »*

WOOD UTILIZATION AND FOREST BALANCE IN FINLAND.

SUMMARY.

Introduction.

The first complete investigation into wood utilization in Finland, and a calculation of the quantity of wood cut in the forests, based on this investigation, were carried out under the guidance of Saari (1934), chiefly with reference to the year 1927. It was closely connected with the first national forest survey in Finland, completed by Ilvessalo (1927) a few years earlier.

In view of the very extensive consumption of the forest resources of the country and the increased attention devoted to questions of forestry, both of these investigations had to be renewed in the late 1930:s. The results of the second national forest survey have already been published a few years ago (Ilvessalo 1942). The completion of the second investigation into the utilization of wood, chiefly referring to the year 1938, was greatly delayed by the war. For the same reason, some of the figures given in the present publication of the collected results of this investigation are partly out of date.

The carrying out of the investigation.

The utilization of wood in Finland may be divided into six groups as follows:

Group 1. Exports of unmanufactured wood.
» 2. Raw materials for the industries.
» 3. Fuelwood for the industries.
» 4. Wood used for means of communication.
» 5. Household use of wood in rural districts.
» 6. Miscellaneous items.

The central task was to ascertain the total utilization of wood as accurately as possible. To this end, attention had to be paid to the specific nature of each utilization group.

Groups 1—4 are subject to considerable variation, being highly susceptible to the influence of trade cycle fluctuations and other factors. In this respect, these items differ distinctly from groups 5 and 6, which for the most part comprise wood used for the heating of rooms and show only slight variations from year to year.

In examining the utilization of wood, it is obviously necessary to try to determine the figures for groups 1—4 for as many years as possible, because information gathered from one or only a few years would be misleading. Fortunately, the primary material as regards the principal items in groups 1—4 is supplied by the general statistics, which are published annually. For the industrial statistics, facts are gathered concerning the use of raw materials in the industries, the statistics of imports and exports include figures for unmanufactured wood, reports on the amount of fuelwood consumed by the railways are published annually, etc. Every three years, a questionnaire is circulated to ascertain the use of fuel by the industries.

The figures obtained from these sources are not as such applicable to the investigation in question. They must first be made mutually commensurable by conversion into the equivalent amounts of green unseasoned wood without bark, solid measure. The various primary items, conversion factors, and manners of proceeding necessary for this purpose have already been dealt with in all essentials in connection with the preceding investigation of wood utilization.

The accuracy of the investigation into group 5, household use of wood in rural districts, required particular attention, because it was known to represent about one third of the total consumption. A special difficulty arises from the exceptionally large number of places for household use of wood. Wood is used e. g. on every farm for a great variety of purposes. Another difficulty is due to the fact that the users themselves are unable to estimate their own annual consumption of wood, not to mention the division of the consumed quantities of wood into subordinate groups — according to species etc. — which is of essential importance for the investigation.

Under these circumstances, the inquiry into the household use of wood had to be conducted by means of a special system of book-keeping with reference to the consumption of wood, which would meet fixed requirements in regard to accuracy and comprehensiveness. Such book-keeping farms had to be selected in sufficient numbers and so as to permit a computation of the desired total figures on the basis of the representative averages obtained from them. To this end, some 60 districts were marked out, on careful consideration, in different parts of the country and specially trained forest foremen were appointed to take charge of the wood consumption book-keeping on nearly 2 000 experimental farms picked out by drawing of lots within the respective districts. The book-keeping year on the experimental farms began in August—October 1938 and the book-keeping was concluded on the corresponding calendar day in the autumn of 1939. In addition to the wood consumption book-keeping, several other investigations were at the same time carried out on the book-keeping farms, as e. g. concerning the farm buildings, fireplaces and heating arrangements, purchases and sales of wood, and pasture conditions.

Group 6 includes such considerable items as wood consumed in towns and other densely populated places, in various establishments in the rural districts, as e. g. communal workhouses, hospitals, public schools and creameries, as well as numerous other minor items. As a rule, fuelwood is visibly dominating in these. Most of these items could be ascertained by means of questionnaires, because the wood is generally obtained by purchase for the consumers so that the amounts used can be traced from their regular book-keeping. The ascertainment of the quantities of wood consumed by the permanent inhabitants of towns and villages proved particularly difficult. It became necessary to use i. a. the statistics of transports as a supplementary source of information.

After the ascertainment of the utilization of wood, which was the primary aim of the inquiry, there remained the task of deriving from these figures those which were the principal object of the investigation, viz. the quantity of wood cut and of the so-called removal (including natural self-thinning), which are closely interrelated. As a matter of fact, the ascertainment of the utilization is strictly speaking only an inevitable preliminary procedure, by which access is opened to these main results, while at the same time some very useful information about the utilization of wood is obtained.

The total cut includes, besides the utilized portion, cull butts, top refuse wood, chips, and other waste left in the forests, as well as the amount lost in the process of transportation, especially losses in floating. In addition, measuring differences due to shrinkage caused by seasoning is to be taken into account.

In order to determine the removal, i. e. the amount by wihch the total quantity of wood in the forests has been reduced during a certain period, it is further necessary to add to the quantity of the cut, calculated as above, that of the wood which owing to self-thinning remains entirely unused and rotting in the forests.

In addition to the total figures for the country as a whole, it is also required that corresponding figures for smaller districts are made available. On the basis of these, it is possible to examine more in detail the proportion of the forest resources to the cut, which is known to vary considerably in different parts of the country. The districts best adapted to this purpose are main water-system areas, which generally are of considerable importance from the viewpoint of forestry. Calculation by districts encounters great difficulties, because the limits of the water-system areas by no means always coincide with the borderlines of the administrative districts, according to which the official statistics are generally grouped. By means of the questionnaire method, however, the difficulties were overcome.

Results of the investigation.

General remarks.

Except where a statement to the contrary is made, the result presented below refer throughout to actual solid cubic metres of green wood without bark. The quantities thus expressed agree with the figures which, according to the results of the national forest surveys, represent the forest resources of Finland.

In the grouping of the results, the above-mentioned division into 6 groups has been applied. The main water-system areas are identical with those referred to by Ilvessalo in his forest survey (1942). Where the examination was performed by employing Forestry Board districts as units, the areal division officially maintained since 1942 has been applied. Where the total utilization of wood in the whole country is dealt with, the area referred to is that of Finland in the years 1938—39, when the investigation was carried out.

Wood utilization in 1938.

The total consumption of wood in 1938 was found to be as follows (cp. also table 1):

Pine	16.06	millions	act.	solid	cub.	m.	green	wood	excl.	bark,	42.2 %
Spruce	11.62	»	»	»	»	»	»	»	»	»	30.6 »
Birch	6.61	»	»	»	»	»	»	»	»	»	17.4 »
Other species..	3.74	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9.8 »
Total	38.03	millions	act.	solid	cub.	m.	green	wood	excl.	bark,	100.0 %

A good third of the amount used was fuelwood. — The largest utilization group, raw materials for the industries, represented almost half of the total quantity and the household use goup nearly one third. Considerable differences were noted in the apportionment of the respective species of wood between the different utilization groups. Those in which fuelwood was dominating contained chiefly birch as well as alder and aspen. The other utilization groups were softwood-dominated.

Nearly half of the exports of unmanufactured wood consisted of pitprops (tables 23 and 24). The exports of pulpwood were confined to about one third of the total quantity. In the total exports, taken as a whole, pine wood has been markedly dominating, the portion of hardwood being quite insignificant. The total quantity of the exports was rather large (2.92 million m^3), although smaller than in the top record years.

The raw materials used by the industries form the most important utilization group. The principal part of this group consisted of timber (tables 26 and 27), the rest being mostly miscellaneous items of small wood (tables 29—32). As for the species, softwood was conspicuously dominating in this group. The results with regard to the use of firewood billets in the industries are based on the thorough investigation made by Hartikainen (1939). The use of wood for means of communication forms a comparatively small utilization group. The major part of it is represented by firewood billets used by the railways, hardwood being distinctly dominating in this group.

A very comprehensive investigation into the household use of wood in rural districts has been published by Erkkilä (1943).

The remaining items in group 6 may be divided into three main parts (table 2):

1. wood consumption in towns,
2. » » » country-towns and various items in rural districts,
3. » » » creameries.

This utilization group comprises chiefly fuelwood, being consequently hardwood-dominated, and is divided between a great variety of users (tables 49—51).

In connection with the present investigation, the total quantity of fuelwood consumed was also established in detail. To this should be added the large amounts of various kinds of refuse (twigs, stumps, edgings, bark and barking refuse, sawdust, chips, building and fencing refuse, etc.), which have already been referred to above. They are used by all consumers of fuelwood, more or less, as the case may be.

In view of the significant position of coal and coke imported in pre-war years, specifically as fuel used by the industries, for means of communication, and in towns, a calculation showing the total amount of solid fuel consumed in the whole country has also been made in this connection. The quite considerable quantity of fuelwood (about 13 million m^3 piled measure, in billets), which in time of peace goes to the so-called general consumption, will presumably increase

by some 10 million m³ piled measure. The quantity of solid fuel as converted into billets has been divided into specified groups in accordance with the requirements of the war-time fuel service and is stated in table 3.

Removal corresponding to wood utilization in 1938.

The amount of the cutting waste (tables 13 and 20), excluding stumps, was ascertained on the basis of special investigations carried out by Pöntynen and Aro. The loss in floating (tables 14 and 21) was calculated on the same bases as in 1927 (Saari, 1934). — The quantity of unused rotting wood accumulated by natural self-thinning, which was to be added to the cut for determining the total removal of wood from the forests (tables 15 and 22), was estimated by Ilvessalo.

The total removal cannot be ascertained with reference to a particular year, because the main part of it is represented by the utilization, for which the trees must be cut in the preceding year or even earlier. On the other hand, it is possible to calculate the removal which corresponds to the utilization. The composition of the total removal corresponding to the utilization of wood in the investigation year 1938 was found to be as follows (cp. also tables 17 and 18):

	Total	Pine	Spruce	Birch	Others
	Millions of act. solid cub. m. green wood excl. bark				
Utilization	38.03	16.06	11.62	6.61	3.74
Cutting waste	1.47	0.77	0.40	0.21	0.09
Loss in floating	0.34	0.18	0.12	0.03	0.01
Unused rotting	2.00	0.99	0.59	0.38	0.04
Total	41.84	18.00	12.73	7.23	3.88
Annual growth of the forests	45.70	19.09	14.81	9.54	2.26

The ascertainment of the removal with reference to one year does not admit of far-reaching conclusions, nor can it be used e. g. for calculating forest balances. It affords however material for certain observations.

As regards the composition of the total removal, the development since 1927 shows clearly a growing predominance of broad-leaved trees, and the percentage of pine, above all, in the utilization figures has decreased (table 12). The share of »other» tree species (alder and aspen) in particular has increased, that of spruce remaining unchanged.

In 1927 the total removal was found to exceed the growth. In 1938 the reverse was the case. The excess of growth is particularly apparent as regards the main tree species. On the other hand, the removal exceeds the growth in considerable degree in the case of »other» species (aspen and alder). This is undoubtedly due to the development that has taken place. It is for the most part a result of the spreading habit of using alder as firewood and a sign that a reduction of the growing stock of this species, which is regarded as less valuable, is to be expected.

Utilization, cut, and removal in the main water-system areas in 1938.

The utilization of different species of wood in each of the main water-system areas is shown in table 19.

It should be noted that 85 % of the quantities of wood consumed has come from the water-system areas in the southern half, and only 15 % from those in the northern half of the country. It will further be observed that slightly more wood has been cut in the western than in the eastern water-system areas.

The removal and the growth in the respective main water-system areas have been recorded in parallel columns in table 17. It ought to be mentioned that there are some factors of uncertainty behind these figures and that the removal has been estimated on the basis of only one year's consumption. It is however a fact which deserves attention that the growth in some areas exceeds the removal, while elsewhere the reverse is true.

Moreover, the relation between removal and growth with reference to the different tree species varies a great deal in different regions, also as compared with the forest resources in the respective areas (table 18).

Fluctuations in the utilization of wood from year to year.

The upward trend of the timber market from its bottom level during World War I reached its climax in 1927. The next anticlimax occurred during the great depression (culminating in 1932), and another climax, higher than the former, followed in 1937.

The severest fluctuations have occurred in the use of wood by the industries and the top and bottom levels in the trade cycle are here clearly visible. An upward trend in this utilization group as a whole has been noted during the independence of Finland. Also in the exports of unmanufactured wood, the bottom levels of the trade cycle are, in spite of small oscillations, distinctly visible. It appears that the average level of the exports has for several decades remained practically unchanged (table 4 and diagram 1, and the last group of tables, beginning on p. 265).

A perceptible decrease in the household use of wood in rural districts seems to have taken place, and a slight increase in group 6. The former is due to the endeavours of the people to economize in the consumption of wood and the latter to the growth of the business places, the increasing number of public buildings, etc.

The increment balance in the forests of Finland.

Our next object of inquiry is the total amount of wood removed by cutting or self-thinning from the Finnish forests, as compared with the volume increment. To this forest balance calculation, the term increment balance, used by Saari, has been applied.

The calculation was made with reference to the years 1923—38, which may be considered as practically coincident with the interval between the national forest surveys. Thanks to its extension over this length of time, it admits of valuable conclusions, such as have generally not before been within reach. — For comparison and correction, the results may be checked against the balance arrived at on the basis of the national forest surveys (Ilvessalo 1927 and 1942), which is called the growing stock balance.

The different constituents of the removal, viz. utilization, cutting waste, loss in floating, and unused rotting wood, could be determined for each year on a uniform basis, which must be considered as reliable.

The computation of annual averages from the total utilization figures for the years 1923—1938 gave the following results (tables 5—11):

Utilization group	Total Millions	Pine of act.	Spruce solid cub. excl. bark	Birch m. green	Others wood
1. Exports of unmanufactured wood	3.13	1.85	1.21	0.05	0.02
2. Raw-wood used by the industries	16.43	8.64	6.90	0.79	0.10
3. Firewood billets used by the industries	1.15	0.44	0.20	0.34	0.17
4. Wood used for means of communication	1.35	0.74	0.09	0.45	0.07
5. Household use of wood in rural districts	12.65	4.91	2.49	3.03	2.22
6. Other items	2.32	0.73	0.28	1.14	0.17
Total utilization	37.03	17.31	11.17	5.80	2.75

The group of raw-wood used by the industries, which about the year 1924 had grown larger than that of wood consumed for household use, has on an average been the distinctly largest utilization group. It has become more and more spruce-dominated, while the share of pine in this group has decreased from year to year. In the first two groups, which comprise industrial wood and similar items, soft-wood has remained markedly predominating, while in the other groups, which are represented chiefly by fuelwood, different kinds of hardwood have attained an ever more prominent position.

The consumption of wood during the whole period under examination amounted to 592.4 mill. solid cub. m. green wood excluding bark.

Stumps, as mentioned above, were included neither in the cut nor in the growing stock and growth. The annual average of the total removal in the years 1923—38 was found to be as follows (tables 5, 12, 13, 14 and 15 and diagram 2):

	%	Total Millions	Pine of act.	Spruce solid cub. excl. bark	Birch m. green	Others wood
Utilization	89.4	37.03	17.31	11.17	5.80	2.75
Cutting waste	4.0	1.66	0.76	0.53	0.26	0.11
Loss in floating	0.9	0.36	0.21	0.12	0.03	0.00
Unused rotting	5.7	2.37	1.17	0.70	0.45	0.05
Total removal	100.0	41.42	19.45	12.52	6.54	2.91

The total removal in the years 1923—38, as compared with the growth in the forests, for each of the different tree species is shown by the following figures:

	Growth [1]	Removal	Growth surplus or deficit	
	Millions of act. green wood		solid cub. m. excl. bark	%
Pine	310.4	311.2	—0.8	—0.3
Spruce	216.5	200.4	16.1	7.4
Birch	158.7	104.7	54.0	34.0
Other	35.2	46.5	—11.3	—32.1
Total	720.8	662.8	58.0	8.1

These figures show a small excess of growth in the total. It is greatest on the part of birch, much smaller with regard to spruce, in the case of pine the re-

[1]) The growth has been recorded as an average of the results from the national forest surveys (Ilvessalo 1927 and 1942).

moval and the growth have been equal, and a plain deficit appears as to other species.

The method of investigation has permitted a slight systematic error to influence the results as regards the amount of the removal. Notwithstanding the endeavours made to measure all items of wood with great accuracy, something has inevitably been left out of account, or else some of the statistical figures have systematically been recorded as cautious estimates. The calculated balance may therefore be considered as slightly more favourable than the actual one.

This assumption is strengthened by a comparison with the figures, derived from the national forest surveys, regarding the development of the growing stock. By deducting from the crop of 1922 that of 1938 (without bark) a deficit of 23.6 mill. m^3 is received. Taking into consideration the accidental sources of error in both investigations, the difference between the balances must be regarded as so small that, practically, the results may be said to be identical in broad outline. The main point of difference appears in the balances for the »other» tree species. This difference is probably to a great extent due to the amount of alders, willows, ornamental trees, etc. growing in fields and meadows that have been cut to fuelwood, which has not been taken into account in the national forest surveys.

The variations in the forest resources during the period 1923—38 have been almost surprisingly small. This is true especially in consideration of the fact that the standing crop in question comprises more than 1 300 million m^3, about half of which in the course of the interval of 16 years between the national forest surveys was either somehow utilized or otherwise disappeared from the forests. As a sign of the permanent power of self-preservation of the forests, this result looks at first sight encouraging. On the other hand, it should be remembered that the cubic contents per hectare is too small in the forests of Finland, and that the promotion of volume increment is recognized as one of the important objects of forestry. On an average, no trend in this direction has as yet been observable.

Consumption and removal as grouped by owners, 1929—38.

For the years 1929—38, it has been possible to throw some light on the respective shares of different owner groups in the utilization of the forests. It may be noted that this 10 years' period practically coincides with the last »wave» in the trade cycle movement.

Reliable reports on deliveries from the forests have been available, as far as company, state, and ecclesiastical forests are concerned. Figures for the deliveries from private forests have been obtained only by computing the difference between the total utilization of wood during the 10 years' period in question and the volume delivered by the other groups of owners just mentioned. It has also been possible to specify the results, approximately, with reference to water-system areas and tree species and to ascertain the apportionment of cutting waste, loss in floating, and unused rotting wood between the different groups of owners in question.

The division of the mean annual volume of deliveries between different owner groups during the 10 years' period 1929—38 was as follows:

Company forests	3.32	mill.	act.	solid	cub.	m.	green	wood	excl.	bark
State »	3.97	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Congregational forests....	0.34	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Private »	29.37	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Total	37.00	mill.	act.	solid	cub.	m.	green	wood	excl.	bark

The volume of deliveries from private forests thus amounts to $^4/_5$ of the total quantity of wood that has been utilized. This figure is distinctly larger than the portion of private forests in the total forest resources (Ilvessalo 1942). This is due to the fact that the private forests lie closer to convenient hauling places than those of the other owner groups and cutting has been comparatively unhampered by restrictions in the former. The calculated increment balance shows an excess of growth both in the company forests and, above all, in the state forests, whereas the removal exceeds the growth in the case of private forests, particularly in the northern half of the country.

The volume of deliveries from private forests and the removal as specified by Forestry Board districts.

The supervision of cuttings in private forests and the guidance of the promotion of private forestry has by law been entrusted to the Forestry Boards. As 80 % of the total amount of wood consumed has come from private forests, particular attention has in this investigation been paid to the quantities cut in each of the different Forestry Board districts.

Only comparatively rough figures on this point have however been obtainable. Both the volume delivered, the removal, and the increment balance are very different in character in the different Forestry Board districts. On the whole, there is an excess of removal in the northern and eastern districts, whereas in the western and southern districts the growth has mostly exceeded the removal.

Wood utilization during the war time since 1939 and in post-war years.

Immediately after the time referred to in the results set out above, the second World War broke out in 1939. Importation of coal and liquid fuel became difficult, and the resulting fuel deficit had to be balanced by increased use of wood (table 3 shows the use of fuel wood in time of peace). The market quantities of fuel wood grew thus considerably and at the same time cuttings were hampered by shortage of labour. The transportation of wood, in particular, encountered great difficulties. The cuttings were therefore concentrated in the neighbourhood of railways, towns and villages, and water channels.

The situation forced the government to subject all forest and wood management to very far-going regulation, by means of which the war-time difficulties were overcome. Strained conditions continued to prevail even after the war, as the war reparations engagements and the revival of the export trade required large supplies of raw wood.

The development of the utilization of wood up till 1946—47 appears from tables 4—11 and 52—59 as well as from the drawings 1—2. The use of wood as raw-material for the industries was during the war years reduced far below

the level of 1913. The export of unmanufactured wood, too, was greatly limited during those years. At the same time, a marked increase occurred in the use of wood as fuel for the industries and for means of communication, as well as in the sixth utilization group, »other items», because motor vehicles used mainly wood for fuel and lubricants also were for the most part made of ingredients obtained from wood. The use of wood in rural households was subject to fluctuations due to the evacuations. Only approximate estimates of these fluctuations are available.

The reduction of the forest area through the peace treaty and the subsequent visibly growing demand for wood seem to indicate an increasingly unfavourable trend in the forest balance. The strain may be relieved by increasing the yield of the forests, for which there are ample possibilities (see Yrjö Ilvessalo, 1942).

BODEN - BODENKUNDE - FORSTLICHE BODENKUNDE

BEGRIFFLICHES UND TERMINOLOGISCHES

V. T. AALTONEN

HELSINKI 1949

Helsinki 1949. Valtioneuvoston kirjapaino

Boden - Bodenkunde - Forstliche Bodenkunde

Begriffliches und Terminologisches

Die bodenkundliche Terminologie ist noch schwankend und ungefestigt. Nimmt man einen Einblick in die betreffende Literatur, so kommt man immer wieder zu dem Ergebnis, dass die Terminologie der Böden im grossen und ganzen den Eindruck eines Chaos macht.

Im folgenden kommt es zwar nicht darauf an, die Terminologie des in Frage stehenden Wissenschaftszweiges einer ausführlicheren Musterung zu unterziehen, es werden nur die Definitionen und der Inhalt einiger Grundbegriffe etwas näher berührt. Als derartige Grundbegriffe anzuführen sind in erster Linie die Begriffe Boden, Bodenart und Bodentyp. Auch der Bezeichnung der den Boden erforschenden wissenschaftlichen Disziplin, ihr Inhalt und ihre Stellung unter den Wissenschaften verdienen kurz behandelt zu werden.

1.

Wie nun definiert man zunächst den Begriff, den man mit dem Wort Boden wiedergibt?

Ramann bemerkt in seiner »Forstlichen Bodenkunde und Standortslehre» (1893), dass es, »obgleich jemand selten im Zweifel sein werde, was er im einzelnen Falle unter Boden, Erdboden, zu verstehen habe, kaum leicht sei, eine gute Definition des Begriffes »Boden» zu geben», und umschreibt selber diesen Begriff folgendermassen: »Boden (Erdboden, Ackererde, Ackerkrume der Landwirthe) ist die oberste Verwitterungsschicht der festen Erdrinde.» Nicht lange danach (Bodenkunde, 1911) lautet Ramanns Definition: »Der Boden ist die obere Verwitterungsschicht der festen Erdrinde», und einige Jahre später (Bodenbildung und Bodeneinteilung, 1918) heisst es bei ihm: »Der Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erdfeste, er besteht aus zerkleinertem und chemisch verändertem Gestein und Resten der Pflanzen und Tiere, welche auf und in ihm leben.» Zur Erklärung bemerkt Ramann des weiteren (1911), dass zur festen Erdrinde auch frei hervortretende Felsen, ferner die Ablagerungen abgestorbener Pflanzen und Tierreste gehörten. Bewegte Böden wie Flugsand, Löss usw. unterlägen denselben Gesetzen der Verwitterung wie anstehende Gesteine. Die gegebene Definition fasse hiernach alle Teile der

festen Erdrinde in sich. — Wie nach Ramann ist es auch nach Blanck äusserst schwierig, alle die Natur des Bodens ausmachenden und für ihn als wesentlich zu erachtenden Eigenarten zu einem einheitlichen, kurz gefassten Begriff zu verschmelzen. Blanck (1928, 1929 a) definiert wie folgt: »Boden ist ein überall an der Erdoberfläche auftretendes, durch Verwitterung hervorgegangenes, mechanisches Gemenge von Gesteins- und Mineralbruchstücken, vermischt mit einer mehr oder minder grossen Menge sich zersetzender oder schon zersetzter organischer Bestandteile.» Der Boden sei — nach Blanck — stets das Produkt der Verwitterung, und es werde niemand in der Lage sein, diesen Satz zu widerlegen. Doch bemerkt z. B. Walther (1935), dass »weite Flächen der Erde werden von feinpulverigen vulkanischen Aschen bedeckt, die nach wenig Jahren, ohne zu verwittern, die fruchtbarsten Böden bilden». — Mitscherlich (1920) betrachtet den Boden vom pflanzenphysiologischen Standpunkt und hält — gestützt auf Wahnschaffe — folgende Definition für am zweckmässigsten: »Boden ist ein Gemenge von pulverförmigen festen Teilchen, Wasser und Luft, welches, versehen mit den erforderlichen Pflanzennährstoffen, als Träger einer Vegetation dienen kann.» — Die Begriffsbestimmungen auch vieler anderen Autoren vertreten dieselbe Auffassung. Nach Helbig (1913) z. B. ist unter Boden »die oberste zum Pflanzentragen geeignete Deckschicht der Erdkruste» zu verstehen. Von den übrigen Definitionen sei angeführt, dass nach dem »Grossen Brockhaus» (1929) der Boden die »lebenserfüllte Verwitterungshaut der Erde» ist.

Ihre eigene Gruppe unter den Definitionen des Wortes Boden bilden solche, in denen es ohne nähere Umschreibung seines Begriffes in demselben Sinne wie das weiter unten zu besprechende Wort Bodentyp benutzt worden ist.

In seinen Ausführungen über die Einteilung der Böden bei der agrogeologischen Kartierung gebraucht Frosterus (1913) die Wörter Ablagerung und Boden, welch letzterem er folgenden Inhalt gibt: »Der Boden . . . ist derjenige Teil der durch klimatologische Agentien entstandenen Verwitterungszone, welcher in direkter Wechselbeziehung zur Pflanzenwelt steht, indem er teils den Nährboden der letzteren bildet, teils seinerseits chemisch und physikalisch von ihr beeinflusst wird.» Später gibt Frosterus (1924) folgende Begriffsbestimmung [1]): »Boden ist ein Teil des Erdbodens (Grundes), der sich verändert oder verändert wurde durch klimatische, edaphische oder biologische Vorgänge, die sogenannten Bodenbildungsvorgänge, wie Verwitterung, Verwesung, Austrocknung, Frostwirkung usw. und der chemisch wie physikalisch von den darunterliegenden Bodenarten und Gesteinen abweicht.» — Glinka (1912) bemerkt, ohne eingehender anzuführen, was er unter dem Wort Boden versteht,

[1]) Definition des Nordischen Nomenklaturkomitees (der „Vereinigung Nordischer Landwirtschaftsforscher").

dass man Geschiebelehm, Sand, Grus nicht als Böden bezeichnen kann, sondern nur als umgelagerte Gesteine. »Es sind das alles Produkte der mechanischen Bearbeitung und nicht das Resultat der bodenbildenden Prozesse chemisch biologischen Charakters.» Und an anderer Stelle bemerkt Glinka (1914), nachdem er einige von anderen Forschern gegebene Definitionen des Begriffes Boden angeführt hat: »Zu allen diesen Definitionen muss man hinzufügen, dass das von seinem Bildungsort fortgetragene und irgendwo abgelagerte Verwitterungsprodukt so lange keinen Boden bildet, als seine äusseren und inneren Eigenschaften von den neuen Bedingungen des Bodenbildungsprozesses noch nicht beeinflusst werden.» — Dieselbe Auffassung stellt Blanck (1929 b) dar: »Zwar kann die Denudation das durch die Verwitterung erzeugte Material an anderem Orte zum Absatz bringen, aber das, was sie dort abgelagert hat, kann ohne weiteres niemals als Boden gelten, sondern es ist lediglich ein Gestein. Soll es Boden werden, so muss dort an Ort und Stelle, also auf sekundärer Lagerstätte, abermals, aber ganz von neuem, der Vorgang der Verwitterung eingreifen, um dieses zu ermöglichen.» — Heuser (1931) sagt im Zusammenhang mit den Marschböden: »Wenn es sich vielfach auch um ein recht bodenähnliches Material handelt, das hier abgelagert wird, um Material, das vielleicht schon anderswo einmal Boden gewesen ist, so gehört doch Trockenlegung, Durchlüftung usw., jedenfalls ein Bodenbildungsvorgang dazu, um auch aus diesem Material wieder Boden zu machen». — Stebutt (1930) sagt, man müsse »die alte herkömmliche Auffassung vom Boden als einem aufgelockerten Gemenge von Sand, Ton, Kalk und Humus für immer verlassen» und definiert den Begriff Boden folgendermassen: »Der Boden ist eine Funktion des geologischen Substrats mal Aussenenergien», diese Festlegung als die »umfassendste, präziseste und dabei einfachste» erachtend. Eine zur Ruhe gelangte geologische Ablagerung entwickelt sich — nach Stebutt — allmählich zum Boden, d. h. wird in ein neues Gebilde verwandelt. Was vor dem Boden vorhanden ist, nennt Stebutt »aufgelockertes Gestein», »bodenbildendes Substrat», »lockeres Bodensubstrat» usw. Und Laatsch (1938) stellt fest: »Die moderne Bodenkunde sieht in einer Schmelzwasseraufschüttung oder einer gerade vom Eise befreiten Moränendecke aber noch keinen Boden, sondern ein Gestein, das Ausgangsmaterial einer Bodenbildung.» Der Boden entwickelt sich also zum Boden!

Nach Pallmann (1943) sollte man als Boden bezeichnen die
a) durch physikalische und chemische Gesteinsverwitterung,
b) durch biogene Umsetzungen organischer Humusbildner,
c) durch mannigfache Verlagerungsprozesse

entstandene polydisperse Lockerschicht der festen Erdkruste, deren Profil (vertikaler Anschnitt) meist mehrere durch

a) ihre Anordnungsfolge,
b) ihren Chemismus,
c) ihr Gefüge,
d) ihre Farbe,
e) ihre Körnung,
f) ihre Mächtigkeit

gekennzeichnete Horizonte aufweist, welche

a) den Mikroorganismen und der Bodenfauna als Lebensraum,
b) den höheren Pflanzen als Wurzelort dienen können,

und die unter der Wirkung des Klimas, der hydrologischen Faktoren, der Reliefkräfte und der biotischen Umwelt (Pflanzen, Tiere, Menschen) dauernd in Umformung begriffen sind.

Ferner ist hinzufügen, dass einige Verfasser für das Wort Boden als Synonyme die Bezeichnungen Erde und Erdboden benutzen. Die einen wiederum verstehen unter Erde ein »bröcklig-zerreibliches (nicht plastisches) Material», die anderen unseren Planeten (den »dritten von der Sonne aus»). Auch bedient sich sogar ein und derselbe Verfasser für alle diese Begriffe ein und desselben Wortes.

Kaum wird es weiterer Zeugnisse bedürfen, um nachzuweisen, wie vielen verschiedenen Begriffen das Wort Boden im Schrifttum als Entsprechung zu dienen hat. Zahlreiche Definitionen betreffen ausserdem nur den Mineralboden und lassen sich nicht auf die organischen Böden (Humus- bzw. Torfböden) anwenden.

Bodenart — Bodentyp, was sind sie?

Schon Frosterus (1913) hat, wie oben angeführt, die Wörter Ablagerung und Boden benutzt. Eine Ablagerung ist nach Frosterus »eine geologische Bildung, welche durch die Zersetzung der festen Gesteine (in gewissen Fällen auch des Magmas [Tuffe]) auf physikalischem oder chemischem Wege oder durch Anhäufung organogenen Materials entstanden ist». Die Böden bilden nach Frosterus einen genau bestimmbaren, aber nicht scharf begrenzten obersten Horizont entweder innerhalb der Ablagerungen oder innerhalb der Gesteine, und ein Bodenhorizont besteht aus mehreren verschiedenen Bodenschichten. Es wäre nach Frosterus wünschenswert, diese letzteren in einer Bezeichnung zusammenfassen zu können, und er schlägt vor, als solche das lateinische Wort *solum* zu benutzen. »Der Solumhorizont würde also denjenigen Teil der Oberflächenschichten der Erde bezeichnen, welcher aus den Böden besteht.» — Stremme (1926) schreibt: »Die Bodenarten sind das Einteilungsergebnis der Erforschung des stofflichen Materials der Böden und entsprechen den Gesteinen» und »Die Bodentypen sind das Einteilungsergebnis der Erforschung der Bodenhorizonte und entsprechen den Schichtverbänden». — Die Definitionen von Ganssen (1937) lauten: »Die Bodenart ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein von bestimmten Korngrössen

und Mineralbestandteilen im Boden (Kies, Sand, Feinsand, Löss, Lehm, Ton, Schutt der Gebirge usw.).» »Der Bodentyp ist gekennzeichnet durch bestimmte Horizonte im Boden, deren Entstehung auf bodenbildende Vorgänge zurückzuführen ist. Von diesen sind hauptsächlich zu nennen: Vegetation, Wasser, Relief, Muttergestein, menschliche Arbeit, Klima und Zeit.» — Nach L a a t s c h (1937, 1938) ist unter Bodenart das »Material, charakterisiert nach Korngrösse und petrographischer Zusammensetzung» und unter Bodentyp der »Neubildungs-, Umformungs- und Verlagerungszustand der kolloiden Bodenbestandteile» zu verstehen.

Trotz diesen und anderen Definitionen erscheint die Anwendung der Bezeichnungen Bodenart und Bodentyp im allgemeinen recht labil und ungefestigt. Bodenart kann bisweilen Bodentyp bedeuten und umgekehrt. Bei Bodeneinteilungen sind z. B. die Torfböden bald Bodenarten, bald Bodentypen. An Stelle letzterer benutzt man Benennungen wie Bodenformen, Bodenklimatypen, Bodenformationen, Bodengebilde, Profiltypen, Horizontfolgen, klimatische Bodentypen, genetische Bodentypen, genetische Bodenarten usw. Auch spricht man von Bodenarttypen, und bisweilen bezeichnet man die Bodentypen, wie sich oben bereits gezeigt hat, einfach als Böden. Zum Beispiel die *Terra rossa* dürfte man im allgemeinen zu Bodentypen zählen, aber bei B l a n c k (1930) heisst es: »Die Terra rossa ist die in den Ländern des Mittelmeergebietes am häufigsten auftretende Bodenart. Sie stellt eine besondere Bodenform der Roterden dar.» Die Roterden wiederum sind nach B l a n c k den humiden Bodenformationen zuzuzählen. Nach einem anderen Verfasser sind z. B. die Roterden bald Bodentypen, bald Bodenarten oder Bodenformationen, und ein bekannter Bodenforscher nennt z. B. die Alkaliböden einesteils Bodentypen, andernteils Bodenarten. Zahllose ähnliche Beispiele könnten beigebracht werden. »Der gegenwärtige Stand der deutschen Bodentypenforschung wird dadurch charakterisiert, dass selbst ihre wichtigsten Begriffe noch nicht einheitlich fixiert sind» (L a a t s c h 1937). Einen Ausweg aus dieser Verwirrung der deutschen Terminologie lässt sich kaum anders gewinnen als durch Prägung einer neuen Bezeichnung für den Begriff, den man jetzt durch das Wort Bodentyp (oder durch den von F r o s t e r u s gegebenen Ausdruck Solumhorizont) wiederzugeben versucht. Vielleicht könnte man dann auch bei der Bodentypenbenennung zu besserer Einheitlichkeit gelangen. Auch auf diesem Gebiet herrscht gegenwärtig (wie z. B. W i t t i c h bemerkt), »babylonische Verwirrung».

Die englische und die russische Terminologie sind ebenso verworren wie die deutsche (die französische und die spanische ist mir leider nicht hinreichend bekannt). In den skandinavischen Ländern und Finnland dagegen ist man auf dem Gebiet der Bodenforschung schon zu einem einigermassen präziseren und stabileren Sprachgebrauch gekommen.

Die englischen Wörter *soil* und *earth* bedeuten bald Boden, bald Bodentyp, und *earth* heisst ausserdem Erdkugel, Land als Gegensatz von Meer usw. Der amerikanische Forscher Shaw (1927) führt an, er habe über 50 verschiedene Bedeutungen des Wortes *soil* gefunden.

Shaw hält den Boden *(soil)* für ein Naturerzeugnis des oberflächlichen Teils der Erdkugel *(Earth)*, ein Produkt, das aus Mineralstoffen und organischen Substanzen besteht und in dem mehr oder weniger deutliche Auswaschungs (Eluviations)- und Anreicherungs (Illuviations)-horizonte auftreten. Ausserdem unterscheidet Shaw nach Frosterus den Solum oder den Solumhorizont, der den verwitterten Teil der Bodenmasse so tief umfasst, wie Auswaschung und Anreicherung festzustellen sind, also die sog. A- und B-Horizonte. Unter dem Worte *soil* versteht man den Boden so tief, dass auch der oberste Teil unveränderten Untergrundes (C) dazu gehört. *Solum* entspricht also z. B. dem schwedischen Wort *jordmån* (vgl. unten), aber was man unter *soil* versteht, umfasst sowohl *jord* als auch *jordmån*.

Marbuts (1927) Definition ist folgende: *The soil consists of the outer layer of the earths crust, usually unconsolidated, ranging in thickness from a mere film to a maximum of somewhat more than ten feet which differs from the material beneath it, also usually unconsolidated, in color, structure, texture, physical constitution, chemical composition, biological characteristics, probably in chemical processes, in reaction and in morphology.*

Lutz und Chandler (1947) führen nach einem Hinweis auf Marbuts Definition an, dass der Boden auch definiert werden kann »*as the natural medium for the growth of land plants on the surface of the earth*» oder »*as a natural body on the surface of the earth in which plants grow, composed of organic und mineral material*». Diese Definitionen haben nach Lutz und Chandler den Vorteil, dass sie ihres edaphologischen Charakters wegen den engen Beziehungen zwischen Boden und Pflanzen Aufmerksamkeit zuwenden.

Lyon und Buckman (1922) definieren den Boden *(soil)* folgendermassen: *a mixture of broken and weathered fragments of rock and decayed organic matter, which covers the earth in a thin layer and supplies mechanical support and in part sustenance to plants.* Robinson (1932) hält es in seinem Lehrbuch »*Soils*» (nach seinen eigenen Worten) für das Beste, das Wort soil undefiniert zu lassen. In »*The Encyclopaedia Britannica*» wird in dem Artikel »*Earth*» nur die Erdkugel behandelt; »*soil*» ist dasselbe wie schwed. *jord* (vgl. unten), und die Böden *(soils)* werden auf Grund des Klimas sowie der physikalischen Eigenschaften des Bodens eingeteilt.

Wilde (1946) umreisst den Begriff Waldboden *(forest soil)* mit folgenden Worten: *Forest soil may be described as a portion of the earth's surface which serves as a medium for the sustenance of forest vegetation; it consists of mineral and organic matter, permeated by varying amounts of water*

and air, and inhabited by organisms; it exhibits peculiar characteristics impressed by the physical and chemical action of the tree roots and forest debris. Nach Wilde wird die Tiefe des Waldbodens bestimmt durch die Reichweite der Baumwurzeln, die zwischen einigen Zoll und mehreren Fuss schwankt, und im allgemeinen gewinne man eine Auffassung von den wichtigsten Eigenschaften des Waldbodens, indem man ihn bis in eine Tiefe von sieben Fuss untersuche.

In den skandinavischen Sprachen bedient man sich zunächst des Wortes *jord* und im Finnischen des Wortes *maa*. Ersteres wird z. B. von Frosterus (1929) folgendermassen definiert: »allgemeiner Stoffbegriff; lose, aus organischen oder anorganischen Bestandteilen zusammengesetzte Masse, die an der Erdoberfläche gebildet wird; Gegenteil von Fels.» Ferner gibt es im Schwedischen auch das Wort *mark*, im Dänischen und Norwegischen *jordbund* oder *jordbunn* und im Finnischen *maaperä*, Bezeichnungen, die wie folgt umschrieben worden sind: »der von der Atmosphäre (oder Hydrosphäre) direkt berührte Teil einer Bodenart oder Felsart, in der die Vegetation haftet oder haften kann» (Frosterus 1929). Oder: »der von der Atmosphäre direkt berührte Teil der Erdrinde, in dem die Vegetation ihren Halt besitzt oder besitzen kann» (Tamm 1940). Fässt man das deutsche Wort »Bodenart» z. B. nach den Definitionen von Ganssen und Laatsch (vgl. oben), so entsprechen ihm in den skandinavischen Sprachen die Benennung *jordart* und im Finnischen die Bezeichnung *maalaji:* »geologische Ablagerung mit loser Struktur; Gegenteil von Felsart» (Frosterus 1929). Fasst man den Bodentyp so, dass er durch bestimmte Horizonte im Boden gekennzeichnet ist (also Podsolboden, Braunerde, Schwarzerde usw.), so entsprechen diesem Begriff im Schwedischen *jordmån*, im Dänischen und Norwegischen *jordsmonn* oder *jordsmon*, im Finnischen *maannos* (von Verf. vorgeschlagen, 1934): »der Teil der Erdrinde, der durch unmittelbaren oder mittelbaren klimatischen Einfluss eine Veränderung durchmacht oder durchgemacht hat» (Hesselman 1926). — Leider wird übrigens im Finnischen dadurch Verwirrung verursacht, dass das Wort *maa* auch Begriffe wiedergibt, die im Deutschen Land und Reich, im Skandinavischen *land* und *rike* heissen. Ferner bedeutet die Bezeichnung *maa* den Planeten Erde, und man spricht von *maa* als Gegensatz von Himmel und Meer, von der Handelsbilanz des *maa*, von der Düngung des *maa*, von der Verteidigung des *maa* usw.

Die oben angeführten Ausdrücke im Deutschen, Schwedischen und Finnischen sowie ferner im Englischen entsprächen also einander ungefähr in folgender Weise:

Deutsch	Schwedisch	Finnisch	Englisch
Boden (Erde)	*jord*	*maa*	*soil (earth)*
Boden (Erde, Erdboden)	*mark* (dänisch und norwegisch *jordbund*)	*maaperä*	*soil (earth)*
Bodenart	*jordart*	*maalaji*	*soil(s), soil class, soil type*
Bodentyp (Boden usw.) ..	*jordmån* (dänisch und norwegisch *jordsmon*)	*maannos*	*soil(s), soil type*

Verfasser möchte den Vorschlag machen, die oben berührten und auch einige andere Fachausdrücke in folgenden Bedeutungen anzuwenden:

Boden ist:

1. ein lose aufgebauter Naturstoff, bestehend aus Felsverwitterungsprodukten oder organischen Resten oder aus beiden;

2. der von der Atmosphäre unmittelbar berührte Teil der Erdrinde, in dem die Vegetation haftet oder haften kann (finn. *maaperä*, schwed. *mark*, dän. oder norw. *jordbund* oder *jordbunn*).

Die gesamte Bodenschicht bis zum festen Felsgrund ist die Bodendecke [1]). Die von Robinson (1932) benutzte englische Bezeichnung *rhegolith* entspricht wohl demselben Begriff wie Bodendecke.

Unter Bodenart versteht man das Bodenmaterial, charakterisiert nach Textur (= Korngrösse) oder Mineral- und Humusgehalt oder geologischer Entstehungsart. — Struktur bedeutet die Lagerungsart der Bodenkörner (Einzelkornstruktur, Krümelstruktur). Handelt es sich um einen Boden, in dem die Bodenart schichtweise wechselt, so wird diese seine Eigenschaft als Lager(ungs)folge bezeichnet.

Bodentyp ist die durch physikalische und chemische Verwitterung, im allgemeinen auch durch die Vegetation und Bodentiere veränderte Oberflächenschicht der mineralischen Bodendecke. Die Stärke dieser Schicht wechselt z. B. in den nordischen Ländern zwischen einigen Dezimetern und ungefähr 1 m. Die nur durch die Wirkung physikalischer Verwitterung und physikalischer Prozesse entstandenen Tundra- und Rautenböden, Fliessböden, Frostböden, Verwitterungsböden usw. sind also keine Bodentypen.

Unter Bodenbildung (und Bodengenese) versteht man die Entstehung des Bodentyps. Nach Blanck (1929 b) wären Bodenbildung und Verwitterung Synonyme. Ihrem Grundwesen nach ist auch die Bodenbildung (soweit es sich um Mineralboden handelt) gewiss gleichbedeutend mit Verwitterung, aber die Bodenbildung umfasst ausserdem sowohl die Wandlungen im Boden, die durch die Verfrachtung von Verwitterungs-

[1]) Das Wort „Bodendecke" wird bekanntlich allgemein in anderem Sinne angewandt; z. B. Streudecke, Humusdecke, Moosdecke sind „Bodendecken".

produkten aus oberflächlichen Teilen des Bodens in tiefere oder umgekehrt durch ihr Aufsteigen in höhere verursacht ist, als auch die Veränderungen, die auf der Einmischung von Humus in den Mineralboden beruhen.

Der Waldboden ist im bodenkundlichen Sinne ein Boden, der dem Einfluss der Waldvegetation untersteht, und im wirtschaftlichen Sinne ein forstlich genutzter Boden. Der mineralische oder feste Waldboden ist Mineralboden, in dem zuoberst eine höchstens 30 cm dicke Humusschicht oder eine höchstens etwas dickere, mit Mineralstoff durchsetzte Humusschicht auftritt.

2.

Soweit es sich um den Namen der den Boden erforschenden Wissenschaft, ihren Inhalt und ihre Stellung unter den Wissenschaften handelt, mag es kaum zwei Lehrbücher geben, die in diesen Fragen miteinander übereinstimmen. Gewiss ist auch nichts anderes zu erwarten, solange selbst Grundbegriffe wie Boden und Bodentyp nicht präziser definiert sind.

Im Deutschen benutzt man die Bezeichnungen Bodenkunde, Bodenlehre, Bodenwissenschaft, im Englischen *soil science*, im Russischen *potsvovedenie*, im Französischen *science du sol*, im Schwedischen *jordlära*, *marklära*, *jordmånslära*, im Finnischen *maaperäoppi*, *maaoppi*, *maatiede*. Als internationale Bezeichnung hat Pedologie (auch Agrogeologie und Edaphologie) gedient.

Nach Ramann (1893) ist die Bodenkunde »die Lehre von den Eigenschaften, der Entstehung und den Umbildungen des Bodens». Später (1911) lautet die Definition Ramanns wie folgt: »Bodenkunde (Pedologie) ist die Lehre von der Entstehung, den Eigenschaften und den Umbildungen des Bodens.» Die Bodenkunde ist nach Ramann ein Zweig der Geologie und kann mit vollem Recht auch als »Geologie der obersten Erdschicht» (wie von Dafert) definiert werden. Als selbständiger Zweig der Geologie ist die Bodenkunde eine Wissenschaft; die Anwendung ihrer Lehren auf technische Zwecke, in erster Reihe auf Ackerbau und Waldbau ist als angewandte Bodenkunde abzutrennen. — Blanck (1929 a) ergründet ausführlich das Wesen der Bodenkunde und ihr Verhältnis zu den übrigen Wissenschaften und kommt zu folgender Definition: die Bodenlehre ist »die Lehre von dem Auftreten und der Entstehung des Bodens, von seinen Eigenschaften in stofflicher wie sonstiger Hinsicht und von den weiteren Umwandlungen, welchen er an der Erdoberfläche dauernd ausgesetzt ist». Die Bodenlehre kann nach Blanck weder als Zweig der Geologie noch als Teildisziplin der Agrikulturchemie gelten, vielmehr ist sie einerseits eine reine Wissenschaft, die um ihrer selbst willen gepflegt sein will, ein andermal trägt sie den Charakter einer technologischen Wissenschaft, die nur auf die Erkenntnis des nutzbringenden Wertes des Bodens für die Menschheit bedacht ist. Daher hat man zwei grosse Teilgebiete

der Bodenlehre auseinanderzuhalten, die wissenschaftliche oder allgemeine Bodenlehre und die spezielle Bodenkunde oder Technologie des Bodens. Den Inhalt der ersteren bilden »der mechanische Aufbau des Bodens und das davon abhängige Verhalten des Wassers, der Luft, der Wärme, der Elektrizität usw. zum und im Boden, sodann die chemische Zusammensetzung und Beschaffenheit des Bodens sowohl in Hinsicht auf die anorganischen und organischen Konstituenten desselben und schliesslich die Beteiligung der Organismen am Aufbau des Bodens wie desgleichen auch ihr Einfluss auf denselben». Die erste Aufgabe einer jeden Wissenschaft ist und bleibt nach Blanck ihr Selbstzweck, sonst sinkt die Wissenschaft zu einer Technologie herab und verliert ihre universelle Bedeutung für die Menschheit. Dies gilt selbst für eine Disziplin wie die Bodenlehre, die vorwiegend praktischen Zwecken zu dienen hat. In anderem Zusammenhang schreibt Blanck (1928) u. a.: »Dass es sich in der Bodenkunde, Bodenlehre oder Pedologie um eine angewandte Naturwissenschaft handelt, versteht sich von selbst . . .»; es kann sich nur um das Verhältnis dieser Disziplin zu einigen Grundwissenschaften, vorwiegend zu der Geologie, handeln.

Helbig (1913) unterscheidet eine theoretische (Pedologie) und eine praktische Bodenkunde; jene behandelt Entstehung, Eigenschaften und Umwandlung des Bodens, diese speziell die Erforschung des Verhältnisses zwischen Boden und Pflanzenertrag. — Frosterus' (1924) Auffassung vom Wesen der Bodenkunde geht aus folgenden Entlehnungen hervor: »Wo Gesteins- und Bodenarten nahe der Oberfläche liegen, wurden sie durch Atmosphärilien und Einwirkung der Vegetation verändert. Diese veränderten Teile der Bodenarten und Gesteine umschliesst der Boden. Die Bodenkunde behandelt sonach nur einen Teil der Gesteine und Erdarten . . .» »Die Untersuchung über Aufbau, Zusammensetzung und Bildungsursachen des Solumhorizontes ist also die besondere Aufgabe der Bodenkunde.» (Frosterus' Solumhorizont bedeutet dasselbe wie gewöhnlich Bodentyp, wie oben bereits angedeutet.) Nach der Definition des Nordischen Nomenklaturkomitees ist (nach Frosterus) das Untersuchungsgebiet der Bodenkunde »der von der Atmosphäre (oder Hydrosphäre) unmittelbar beeinflusste Teil einer Boden- oder Gesteinsart, auf der Pflanzenwuchs seinen Sitz hat oder haben kann». Demgemäss ist Gegenstand der Bodenkunde also das oben angeführte schwed. *mark*, finn. *maaperä* (das etwas anderes als Bodentyp ist). — Tamm (1940) schreibt — ohne die Bodenlehre ausführlicher begrifflich festzulegen —: »Die Bodenlehre tritt gewöhnlich in den Dienst des Acker- und Waldbaus und bleibt damit eine praktisch eingestellte Wissenschaft. Sie betrachtet also den Boden mit allen seinen Erscheinungen aus dem Gesichtswinkel, ob diese der Vegetation nützen oder schaden, und wie der Mensch den Boden beeinflussen soll in einer solchen Richtung, dass dieser dem menschlichen Bedarf dienliche Eigenschaften annimmt.»

Vom einschlägigen englischen Schrifttum wären u. a. anzuführen: G. W. Robinson, *Soils* (1. Aufl. 1932, auf deutsch 1939) und J. S. Joffe, *Pedology* (1936). Ersteres Werk ist nach der Mitteilung seines Verfassers eine Einführung in die Pedologie, die — eine selbständige, reine Wissenschaft — die Bodenforschung bzw. Bodenkunde umfasst. Die Pedologie ist nach Robinson insofern ein Zweig der Geologie, als Gegenstand ihrer Forschung der Oberflächenteil der Bodendecke ist, in dem die wichtigsten Verwitterungs- und Denutationsprozesse vor sich gehen. In dem Buch werden Enstehung, Eigenschaften und Umwandlungen des Bodens wie auch des Bodentyps dargelegt, aber der Titel des Buches, »*Soils*», bedeutet anscheinend Bodentypen. Robinson zum mindesten meint mit *soil* die oberste Schicht der Bodendecke (»*the superficial stratum of the regolith*»), ohne ausführlicher festzulegen, wie tief diese Schicht reicht. Keineswegs beschränkt sich jedoch das Arbeitsgebiet der Pedologie nach Robinson auf die Schicht, in die sich die Wurzeln der Pflanzen erstrecken, vielmehr kann es auch tiefer reichen. — Nach Joffe ist der Boden in erster Linie als geophysikalische Bildung zu untersuchen. Die Eigenschaften des Bodens sind, mit anderen Worten, nicht vom allgemeinen Standpunkt, sondern von dem eines jeden besonderen Bodentyps zu untersuchen. Das A und O des Bodens (?) ist das Bodenprofil, und seine Erforschung ist Aufgabe der Pedologie. Die Pedologie ist eine Disziplin, die die Böden (?), ihren Ursprung, ihre Bildung und Verteilung erforscht. Joffe legt nicht ausführlicher dar, in welchem Verhältnis die Pedologie zu dem Wissenschaftszweig steht, den man auf englisch als *soil science* bezeichnet. Nur nebenbei wird erwähnt, dass letzterer der weitere Begriff ist; er umfasst die reine und die angewandte Pedologie sowie Physik, Chemie und Biologie der Böden (?).

Nach Lutz und Chandler (1947) benutze man den Terminus *pedology* allgemein, wenn es sich handelt um eine wissenschaftliche Erforschung des Bodens, bei der wirtschaftliche Gesichtspunkte ausser acht bleiben. Nicht weniger wissenschaftlich und gewiss nicht weniger wichtig sind — nach Lutz und Chandler — Untersuchungen, die den Boden vom Standpunkt der Pflanzenerzeugung angehen, und die in diesem Sinne den Boden erforschende Wissenschaft heisst *edaphology*. Einige Forscher wiederum benutzen — nach Lutz und Chandler — statt dieser Bezeichnungen den Ausdruck *soil science*.

Im neueren Schrifttum betont man allgemein das Wesen des Bodens als dynamischen Systems, und viele scheinen diese Auffassungsweise als im besonderen wesentlich für die Pedologie zu erachten.

Stebutt (1930) erklärt in seinem »Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde», als leitende Idee der modernen Bodenkunde diene die Auffassung des Bodens als dynamischen Systems im Gegensatz zu der alten Ansicht, nach der der Boden eine tote, energielose, mechanische Anhäufung von

Gesteinstrümmern darstelle. Der Boden nähere sich den lebenden Organismen, er »lebe», er »entwickele sich» und zeige auch eine eigentümliche Organisierung. »Daher ist es ein Irrtum, den Boden als ein totes Gebilde zu betrachten», sagt Stebutt.

Im übrigen bemerkt schon Glinka (1914), das Gesetz von der Entstehung der Bodentypen auf der Erde unter dem Einfluss des Klimas sei eines der pedologischen Grundgesetze. Im allgemeinen kann man jedoch nicht sagen, dass der Benennung Pedologie ein scharf umrissener Inhalt oder ein gefestigter Gebrauch zugekommen wäre. Bald besagt sie eine vorwiegend die Bodentypen und die Bodenbildung erforschende, bald eine allgemein den Boden untersuchende Wissenschaft. Nach dem »Grossen Brockhaus» (1929) ist die Pedologie eine »viel angewandte, aber von der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft abgelehnte Bezeichnung für die Bodenkunde». Obendrein benutzt man das Wort Pedologie (in den USA.) als Gesamtbezeichnung der das körperliche und seelische Wesen und Werden der Jugendlichen erforschenden Wissenschaftszweige.

Des Autors Auffassung von der Stellung der Bodenkunde und der Forstlichen Bodenkunde in der Systematik der Wissenschaften geht am besten aus folgender, hauptsächlich die Naturwissenschaften einbeziehenden Einteilung hervor [1]):

Die theoretischen Wissenschaften

a) Die allgemeinen Wissenschaften: Logik, Mathematik, Geometrie, Mechanik, Physik, Chemie, Physiologie usw.
b) Die speziellen Wissenschaften: Astronomie, Klimatologie, Meteorologie, Geologie, Petrographie, Bodenkunde (Pedologie, Solilogie), Zoologie, Botanik usw.

Die technischen Wissenschaften

Die verschiedenen Technologien, deren Aufgabe es ist, auf Grund und mit Hilfe der theoretischen Wissenschaften die Probleme der Praxis zu erforschen und zu lösen. — Zu ihnen gehört u. a. die Technologie des Bodens, die sich in zwei Hauptzweige scheidet:

Forstliche Bodenkunde und
Landwirtschaftliche Bodenkunde.

Ausserdem kann eine Forschung, die sich der Verwertung des Bodens für industrielle Zwecke zuwendet, sowie die Untersuchung des Bodens auf dem Gebiet des Wegebaus und sonstiger Bauarbeit unterschieden werden.

Nach obigem ist also die Bodenkunde ebenso wie die übrigen zu der Gruppe b der theoretischen Wissenschaften gehörenden Disziplinen eine Naturwissenschaft, und sie hat nicht mehr und nicht weniger als die übrigen Naturwissenschaften praktischen Zwecken zu dienen. Man kann den

[1]) Verfasser hat früher (Aaltonen 1934) als Benennung der den Boden erforschenden Wissenschaft Soligraphie (sachlicher wäre vielleicht Solilogie gewesen) vorgeschlagen.

Boden, mit anderen Worten, untersuchen, unbekümmert darum, wozu er vielleicht verwendet oder ob er überhaupt für irgendeinen besonderen Zweck verwertet wird (eine andere Frage ist es, ob ein derartiges Arbeiten einem Bodenforscher überhaupt möglich ist!). Ob die Bodenkunde eine angewandte Wissenschaft ist oder nicht, beruht darauf, was man unter einer angewandten Wissenschaft versteht. Es ist das letzte Ziel jeglicher naturwissenschaftlichen Forschung, zur Besserung der Bedingungen des menschlichen Lebens die Natur zu beherrschen.

Nach Helbigs oben angeführter Definition der praktischen Bodenlehre kann man sagen, dass die Aufgabe der Forstlichen Bodenkunde insbesondere die Erforschung des Verhältnisses zwischen Boden und Holzertrag ist. Der Begriff Holzertrag oder Ertragsfähigkeit ist hier jedoch nicht rein in gewöhnlichem Sinne, sondern insofern weiter zu fassen, als er auch den Zustand des Bodens in bezug auf die Waldverjüngung bzw. seine Verjüngungsfähigkeit einschliesst.

Es ist die wichtigste Aufgabe der Forstlichen Bodenkunde, für die Schätzung der Fruchtbarkeit des Waldbodens und seine Güteeinteilung bzw. Bonitierung eine Grundlage zu schaffen. Das lässt sich nur durch allseitige Kenntnis des Bodens und vor allem durch ausführliches Wissen um seine sogenannten Wachstumsfaktoren erreichen. Man hat sich im klaren darüber zu sein, welche Eigenschaften des Bodens in erster Linie seine Fruchtbarkeit bestimmen und inwieweit Vegetation, Klima u. a. Naturbedingungen sowie die waldbaulichen Massnahmen auf die genannten Eigenschaften einwirken. Die Fruchtbarkeit des Waldbodens, ihre Aufrechterhaltung und etwaige Steigerung machen also den Hauptinhalt der Forstlichen Bodenkunde aus.

Schrifttum

Aaltonen, V. T., 1934, Maa, maaperä ja niitä selvittelevä tiede. *Commun. ex Inst. Quaest. Forest. Finl. Ed. 20, 1.*

Blanck, E., 1929, Bodenlehre. In: E. Haselhoff und E. Blanck, Lehrbuch der Agrikulturchemie. III. Berlin.

—»— 1929 a, Die Bodenlehre oder Bodenkunde als Wissenschaft. In: E. Blanck, Handb. der Bodenlehre. I. Berlin.

—»— 1929 b, Begriff, Wesen und Umfang der Verwitterung. In: E. Blanck, Handb. d. Bodenlehre. II. Berlin.

—»— 1930, Die Mediterran-Roterde *(Terra rossa)*. In: E. Blanck, Handb. d. Bodenlehre. III. Berlin.

Frosterus, Benj., 1913, Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwesteuropas Moränengebieten. III. *Geolog. Komm. Finland, Geotekn. Medd. 12.*

—»— 1924, Die Klassifikation der Böden und Bodenarten Finnlands. *Suomen Geol. Komm. Agrogeol. Julk. 18. Helsinki.*

—»— 1929, in: Beretning om Nordiske Jordbrugsforskeres Kongres i Helsingfors 1929. *Helsinki.*

Ganssen, R. H., 1937, Die Bedeutung des Bodentyps für Forstwissenschaft und Praxis. *Z. Forst- u. Jagdwes. 69, S. 273—356. Berlin.*

Glinka, 1912, Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebiet, von Benj. Frosterus und K. Glinka. *Geolog. Komm. Finland, Geotekn. Medd. 11. Helsinki.*

—»— 1914. Die Typen der Bodenbildung. Berlin.

Helbig, M., 1913, Forstliche Standortslehre. In: Tuisko Lorey, Handbuch der Forstwissenschaft, 3. Aufl., I. Bd. Tübingen.

Hesselman, Henrik, 1926, Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. (Refer.: Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes, ihre Eigenschaften und deren Abhängigkeit vom Waldbau). *Medd. Skogsförsöks-Anst. 22. Stockholm.*

Heuser, O., 1931, Der Kulturboden, seine Charakteristik und seine Einteilung vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt. In: E. Blanck. Handb. d. Bodenlehre. VIII. Berlin.

Joffe, Jacob S., 1936, Pedology. New Brunswick, New Jersey.

Laatsch, Willy, 1937, Entwicklungstendenzen und System der deutschen Acker- und Waldböden. Dresden und Leipzig.

—»— 1938, Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Dresden und Leipzig.

Lutz, Harold J. und Chandler jr., Robert F., 1947, Forest soils. New York—London, 2nd ed.

Lyon, T. Lyttleton und Buckman, Harry O., 1922, The nature and properties of soils. New York.

Marbut, C. F., 1927, A scheme for soil classification. *Proc. and Pap. of the I Internat. Congr. of Soil Sci., Commiss. V, S. 1—31. Wash.*

Mitscherlich, Eilh. Alfred, 1920, Bodenkunde für Land- und Forstwirte. 3. Aufl. Berlin.

Pallmann, H., 1943, Ueber Waldböden, *Beiheft zu d. Zeitschr. des Schweiz. Forstver., Nr. 21, S. 113—140.*

Ramann, E., 1893, Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. Berlin.

—»— 1911, Bodenkunde. 3. Aufl. Berlin.

—»— 1918, Bodenbildung und Bodeneinteilung. Berlin.

Robinson, Gilbert Wooding, 1932, Soils. London.

Shaw, C. F., 1927, A definition of terms used in soil literature. *Proc. and Pap. of the I Internat. Congr. of Soil Sci., Commiss. V. S. 38—64. Wash.*

Stebutt, Alexander, 1930, Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. Berlin.

Stremme, Hermann, 1926, Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Berlin.

Tamm, Olof, 1940, Den nordsvenska skogsmarken. Stockholm.

Walther, Johannes, 1935, Einführung in die deutsche Bodenkunde. Berlin.

Wilde, S. A., 1946, Forest soils and forest growth. Waltham, Mass.

SISÄLLYSLUETTELO

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN
JULKAISUJA 1–36

INDEX
INHALTSVERZEICHNIS

COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 1–36

HELSINKI 1949

Helsinki 1949. Valtioneuvoston kirjapaino

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 1–36[1])

COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 1–36[2])

NITEITTÄINEN SISÄLLYSLUETTELO

INDEX OF VOLUMES
INHALTSVERZEICHNIS NACH BÄNDEN

1.

1. Aaltonen, V. T. (1919). Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa, I. *Referat:* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. I.

2.

1. Lakari, O. J. (1920). Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. *Referat:* Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland.
2. Heikinheimo, Olli. (1920). Kuusimuodoista ja niiden metsätaloudellisesta arvosta. *Referat:* Über die Fichtenformen und ihren forstwirtschaftlichen Wert.
3. Heikinheimo, Olli. (1920). Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. *Referat:* Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln.
4. Lakari, O. J. (1920). Tutkimuksia kuusen karsimisesta. *Referat:* Untersuchungen über die Ästung der Fichte.

3.

1. Lakari, O. J. (1920). Tutkimuksia männyn muodosta. *Referat:* Untersuchungen über die Form der Kiefer.
2. Heikinheimo, Olli. (1920). Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. *Referat:* Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland.

---

[1]) Niteet 1—12 ovat ilmestyneet nimellä »Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja».

[2]) *The volumes 1—16 have been published by the titel: »Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae». — Die Bände 1—16 sind unter dem Namen »Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae» erschienen.*

3. Heikinheimo, Olli. (1920). Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. *Referat:* Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder.
4. Auer, Väinö. (1921). Piirteitä Keski-Pohjanmaan soistumistavoista. *Referat:* Über Versumpfungsprozesse in Mittel-Österbotten.

4.

1. (1921). Metsätieteellisen Koelaitoksen perustaminen ja sen toiminta vuosina 1918—1920. — Die Gründung der Forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt Finnlands und ihre Wirksamkeit in den Jahren 1918—1920.
2. Lakari, O. J. (1921). Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland.
3. Heikinheimo, Olli. (1921). Suomen metsärajametsät ja niiden vastainen käyttö. *Referat:* Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung.
4. Auer, Väinö. (1921). Tutkimuksia Lapin tulvamailta. *Referat:* Untersuchungen in den Überschwemmungsgebieten Lapplands.
5. Kujala, Viljo. (1921). Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuolisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. *Referat:* Beobachtungen über die Wald- und Moortypen von Kuusamo und der südlich von dort gelegenen Fichtenwaldgebiete.

5.

1. Saari, Eino. (1922). Kotitarvepuun kulutus maaseudulla Turun ja Porin läänissä. *Referat:* Über den Verbrauch des Holzes im Hausbedarf auf dem Lande in dem Län Turku-Pori (Åbo-Björneborg).
2. Heikinheimo, Olli. (1922). Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. *Referat:* Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands.
3. Ilvessalo, Lauri. (1923). Raivolan lehtikuusimetsä. *Referat:* Der Lärchenwald bei Raivola.

6.

1. Auer, Väinö. (1922). Suotutkimuksia Kuusamon ja Kuolajärven vaara-alueilta. *Referat:* Moorforschungen in den Vaaragebieten von Kuusamo und Kuolajärvi.

7.

1. Kujala, Viljo. (1924). Tervaleppä (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) Suomessa. *Referat:* Die Schwarzerle in Finnland.
2. Kujala, Viljo. (1924). Laskelma lehtipuiden lehtikauden pituudesta ja puiden kukkimisajoista Suomessa. *Referat:* Berechnungen über die Länge der Laubperiode der Laubbäume und Blühzeiten der Bäume in Finnland.
3. Lappi-Seppälä, M. (1924). Linja-arvioimisesta ja sen tarkkuudesta. *Referat:* Über die Linientaxierung und deren Genauigkeit.

8.

1. Kujala, Viljo. (1924). Keski-Pohjanmaan soiden synnystä. *Referat:* Ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Moore in Mittelösterbotten.
2. Auer, Väinö. (1924). Eräitä vastaisia tehtäviä suotutkimuksen alalla Suomessa. *Referat:* Über einige künftige Aufgaben der Moorforschung in Finnland.
3. Auer, Väinö. (1924). Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees. *Selostus:* Vanajaveden historia postglasiaaliaikana.

9.

1. Ilvessalo, Yrjö. (1924). Suomen metsät. Metsävarat ja metsien tila.
2. Ilvessalo, Yrjö. (1924). Finlands skogar. Skogstillgångarna och skogarnas tillstånd.
3. Ilvessalo, Yrjö. (1924). The forests of Finland. The forest resources and the condition of the forests.
4. Heikinheimo, Olli. (1924). Suomen metsien metsänhoidollinen tila.
5. Aaltonen, V. T. (1925). Metsikön itseharventumisesta ja puiden kasvutilasta luonnonmetsissä. *Referat:* Über die Selbstabscheidung und den Wuchsraum der Bäume in Naturbeständen.
6. Aaltonen, V. T. (1925). Über den Aziditätsgrad (p_H) des Waldbodens. *Selostus:* Metsämaan happamuusasteesta (p_H).
7. Lappi-Seppälä, M. (1925). Metsänkasvun ja hakkuun välisestä suhteesta sekä puunkulutuksesta ja metsämaitten tuottokyvystä Turun-Porin läänissä. *Summary:* On the balance of forest growth and felling as well as on the wood consumption and the yield capacity of forest lands in the province of Turku-Pori.
8. Auer, Väinö. (1925). Investigations of the ancient flora of Häme (Tavastland).

10.

1. Kujala, Viljo. (1926). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. A. Putkilokasvit.
2. Kujala, Viljo. (1926). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Waldpflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. B. Laubmoose. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia metsäkasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. B. Lehtisammalet.
3. Kujala, Viljo. (1926). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. C. Flechten. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta. Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. C. Jäkälät.
4. Kujala, Viljo. (1925). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. II. Über die Begrenzung der Siedlungen. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. II. Kasvustojen rajoittamisesta.
5. Kujala, Viljo. (1926). Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nord-Finnland. *Selostus:* Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa.
6. Aaltonen, V. T. (1926). Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. *Summary:* The decomposition of nitrogenous compounds in woodland soils.

11.

1. Ilvessalo, Yrjö. (1927). Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Summary:* The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924.

12.

1. Ilvessalo, Lauri. (1926). Suomenlahden ulkosaarten lentohietiköt ja niiden sitomismahdollisuudet. *Referat:* Die Dünen der Ausseninseln des Finnischen Meerbusens und ihre Bindungsmöglichkeiten.
2. Heikinheimo, Olli. (1926). Myrskytuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä syyskuun 23 päivänä 1924. *Referat:* Über die Sturmschäden in dem Lärchenwalde bei Raivola am 23. September 1924.
3. Lappi-Seppälä, M. (1927). Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland.
4. Auer, Väinö. (1927). Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. *Selostus:* Lapin metsänrajoja ja turvemaita koskevia tutkimuksia.
5. Auer, Väinö. (1927). Stratigraphical and morphological investigations of peat bogs of southeastern Canada. *Selostus:* Stratigrafisia ja morfologisia tutkimuksia Kaakkois-Kanadan soista.
6. Kujala, Viljo. (1927). Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. *Selostus:* Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa.

13.

1. Auer, Väinö. (1928). Present peat bogs in southeastern Canada. *Selostus:* Nykyisistä Kaakkois-Kanadan soista.
2. Sauramo, Matti and Auer, Väinö. (1928). On the development of Lake Höytiäinen in Carelia and its ancient flora. *Selostus:* Höytiäisen kehitys ja muinaiskasvisto.
3. Auer, Väinö. (1928). Über die Einwanderung der Fichte in Finnland. *Selostus:* Kuusen tulosta Suomeen.
4. Kujala, Viljo. (1928). Beobachtungen über die Waldvegetation auf Lehmboden bei Mustila in Elimäki (Süd-Finnland). *Selostus:* Havaintoja savimaan metsäkasvillisuudesta Elimäen Mustilassa.
5. Aaltonen, V. T. (1928). Über den Einfluss des Waldes auf die Kornzusammensetzung des Erdbodens in Sandböden. *Summary:* The effect of the forest upon the mechanical composition of soil in sandy soils.
6. Aro, Paavo. (1928). Pinopuutavarain pino- ja kiintomitan välisiä suhdelukuja.
7. Hildén, N. A. (1929). Helsinki halkojen kuluttajana. *Referat:* Helsinki als Brennholzkonsument.
8. Jalava, Matti. (1929). Pyöreän pinopuutavaran mittaamisesta. *Summary:* The measuring of round, piled woodgoods.
9. Kujala, Viljo. (1929). Untersuchungen über Waldtypen in Petsamo und in angrenzenden Teilen von Inari-Lappland. *Selostus:* Tutkimuksia Petsamon ja siihen rajoittuvien Inarin Lapin osien metsätyypeistä.
10. Ilvessalo, Yrjö. (1929). Suomen päävesistöalueiden metsät. *Summary:* The forests of the main watershed areas of Suomi (Finland).

11. Lukkala, O. J. (1929). Über den Aziditätsgrad der Moore und die Wirkung der Entwässerung auf denselben. *Selostus:* Soiden happamuusasteesta ja ojituksen vaikutuksesta siihen.

14.

1. Saari, Eino. (1934). Puun käyttö Suomessa. *Summary:* Wood utilization in Suomi (Finland).
   Liite 1. Aro, Paavo. (1932). Puun kuivumisen aiheuttaman kutistumisen vaikutus tilastoissa esitettyihin puumääriin.
   » 2. Hartikainen, Eino. (1932). Rautateillä kuljetetun pyöreän ja veistetyn puutavaran tilavuuden laskeminen. *Summary:* A calculation of the volume of round and hewn timber transported by the railways.
   » 3. Pöntynen, V. (1933). Veistettyjen vientitavaroiden pyöreäksi puuksi muuntaminen. *Summary:* Conversion of the volume of hewn timber into the corresponding volume of round timber.
   » 4. Pöntynen, V. (1933). Koivutukkien todelliset kuutiomäärät ja latvamuotoluvut. *Summary:* The actual volume and top form factors of birch logs.
2. Hildén, N. A. (1930). Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1927. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1927.
3. Aro, Paavo. (1929). Tutkimuksia hakkausmäärän jakaantumisesta käyttöpuun ja tähteitten kesken. *Summary:* An investigation into the apportionment of the quantity of wood cut between the wood used and the waste left in the forest.
4. Aro, Paavo. (1929). Tutkimuksia kuusipaperipuiden ja kaivospölkkyjen kuorimäärästä ja kuorimishukasta. *Summary:* An investigation into the quantity of bark and the wastage of barking in spruce pulp-wood and pit-props.
5. Aro, Paavo. (1931). Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys. *Referat:* Über den Festgehalt der wichtigsten finnischen Schichtholzsortimente.
6. Ilvessalo, Yrjö. (1931). Pohjoismaiden metsävarat toisiinsa verrattuina. *Summary:* A comparison of the forest resources of the Northern countries.

15.

1. Lukkala, O. J. (1929). Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. *Referat:* Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt.
2. Lappi-Seppälä, M. (1930). Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. *Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä.
3. Hertz, Martti. (1930). Tutkimus männyn tervasroson kehityksestä ja vaikutuksista. *Referat:* Über die Entwicklung und die Wirkungen des Kienzopfs.
4. Ilvessalo, Yrjö. (1930). Suomen metsät viljavuusalueittain kuvattuina. Tuloksia vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Summary:* The forests of Suomi (Finland) described by areas of fertility. Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924.

16.

1. Levón, Martti. (1931). Sahateollisuuden jätepuu ja sen käyttö. *Summary:* The wood waste in the sawmill industry and its utilization.
2. Ilvessalo, Lauri ja Jalava, Matti. (1930). Maapallon metsävarat. *Summary:* Forest resources of the World.
3. Miettinen, Leevi. (1930). Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. *Referat:* Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung.

17.

1. Aario, Leo. (1932). Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N.-Satakunta. *Selostus:* Suotutkimuksia Pohjois-Satakunnasta.
2. Ilvessalo, Yrjö. (1932). The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). *Selostus:* Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa.
3. Heikinheimo, Olli. (1932). Metsäpuiden siementämiskyvystä. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume.
4. 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.
5. Aaltonen, V. T. (1932). Über den Einfluss der Holzart auf den Boden. *Summary:* The effect of different species of tree on the soil.

18.

1. Miettinen, Leevi. (1932). Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände.
2. Jalava, Matti. (1932). Puun kosteuspitoisuuden, koon ja muodon muutoksista. *Summary:* Changes in the moisture content, volume and form of wood.
3. Hyyppä, Esa. (1932). Untersuchungen über die spätquartäre Geschichte der Wälder am karelischen Isthmus. *Selostus:* Tutkimuksia Karjalankannaksen metsien myöhäiskvartäärisestä historiasta sekä muutamia siihen läheisesti liittyviä alueellisia vertailuja.
4. Aaltonen, V. T. (1933). Über die postglazialen, natürlichen Veränderungen des Waldbodens in Finnland. *Selostus:* Suomen metsämaaperän luontaisista muutoksista jääkauden jälkeen.
5. Ilvessalo, Yrjö. (1933). Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. *Summary:* Occurrence of forest types on the different soils.
6. Hertz, Martti. (1933). Tutkimuksia tavallisesta männynneulaspistiäisestä (Lophyrus pini L.) ja sen metsätaloudellisesta merkityksestä. *Referat:* Die gewöhnliche Kiefernbuschhornblattwespe (Lophyrus pini L.) und ihre forstwirtschaftliche Bedeutung.
7. Jalava, Matti. (1933). Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista. *Summary:* Strength properties of finnish pine (Pinus silvestris).

19.

1. Lukkala, O. J. (1933). Tapahtuuko nykyisin metsämaan soistumista. *Referat:* Vollzieht sich gegenwärtig Versumpfung von Waldboden.
2. Saarinen, E. K. E. (1933). Soiden pintaturpeen korkeuskasvusta. *Referat:* Über das Höhenwachstum des Oberflächentorfes auf den Mooren.

3. Cajander, Erkki K. (1933). Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland.
4. Hartikainen, Eino. (1933). Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1930. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1930.
5. Cajander, Erkki K. (1934). Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. *Referat:* Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung.
6. Jalava, Matti. (1934). Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista II. *Summary:* Strength properties of finnish pine (Pinus silvestris).
7. Kangas, Esko. (1934). Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhoista. *Referat:* Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju.

20.

1. Aaltonen, V. T. (1934). Maa, maaperä ja niitä selvittelevä tiede.
2. Hertz, Martti. (1934). Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. *Referat:* Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer.
3. Kangas, Esko. (1935). Zur Kenntnis der Larven der Pissodesarten Finnlands. *Selostus:* Suomalaisten Pissodes-lajien toukat.
4. Aro, Paavo. (1935). Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. *Referat:* Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste.
5. Vuoristo, Ilmari. (1935). Tutkimuksia lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1922—31. *Referat:* Untersuchungen über die Preisverhältnisse und Preisveränderungen unsortierter Kiefernsägewaren verschiedener Dimension in den Jahren 1922—31.
6. Aaltonen, V. T. (1935). Zur Stratigraphie des Podsolprofils. *Selostus:* Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen.
7. Saarinen, E. K. E. (1935). Metsäojien syöpymisestä. *Referat:* Über die Erosion der Waldgräben.
8. Vuoristo, Ilmari. (1935). Tutkimuksia lajittelemattoman kuusisahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1925—34. *Referat:* Untersuchungen über die Preisverhältnisse und Preisveränderungen unsortierter Fichtensägewaren verschiedener Dimension in den Jahren 1925—34.
9. (1935). Sisällysluettelo. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 1—20. — Inhaltsverzeichnis. — Index. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 1—20.

21.

1. Osara, N. A. (1935). Suomen pienmetsätalous. *Referat:* Die Kleinwaldwirtschaft in Finnland.
2. Osara, N. A. (1936). Metsälötilasto vuodelta 1929. *Referat:* Statistik der Waldwirtschaftlichen Betriebe in Finnland i. J. 1929.

22.

1. Kangas, Esko. (1935). Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Urheber Dendromyza (Dizygomyza) Betulae N. Sp. *Selostus:* Koivun ruskotäpläisyys ja sen aiheuttaja Dendromyza (Dizygomyza) Betulae N. Sp.
2. Hartikainen, Eino. (1936). Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1933. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1933.
3. Lukkala, O. J. (1936). Rämemäntyjen siementen laadusta. *Referat:* Über die Beschaffenheit der Moorkiefernsamen.
4. Kujala, Viljo. (1936). Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. *Referat:* Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland.
5. Ilvessalo, Yrjö. (1936). II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. *Summary:* Instructions for field work of the II national survey of the forests of Suomi (Finland).
6. Kujala, Viljo. (1936). Waldvegetationsstudien im östlichen Mitteleuropa. *Selostus:* Metsäkasvillisuustutkimuksia Keski-Euroopan itäosissa.

23.

1. Vuoristo, Ilmari. (1936). Työaikatutkimuksia kuusipaperipuiden teosta. *Summary:* Investigations regarding the working time in the preparation of spruce pulp-wood.
2. Vuoristo, Ilmari. (1936). Suomen puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun laatututkimuksia. *Referat:* Untersuchungen über die Qualität des von der Zellulose- und Schleifholzindustrie verbrauchten Fichtenpapierholzes in Finnland.
3. Vuoristo, Ilmari. (1936). Tutkimuksia sahatukkien arvosuhteista. *Referat:* Untersuchungen über die Wertverhältnisse der Sägeblöcke.
4. Aro, Paavo. (1936). Aikatutkimuksia koivuhalkojen teosta. *Referat:* Zeitstudien in der Hauung von Birkenbrennholz.

24.

1. Kangas, Esko. (1937). Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die in Kiefernpflanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung.
2. Ilvessalo, Yrjö. (1937). Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *Summary:* Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland).
3. Lukkala, O. J. (1937). Nälkävuosien suonkuivausten tuloksia. *Referat:* Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen.
4. Heikinheimo, Olli. (1937). Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II.

25.

1. Aaltonen, V. T. (1937). Über die bodenkundliche Bonitierung der Waldstandorte. I. *Selostus:* Metsäkasvupaikkojen bonitoinnista maan ominaisuuksien perusteella. I.
2. Aaltonen, V. T. (1937). Einige pH-Bestimmungen in Waldböden. *Selostus*: Muutamia pH-määräyksiä metsämaissa.
3. Vuoristo, Ilmari. (1938). Uittohankaluustutkimuksia. *Summary:* Investigations regarding floating difficulties.

26.

1. Kalela, Aarno. (1937). Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. *Selostus:* Puulajien ilmastorotuja koskevista kokeellisista tutkimuksista.

27.

1. Kujala, Viljo. (1938). Metsätyyppien parallelisuudesta. *Referat:* Über die Parallelität der Waldtypen.
2. Kivekäs, Jorma. (1939). Kaskiviljelyksen vaikutus eräisiin maan ominaisuuksiin. *Referat:* Über den Einfluss der Brandkultur auf einige Eigenschaften des Bodens.
3. Palosuo, Veikko. (1938). Tutkimus lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusikoissa. *Referat:* Die natürliche Verjüngung der Lärche in einigen finnischen Kulturbeständen.
4. Aaltonen, V. T. (1939). Zur Stratigraphie des Podsolprofils. II. *Selostus:* Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. II.
5. Hartikainen, Eino. (1939). Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1936. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1936.
6. Kalela, Erkki K. (1939). Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. *Referat:* Über den Zuwachs der herrschenden Kiefern und Fichten auf Pyrolatyp.

28.

1. Heikinheimo, Olli. (1939). The Forest Research Institute of Finland and its Activities from 1918 to 1938.
2. Linnamies, Olavi. (1939). Suomen maalaiskuntien metsät. *Referat:* Die Wälder der Landgemeinden Finnlands.
3. Lukkala, O. J. (1939). Metsäojien kaivun työaikatutkimuksia. *Referat:* Arbeitszeituntersuchungen zu der Aushebung von Waldgräben.
4. Hartikainen, Eino. (1940). Vientipaperipuun hankinta Suomesta ja kuusen käyttö teollisuutemme raaka-aineena. *Referat:* Das Verschaffen von Exportpapierholz aus Finnland und die Verwendung von Fichte als Rohstoff in der finnischen Holzindustrie.
5. Pöntynen, V. (1939). Kuusipaperipuiden hinnoista Pohjoismaissa. *Referat:* Über die Preise für Fichtenpapierholz in den nordischen Ländern.
6. Ilvessalo, Yrjö. (1940). Suomen metsävarat vv. 1936—1938.
7. Ilvessalo, Yrjö. (1940). The Forest Resources of Finland in 1936—1938.

29.

1. Heikinheimo, Olli. (1940). Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. *Referat:* Versuche in Baumschulen.
2. Kangas, Esko. (1940). Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. *Referat:* Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937.
3. Saarnijoki, Sakari. (1941). Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen. *Selostus:* Eräitä metsäpuiden siitepölyn itävyyttä koskevia kokeita.
4. Heikinheimo, Olli. (1941). Metsänistutusmenetelmistä. *Referat:* Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden.
5. Aaltonen, V. T. (1941). Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. *Referat:* Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung.

6. Aaltonen, V. T. (1941). Maalajien luokituksesta. *Referat:* Über die Klassifizierung der Bodenarten.
7. Aaltonen, V. T. (1941). Zur Stratigraphie des Podsolprofils. III. *Selostus:* Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. III.

30.

1. Ilvessalo, Yrjö. (1942). Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey.

31, 32.

31, 1. Saarnijoki, Sakari. (1942). Larix decidua x sibirica, ein neuer Lärchenbastard. *Selostus:* Larix decidua x sibirica, uusi lehtikuusibastardi.

31, 2. Kalliola, Reino. (1943). Porajärven seudun metsätyypeistä. *Referat:* Über die Waldtypen der Gegend von Porajärvi in Ostkarelien.

32, 1. Erkkilä, E. E. (1943). Maaseutuväestön puunkäytön kokonaismäärä ja sen kehitys. *Referat:* Der Gesamtholzverbrauch der Landbevölkerung und seine Entwicklung.

33.

1. Sarvas, R. (1944). Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Referat:* Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands.
2. Sarvas, R. (1946). Huomioita kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyistä metsiköistä. *Summary:* Notes on stands cut for pitprops and pulpwood to minimum diameter.
3. Jalava, Matti. (1945). Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. *Summary:* Strength properties of Finnish pine, spruce, birch and aspen.

34.

1. Kujala, Viljo. (1946). Koivututkimuksia. *Summary:* Some recent research data on birches.
2. Saarnijoki, Sakari. (1946). Die Schlitzblättrigkeit der Erlen und Birken im Lichte von Rückschlägen und einigen Kreuzungen. *Selostus:* Lepän ja koivun liuskalehtisyys palautumien ja eräiden risteytysten valossa.
3. Lukkala, O. J. (1946). Korpimetsien luontainen uudistaminen. *Referat:* Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder.
4. Ilvessalo, Yrjö. (1947). Pystypuiden kuutioimistaulukot. *Summary:* Volume tables for standing trees.

35.

1. Aaltonen, V. T. (1947). Studien über die Bodenbildung in den Hainwäldern Finnlands mit einigen Beobachtungen über ausländische Braunerden. *Selostus:* Tutkimuksia maannostumisesta lehtometsissämme sekä muutamia havaintoja ulkolaisista ruskomaista.
2. Viro, P. J. (1947). Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. *Summary:* The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil.

3. Heikinheimo, Olli. (1948). Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. *Summary:* On the seeding capacity of forest trees. III.
4. Sarvas, R. (1947). Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. *Summary:* A research on the regeneration of birch in South Finland.
5. Ilvessalo, Yrjö. (1948). Nyky-Suomen metsät.
6. Ilvessalo, Yrjö. (1949). The forests of present-day Finland.

36.

1. Lukkala, O. J. (1948). Metsäojien kunnossapito. *Referat:* Die Instandhaltung der Waldgräben.
2. Jäntti, August. (1948). Suomen aitarakenteet. *Summary:* Fences in Finland.
3. Mikola, Peitsa. (1948). On the physiology and ecology of Cenococcum graniforme especially as a mycorrhizal fungus of birch. *Selostus:* Cenococcum graniformen fysiologiasta ja ekologiasta erityisesti koivun mykoritsasienenä.
4. Osara, N. A., Pöntynen, V., Erkkilä, E. E. (1948). Suomen puun käyttö ja metsätase. *Summary:* Wood utilization and forest balance in Finland.
5. Aaltonen, V. T. (1949). Boden—Bodenkunde—Forstliche Bodenkunde. Begriffliches und Terminologisches.
6. (1949). Sisällysluettelo. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 1—36-— Index. — Inhaltsverzeichnis. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 1—36.

TEKIJÄN MUKAINEN LUETTELO

INDEX OF AUTHORS
VERZEICHNIS NACH VERFASSER

Aaltonen, V. T. (1919, 1,1). Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. *Referat:* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. I.

—»— (1925, 9,5). Metsikön itseharventumisesta ja puiden kasvutilasta luonnonmetsissä. *Referat:* Über die Selbstabscheidung und den Wuchsraum der Bäume in Naturbeständen.

—»— (1925, 9,6). Über den Aziditätsgrad (p_H) des Waldbodens. *Selostus:* Metsämaan happamuusasteesta (p_H).

—»— (1926, 10,6). Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. *Summary:* The decomposition of nitrogenous compounds in woodland soils.

—»— (1928, 13,5). Über den Einfluss des Waldes auf die Kornzusammensetzung des Erdbodens in Sandböden. *Summary:* The effect of the forest upon the mechanical composition of soil in sandy soils.

—»— (1932, 17,5). Über den Einfluss der Holzart auf den Boden. *Summary:* The effect of different species of tree on the soil.

—»— (1933, 18,4). Über die postglazialen, natürlichen Veränderungen des Waldbodens in Finnland. *Selostus:* Suomen metsämaaperän luontaisista muutoksista jääkauden jälkeen.

—»— (1934, 20,1). Maa, maaperä ja niitä selvittelevä tiede.

—»— (1935, 20,6). Zur Stratigraphie des Podsolprofils. *Selostus:* Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen.

—»— (1937, 25,1). Über die bodenkundliche Bonitierung der Waldstandorte. I. *Selostus:* Metsäkasvupaikkojen bonitoinnista maan ominaisuuksien perusteella. I.

—»— (1937, 25,2). Einige pH-Bestimmungen in Waldböden. *Selostus:* Muutamia pH-määräyksiä metsämaissa.

—»— (1939, 27,4). Zur Stratigraphie des Podsolprofils. II. *Selostus:* Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. II.

—»— (1941, 29,5). Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. *Referat:* Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung.

—»— (1941, 29,6). Maalajien luokituksesta. *Referat:* Über die Klassifizierung der Bodenarten.

—»— (1941, 29,7). Zur Stratigraphie des Podsolprofils. III. *Selostus:* Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. III.

Aaltonen, V. T. (1947, 35,1). Studien über die Bodenbildung in den Hainwäldern Finnlands mit einigen Beobachtungen über ausländische Braunerden. *Selostus:* Tutkimuksia maannostumisesta lehtometsissämme sekä muutamia havaintoja ulkolaisista ruskomaista.

—»— (1949, 36,5). Boden—Bodenkunde—Forstliche Bodenkunde. Begriffliches und Terminologisches.

Aario, Leo (1932, 17,1). Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N.-Satakunta. *Selostus:* Suotutkimuksia Pohjois-Satakunnasta.

Aro, Paavo (1928, 13,6). Pinopuutavarain pino- ja kiintomitan välisiä suhdelukuja.

—»— (1929, 14,3). Tutkimuksia hakkausmäärän jakaantumisesta käyttöpuun ja tähteitten kesken. *Summary:* An investigation into the apportionment of the quantity of wood cut between the wood used and the waste left in the forest.

—»— (1929, 14,4). Tutkimuksia kuusipaperipuiden ja kaivospölkkyjen kuorimäärästä ja kuorimishukasta. *Summary:* An investigation into the quantity of bark and the wastage of barking in spruce pulp-wood and pit-props.

—»— (1931, 14,5). Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys. *Referat:* Über den Festgehalt der wichtigsten finnischen Schichtholzsortimente.

—»— (1932, 14,1, liite 1). Puun kuivumisen aiheuttaman kutistumisen vaikutus tilastoissa esitettyihin puumääriin.

—»— (1935, 20,4). Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. *Referat:* Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste.

—»— (1936, 23,4). Aikatutkimuksia koivuhalkojen teosta. *Referat:* Zeitstudien in der Hauung von Birkenbrennholz.

Auer, Väinö (1921, 3,4). Piirteitä Keski-Pohjanmaan soistumistavoista. *Referat:* Über Versumpfungsprozesse in Mittel-Österbotten.

—»— (1921, 4,4). Tutkimuksia Lapin tulvamailta. *Referat:* Untersuchungen in den Überschwemmungsgebieten Lapplands.

—»— (1922, 6,1). Suotutkimuksia Kuusamon ja Kuolajärven vaara-alueilta. *Referat:* Moorforschungen in den Vaaragebieten von Kuusamo und Kuolajärvi.

—»— (1924, 8,2). Eräitä vastaisia tehtäviä suotutkimuksen alalla Suomessa. *Referat:* Über einige künftige Aufgaben der Moorforschung in Finnland.

—»— (1924, 8,3). Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees. *Selostus:* Vanajaveden historia postglasiaaliaikana.

—»— (1925, 9,8). Investigations of the ancient flora of Häme (Tavastland).

—»— (1927, 12,4). Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. *Selostus:* Lapin metsänrajoja ja turvemaita koskevia tutkimuksia.

—»— (1927, 12,5). Stratigraphical and morphological investigations of peat bogs of southeastern Canada. *Selostus:* Stratigrafisia ja morfologisia tutkimuksia Kaakkois-Kanadan soista.

—»— (1928, 13,1). Present peat bogs in southeastern Canada. *Selostus:* Nykyisistä Kaakkois-Kanadan soista.

—»— (1928, 13,2). Katso Saura mo.

—»— (1928, 13,3). Über die Einwanderung der Fichte in Finnland. *Selostus:* Kuusen tulosta Suomeen.

Cajander, Erkki K. (1933, 19, 3). Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland.

—»— (1934, 19, 5). Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. *Referat:* Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung.

Erkkilä, E. E. (1943, 32, 1). Maaseutuväestön puunkäytön kokonaismäärä ja sen kehitys. *Referat:* Der Gesamtholzverbrauch der Landbevölkerung und seine Entwicklung.

—»— (1948, 36, 4). Katso Osara.

Hartikainen, Eino (1932, 14, 1, liite 2). Rautateillä kuljetetun pyöreän ja veistetyn puutavaran tilavuuden laskeminen. *Summary:* A calculation of the volume of round and hewn timber transported by the railways.

—»— (1933, 19, 4). Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1930. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1930.

—»— (1936, 22, 2). Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1933. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1933.

—»— (1939, 27, 5). Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1936. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1936.

—»— (1940, 28, 4). Vientipaperipuun hankinta Suomesta ja kuusen käyttö teollisuutemme raaka-aineena. *Referat:* Das Verschaffen von Exportpapierholz aus Finnland und die Verwendung von Fichte als Rohstoff in der finnischen Holzindustrie.

Heikinheimo, Olli (1920, 2, 2). Kuusimuodoista ja niiden metsätaloudellisesta arvosta. *Referat:* Über die Fichtenformen und ihren forstwirtschaftlichen Wert.

—»— (1920, 2, 3). Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. *Referat:* Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln.

—»— (1920, 3, 2). Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. *Referat:* Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland.

—»— (1920, 3, 3). Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. *Referat:* Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder.

—»— (1921, 4, 3). Suomen metsärajametsät ja niiden vastainen käyttö. *Referat:* Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung.

—»— (1922, 5, 2). Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. *Referat:* Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands.

—»— (1924, 9, 4). Suomen metsien metsänhoidollinen tila.

—»— (1926, 12, 2). Myrskytuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä syyskuun 23 päivänä 1924. *Referat:* Über die Sturmschäden in dem Lärchenwalde bei Raivola am 23. September 1924.

—»— (1932, 17, 3). Metsäpuiden siementämiskyvystä. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume.

—»— (1937, 24, 4). Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II.

—»— (1939, 28, 1). The Forest Research Institute of Finland and its Activities from 1918 to 1938.

—»— (1940, 29, 1). Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. *Referat:* Versuche in Baumschulen.

—»— (1941, 29, 4). Metsänistutusmenetelmistä. *Referat:* Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden.

Heikinheimo, Olli (1948, 35,3). Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. *Summary:* On the seeding capacity of forest trees. III.

Hertz, Martti (1930, 15,3). Tutkimus männyn tervasroson kehityksestä ja vaikutuksista. *Referat:* Über die Entwicklung und die Wirkungen des Kienzopfs.

—»— (1932, 17,4). Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Referat:* Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden.

—»— (1933, 18,6). Tutkimuksia tavallisesta männynneulaspistiäisestä (Lophyrus pini L.) ja sen metsätaloudellisesta merkityksestä. *Referat:* Die gewöhnliche Kiefernbuschhornblattwespe (Lophyrus pini L.) und ihre forstwirtschaftliche Bedeutung.

—»— (1934, 20,2). Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. *Referat:* Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer.

Hildén, N. A. (1929, 13,7). Helsinki halkojen kuluttajana. *Referat:* Helsinki als Brennholzkonsument.

—»— (1930, 14,2). Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1927. *Referat:* Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i. J. 1927.

Hyyppä, Esa (1932, 18,3). Untersuchungen über die spätquartäre Geschichte der Wälder am karelischen Isthmus. *Selostus:* Tutkimuksia Karjalankannaksen metsien myöhäiskvartäärisestä historiasta sekä muutamia siihen läheisesti liittyviä alueellisia vertailuja.

Ilvessalo, Lauri (1923, 5,3). Raivolan lehtikuusimetsä. *Referat:* Der Lärchenwald bei Raivola.

—»— (1926, 12,1). Suomenlahden ulkosaarten lentohietiköt ja niiden sitomismahdollisuudet. *Referat:* Die Dünen der Ausseninseln des Finnischen Meerbusens und ihre Bindungsmöglichkeiten.

—»— ja Jalava, Matti (1930, 16,2). Maapallon metsävarat. *Summary:* Forest resources of the World.

Ilvessalo, Yrjö (1924, 9,1). Suomen metsät. Metsävarat ja metsien tila.

—»— (1924, 9,2). Finlands skogar. Skogstillgångarna och skogarnas tillstånd.

—»— (1924, 9,3). The forests of Finland. The forest resources and the condition of the forests.

—»— (1927, 11,1). Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Summary:* The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924.

—»— (1929, 13,10). Suomen päävesistöalueiden metsät. *Summary:* The forests of the main watershed areas of Suomi (Finland).

—»— (1930, 15,4). Suomen metsät viljavuusalueittain kuivattuina. Tuloksia vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Summary:* The forests of Suomi (Finland) described by areas of fertility. Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924.

—»— (1931, 14,6). Pohjoismaiden metsävarat toisiinsa verrattuina. *Summary:* A comparison of the forest resources of the Northern countries.

—»— (1932, 17,2). The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). *Selostus:* Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa.

—»— (1933, 18,5). Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. *Summary:* Occurrence of forest types on the different soils.

Ilvessalo, Yrjö (1936, 22, 5). II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. *Summary:* Instructions for field work of the II national survey of the forests of Suomi (Finland).

—»— (1937, 24, 2). Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *Summary:* Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland).

—»— (1940, 28, 6). Suomen metsävarat vv. 1936—1938.

—»— (1940, 28, 7). The Forest Resources of Finland in 1936—1938.

—»— (1942, 30). Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey.

—»— (1947, 34, 4). Pystypuiden kuutioimistaulukot. *Summary:* Volume tables for standing trees.

—»— (1948, 35, 5). Nyky-Suomen metsät.

—»— (1949, 35, 6). The forests of present-day Finland.

Jalava, Matti (1929, 13, 8). Pyöreän pinopuutavaran mittaamisesta. *Summary:* The measuring of round, piled woodgoods.

—»— (1932, 18, 2). Puun kosteuspitoisuuden, koon ja muodon muutoksista. *Summary:* Changes in the moisture content, volume and form of wood.

—»— (1933, 18, 7). Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista. *Summary:* Strength properties of finnish pine (Pinus silvestris).

—»— (1934, 19, 6). Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista II. *Summary:* Strength properties of finnish pine (Pinus silvestris).

—»— (1945, 33, 3). Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. *Summary:* Strength properties of Finnish pine, spruce, birch and aspen.

Jäntti, August (1948, 36, 2). Suomen aitarakenteet. *Summary:* Fences in Finland.

Kalela, Aarno (1937, 26). Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. *Selostus:* Puulajien ilmastorotuja koskevista kokeellisista tutkimuksista.

Kalela, Erkki K. (1939, 27, 6). Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. *Referat:* Über den Zuwachs der herrschenden Kiefern und Fichten auf Pyrolatyp.

Kalliola, Reino (1943, 31, 2). Porajärven seudun metsätyypeistä. *Referat:* Über die Waldtypen der Gegend von Porajärvi in Ostkarelien.

Kangas, Esko (1934, 19, 7). Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhoista. *Referat:* Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju.

—»— (1935, 20, 3). Zur Kenntnis der Larven der Pissodesarten Finnlands. *Selostus:* Suomalaisten Pissodes-lajien toukat.

—»— (1935, 22, 1). Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Urheber Dendromyza (Dizygomyza) Betulae N. Sp. *Selostus:* Koivun ruskotäpläisyys ja sen aiheuttaja Dendromyza (Dizygomyza) Betulae N. Sp.

—»— (1937, 24, 1). Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die in Kiefernpflanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung.

—»— (1940, 29, 2). Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. *Referat:* Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte i. J. 1937.

Kivekäs, Jorma (1939, 27, 2). Kaskiviljelyksen vaikutus eräisiin maan ominaisuuksiin. *Referat:* Über den Einfluss der Brandkultur auf einige Eigenschaften des Bodens.

Kujala, Viljo (1921, 4, 5). Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuolisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. *Referat:* Beobachtungen über die Wald- und Moortypen von Kuusamo und der südlich von dort gelegenen Fichtenwaldgebiete.

—»— (1924, 7, 1). Tervaleppä (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) Suomessa. *Referat:* Die Schwarzerle in Finnland.

—»— (1924, 7, 2). Laskelma lehtipuiden lehtikauden pituudesta ja puiden kukkimisajoista Suomessa. *Referat:* Berechnungen über die Länge der Laubperiode der Laubbäume und Blühzeiten der Bäume in Finnland.

—»— (1924, 8, 1). Keski-Pohjanmaan soiden synnystä. *Referat:* Ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Moore in Mittelösterbotten.

—»— (1925, 10, 4). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. II. Über die Begrenzung der Siedlungen. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. II. Kasvustojen rajoittamisesta.

—»— (1926, 10, 1). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Eteläja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. A. Putkilokasvit.

—»— (1926, 10, 2). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Waldpflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. B. Laubmoose. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Eteläja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia metsäkasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. B. Lehtisammalet.

—»— (1926, 10, 3). Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. C. Flechten. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. C. Jäkälät.

—»— (1926, 10, 5). Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nord-Finnland. *Selostus:* Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa.

—»— (1927, 12, 6). Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. *Selostus:* Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa.

—»— (1928, 13, 4). Beobachtungen über die Waldvegetation auf Lehmboden bei Mustila in Elimäki (Süd-Finnland). *Selostus:* Havaintoja savimaan metsäkasvillisuudesta Elimäen Mustilassa.

—»— (1929, 13, 9). Untersuchungen über Waldtypen in Petsamo und in angrenzenden Teilen von Inari-Lappland. *Selostus:* Tutkimuksia Petsamon ja siihen rajoittuvien Inarin Lapin osien metsätyypeistä.

Kujala, Viljo (1936, 22, 4). Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. *Referat:* Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland.
—»— (1936, 22, 6). Waldvegetationsstudien im östlichen Mitteleuropa. *Selostus:* Metsäkasvillisuustutkimuksia Keski-Euroopan itäosissa.
—»— (1938, 27, 1). Metsätyyppien parallelisuudesta. *Referat:* Über die Parallelität der Waldtypen.
—»— (1946, 34, 1). Koivututkimuksia. *Summary:* Some recent research data on birches.
Lakari, O. J. (1920, 2, 1). Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. *Referat:* Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland.
—»— (1920, 2, 4). Tutkimuksia kuusen karsimisesta. *Referat:* Untersuchungen über die Ästung der Fichte.
—»— (1920, 3, 1). Tutkimuksia männyn muodosta. *Referat:* Untersuchungen über die Form der Kiefer.
—»— (1921, 4, 2). Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland.
Lappi-Seppälä, M. (1924, 7, 3). Linja-arvioimisesta ja sen tarkkuudesta. *Referat:* Über die Linientaxierung und deren Genauigkeit.
—»— (1925, 9, 7). Metsänkasvun ja hakkuun välisestä suhteesta sekä puun kulutuksesta ja metsämaitten tuottokyvystä Turun-Porin läänissä. *Summary:* On the balance of forest growth and felling as well as on the wood consumption and the yield capacity of forest lands in the province of Turku-Pori.
—»— (1927, 12, 3). Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland.
—»— (1930, 15, 2). Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. *Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mäntykoivu-sekametsikön kehityksestä.
Levón, Martti (1931, 16, 1). Sahateollisuuden jätepuu ja sen käyttö. *Summary:* The wood waste in the sawmill industry and its utilization.
Linnamies, Olavi (1939, 28, 2). Suomen maalaiskuntien metsät. *Referat:* Die Wälder der Landgemeinden Finnlands.
Lukkala, O. J. (1929, 13, 11). Über den Aziditätsgrad der Moore und die Wirkung der Entwässerung auf denselben. *Selostus:* Soiden happamuusasteesta ja ojituksen vaikutuksesta siihen.
—»— (1929, 15, 1). Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. *Referat:* Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt.
—»— (1933, 19, 1). Tapahtuuko nykyisin metsämaan soistumista. *Referat:* Vollzieht sich gegenwärtig Versumpfung von Waldboden.
—»— (1936, 22, 3). Rämemäntyjen siementen laadusta. *Referat:* Über die Beschaffenheit der Moorkiefernsamen.
—»— (1937, 24, 3). Nälkävuosien suonkuivausten tuloksia. *Referat:* Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen.
—»— (1939, 28, 3). Metsäojien kaivun työaikatutkimuksia. *Referat:* Arbeitszeituntersuchungen zu der Aushebung von Waldgräben.

Lukkala, O. J. (1946, 34,3). Korpimetsien luontainen uudistaminen. *Referat:* Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder.

—»— (1948, 36,1). Metsäojien kunnossapito. *Referat:* Die Instandhaltung der Waldgräben.

Miettinen, Leevi (1930, 16,3). Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. *Referat:* Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung.

—»— (1932, 18,1). Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände.

Mikola, Peitsa (1948, 36,3). On the physiology and ecology of Cenococcum graniforme especially as a mycorrhizal fungus of birch. *Selostus:* Cenococcum graniformen fysiologiasta ja ekologiasta erityisesti koivun mykoritsasienenä.

Osara, N. A. (1935, 21,1). Suomen pienmetsätalous. *Referat:* Die Kleinwaldwirtschaft in Finnland.

—»— (1936, 21,2). Metsälötilasto vuodelta 1929. *Referat:* Statistik der Waldwirtschaftlichen Betriebe in Finnland i. J. 1929.

—»—, Pöntynen, V., Erkkilä, E. E. (1948, 36,4). Suomen puun käyttö ja metsätase. *Summary:* Wood utilization and forest balance in Finland.

Palosuo, Veikko (1938, 27,3). Tutkimus lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusikoissa. *Referat:* Die natürliche Verjüngung der Lärche in einigen finnischen Kulturbeständen.

Pöntynen, V. (1933, 14,1, liite 3). Veistettyjen vientitavaroiden pyöreäksi puuksi muuntaminen. *Summary:* Conversion of the volume of hewn timber into the corresponding volume of round timber.

—»— (1933, 14,1, liite 4). Koivutukkien todelliset kuutiomäärät ja latvamuotoluvut. *Summary:* The actual volume and top form factors of birch logs.

—»— (1939, 28,5). Kuusipaperipuiden hinnoista Pohjoismaissa. *Referat:* Über die Preise für Fichtenpapierholz in den nordischen Ländern.

—»— (1948, 36,4). Katso Osara.

Saari, Eino (1922, 5,1). Kotitarvepuun kulutus maaseudulla Turun ja Porin läänissä. *Referat:* Über den Verbrauch des Holzes im Hausbedarf auf dem Lande in dem Län Turku-Pori (Åbo-Björneborg).

—»— (1934, 14,1). Puun käyttö Suomessa. *Summary:* Wood utilization in Suomi (Finland).

Saarinen, E. K. E. (1933, 19,2). Soiden pintaturpeen korkeuskasvusta. *Referat:* Über das Höhenwachstum des Oberflächentorfes auf den Mooren.

—»— (1935, 20,7). Metsäojien syöpymisestä. *Referat:* Über die Erosion der Waldgräben.

Saarnijoki, Sakari (1941, 29,3). Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen. *Selostus:* Eräitä metsäpuiden siitepölyn itävyyttä koskevia kokeita.

—»— (1942, 31,1). Larix decidua x sibirica, ein neuer Lärchenbastard. *Selostus:* Larix decidua x sibirica, uusi lehtikuusibastardi.

—»— (1946, 34,2). Die Schlitzblättrigkeit der Erlen und Birken im Lichte von Rückschlägen und einigen Kreuzungen. *Selostus:* Lepän ja koivun liuskalehtisyys palautumien ja eräiden risteytysten valossa.

Sarvas, R. (1944, 33,1). Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Referat:* Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands.

Sarvas, R. (1946, 33,2). Huomioita kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyistä metsiköistä. *Summary:* Notes on stands cut for pitprops and pulpwood to minimum diameter.

—»— (1947, 35,4). Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. *Summary:* A research on the regeneration of birch in South Finland.

Sauramo, Matti and Auer, Väinö (1928, 13,2). On the development of Lake Höytiäinen in Carelia and its ancient flora. *Selostus:* Höytiäisen kehitys ja muinaiskasvisto.

Viro, P. J. (1947, 35,2). Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. *Summary:* The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil.

Vuoristo, Ilmari (1935, 20,5). Tutkimuksia lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1922—31. *Referat:* Untersuchungen über die Preisverhältnisse und Preisveränderungen unsortierter Kiefernsägewaren verschiedener Dimension in den Jahren 1922—31.

—»— (1935, 20,8). Tutkimuksia lajittelemattoman kuusisahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1925—34. *Referat:* Untersuchungen über die Preisverhältnisse und Preisveränderungen unsortierter Fichtensägewaren verschiedener Dimension in den Jahren 1925—34.

—»— (1936, 23,1). Työaikatutkimuksia kuusipaperipuiden teosta. *Summary:* Investigations regarding the working time in the preparation of spruce pulp-wood.

—»— (1936, 23,2). Suomen puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun laatututkimuksia. *Referat:* Untersuchungen über die Qualität des von der Zellulose- und Schleifholzindustrie verbrauchten Fichtenpapierholzes in Finnland.

—»— (1936, 23,3). Tutkimuksia sahatukkien arvosuhteista. *Referat:* Untersuchungen über die Wertverhältnisse der Sägeblöcke.

—»— (1938, 25,3). Uittohankaluustutkimuksia. *Summary:* Investigations regarding floating difficulties.