

Belantallan

METSÄNHÄVITYKSEN JA POLTON VAIKUTUKSESTA METSÄMAAHAN.

OLLI HEIKINHEIMO.

HELSINGISSÄ 1917.

METSÄNHÄVITYKSEN JA POLTON VAIKUTUKSESTA METSÄMAAHAN.

OLLI HEIKINHEIMO.

HELSINGISSÄ 1917,
SUOMEN SENAATIN KIRJAPAINOSSA.

Metsänhävityksen ja polton vaikutuksesta metsämaahan.¹⁾

Viimeaikaiset kasvimaantieteelliset tutkimukset ovat hyvin suuressa määrässä selvittäneet ilmaston, kasvillisuuden ja maaperän keskenäisiä suhteita. On huomattu, etteivät ainoastaan toisistaan eroavat ilmastovyöhykkeet synnytä niille ominaisia kasviformatioita, vaan että näitten yhteisvaikutuksesta saa maaperäkin erikoisen luonteen. Samat suhteet vallitsevat myöskin pienemmissä oloissa: saatapa kasviyhdyksunta pitempien aikojen kuluessa muuttaa kasvupaikkansa sille paraiten soveltuvaksi, voidakseen silläkin tavalla puolustautua muita läheisiä kasviyhdyksuntia vastaan.

Tärkeimpinä luonnollisina kasviyhdyksuntina ovat metsät tulleet useissakin näissä tutkimuksissa huomatuiksi, ja tuloksena on ollut se, että metsät muodostavat toisistaan poikkeavissakin olosuhteissa niille ominaisen maaperän. Jos metsän alla ollut maa syystä taikka toisesta menettää kasvillisuutensa, on myöskin otaksuttavaa, että metsämaassa tulee tapahtumaan tuntuja muutoksia. Erittäinkin Suomessa, jossa metsäpalot, kaskiviljelys ja järjestämättömät hakkuut saattavat laajat maa-alat aukeiksi pitemmiksikin ajoiksi, tulisi olla näistä muutoksista selvillä. Niistä riippuu luonnollisesti maan vastainen edullisin käyttömuoto, ja metsätaloudessa ovat nämä seikat otettavat huomioon valittaessa aloille sopivia puulajeja sekä metsittämistapoja. Myöskin nykyisten metsien hoidossa olisi näihin seikkoihin kohdistuvilla tutkimuksilla merkitystä; erilaisten nuorennus- ja harvennushakkuitten oikea käyttäminen edellyttää myöskin, että tunnetaan niitten vaikutukset maaperään.

Sopivia esimerkkejä metsien suhteesta maaperään ovat ne taupaukset, jolloin metsä tunkeutuu toiselle kasviformatiolle. Venäjän ja Siperian mustanmullanarojen pohjoislaitamalla levenee metsä aroille päin. Alkusyynä tähän pidetään ilmaston muuttumista enemmän meri-ilmastoksi,²⁾ jolloin kesän sademäärä enenee ja haihdunta

¹⁾ Sattuman kautta on käsikirjoitus joutunut painoon aikaisemmin kuin oli tarkotettu; useassa kohdassa olisi se kaivannut viimeistelyä.

²⁾ M. m. *Julius Hann*, *Handbuch der Klimatologie*, Bd I, Stuttgart, 1908. — Siv. 345—.

Svante Arrhenius, useita kirjoituksia, esim. v. 1915 *Nordisk Tidskrift*issä.

maasta käy pienemmäksi. Tällä tavalla muuttuu tyyppillinen mustamulta jo ennen metsän sille siirtymistä; mullasaineitten lahominen edistyy ja vesikapasiteetti pienenee, joten pinnalle tullut vesi voi tästäkin syystä tunkeutua syvemmälle. Alkuaan ovat mullasaineet mustassamullassa hyvin säännöllisesti perusmaan kanssa sekoitettuja; pintakerroksessa (0—20 cm) on niitä tavallisesti verrattain runsaasti (6—10 %), mutta täältä ne vähitellen vähenevät, kunnes niitä n. 1 metrin syvyydessä on usein n. 1 %.¹⁾ Arojen pohjoisosissa, joissa perusmaa on enemmän hiekansekaista, on mullasaineita entuudestaan vähemmän kuin etelämpänä. Mitään liettymis- ja huuhtoutumiskerroksia ei maassa tavallisesti ole; maa on kauttaaltaan kuohkeaa ja sen tumma väri vähenee alaspäin säännöllisesti. Pintakerroksen suuren vesikapasiteetin takia pysähtyy suurin osa kevätsateista maan yläosaan, turvaten siinä lyhytikäisen kasvillisuuden vedensaannin. Kasviravintoaineitakin on eri syvyyksillä jotenkin samassa suhteessa; kalkki on kuitenkin syvemmälle huuhtoutunutta, ja usein on fosforihappoa ja kalia pinnalla suhteellisesti enemmän kuin alempana. — Kun metsän reunalla ja alla olevassa mustassamullassa lahominen edistyy, tulee perusmaan väri selvemmin näkyviin, syntyy n. k. harmaa maa. Metsässä häviää myöskin mustanmullan maaveden neutralisuus, maan pinnalle kokoutuva mullasmuodostus käy vähitellen happamaksi ja enemmän tai vähemmän turvemaiseksi. Tällöin on maan pintakerrosten huuhtoutuminenkin hyvällä alulla; mullas-kerroksen alta huuhtoutuu alemmas tärkeistä kasviravintoaineista kalia, kalkkia ja fosforihappoa, samaten kuin rautaakin, joten pintamaa vaalistuu huomattavasti. Täten syntyy kasviravintoaineista köyhä A-horisontti. Suuri osa edellämainituista aineista, erittäinkin rauta ja fosforihappo, pysähtyvät tämän alle kehittyvään B-horisonttiin, jossa myöskin on useasti enemmän mullasaineita kuin edel-

¹⁾ Mustassamullasta ja sen muuttumisesta metsän alla mainitaan m. m.:

K. Glinka, Die Bodenzonen und Bodentypen des europäischen und asiatischen Russlands. Comptes rendus de la première conférence internationale agrogéologique, Budapest, 1909. — Siv. 95—.

K. Glinka, Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung, Berlin, 1914. — Siv. 86—, y. m.

P. Treitz, Was ist Verwitterung? Comptes rendus, e. m. — Siv. 131—.

P. Kossowitsch, Die Bodenbildungsprozesse und die Hauptprinzipien der Bodenklassifikation. Verhandlungen der zweiten internationalen Agroeologenkongferenz, Stockholm, 1911. — Siv. 232—.

P. Kossowitsch, Die Schwarzerde. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, 1912. — Siv. 199—.

Chr. Ohly, Die klimatischen Bodenzonen und ihre charakteristische Bodenbildungen. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, 1913. — Siv. 411—.

lisessä. Myöhemmin voi tähän kerrokseen muodostua selviä palsimuodostuksiakin, kuten m. m. *Treitz* mainitsee käyneen Romanian entisillä aroilla. Syvemmällä on perusmaa, C-horisontti. Huuhtoutumisen ollessa jotenkin alulla kutsutaan maata huonontuneeksi mustaksimullaksi ja, kun siinä A- ja B-horisontit ovat selviä, lietomaaksi (podsolimaaksi). — Arolta metsään tultaessa muuttuu siis maaperä seuraavalla tavalla: jotenkin tyypillinen mustamulta, harmaa maa, huonontunut mustamulta ja lietomaa, joka on sitä tyypillisempää, kuta kauvemmas metsän sisään tullaan, jossa metsä on maaperään pisimmän ajan vaikuttanut.

N. k. terveen metsämaan muuttumista kanervanummeksi kuvaa *Müller* seuraavalla tavalla: ¹⁾ Kun Tanskassa on nummien läheisiä lehtimetsiä hävitetty, on metsämaan pinnalla ollut lauhkea multakerros hävinnyt sen kautta, että sen syntyä välittävien organismien toimeentulo on käynyt mahdottomaksi; mullan sijaan on syntynyt turvetta vapaine mullashappoineen, ja näitten vaikutuksesta ovat allaolevat maakerrokset runsaasti huuhtoutuneet. Turpeen alle on syntynyt tiivis erittäin paksu lietomaakerros ja sen alle on kehittynyt paksu palsimuodostus. Lähempänä metsän reunaa on tämä muuttuminen vähäisempää, ja metsän sisässä ei eri kerroksia sanottavasti huomaa.

Kun verrataan aukean ja metsää kasvavan maan maaperäsuhteita toisiinsa, olisi aluksi oltava selvillä siitä, millä tavalla ilmasto-olot näillä aloilla eroavat toisistaan. Kysymykseen tulevat tässä ennen kaikkea maan kosteuteen ja lämpöön vaikuttavat seikat, samaten kuin valosuhteetkin maanpinnalla, sillä näistäkin riippuu pintakasvillisuuden erilaisuus aukealla ja metsän sisässä. Etupäässä maan kosteusolojen erilaisuudesta johtuu maaperän erilaisuus humidisilla ja aridisilla seuduilla; edellisillä on sademäärä haihduntaa suurempi ja siitä johtuu maan pintakerrosten huuhtoutuminen, aridisilla alueilla haihtuu sitävastoin maasta enemmän vettä kuin sitä sateen muodossa siihen tulee, joten syvemmällä maaveteen liuvenneet mineraliaineet kulkeutuvat pinnalle päin. Näin suuret eivät erot läheisten aukeitten ja metsää kasvavien maitten välillä ole. Kosteus- (samaten kuin lämpö)suhteitten erolla onkin tässä tapauksessa enemmän välillinen vaikutus: ne aiheuttavat erilaisia biologisia oloja maassa, ja siitä johtuu maaperän vaihteleva muuttuminen.

¹⁾ *P. E. Müller*, Studien über die natürlichen Humusformen, Berlin, 1887. — M. m. siv. 49—, 83—, 142—, 151—, 245.

Mitä metsien sateita enentävään vaikutukseen tulee, ei tällä seikalla voi tässä tapauksessa olla sanottavaa merkitystä. Pieniin aukkoihin ja laajempien metsättömien alojen reunoille kokoontuu kuitenkin usein lunta enemmän kuin läheiseen metsään, joten aukean alan vuotuinen sademäärä tästä syystä voi joskus olla suurempikin kuin itse metsän kohdalle tullut. Missään tapauksessa ei tällä erolla ole suuria seurauksia, sillä maan huuhtonnessa tulevat etupäässä kysymykseen maan sulana ollessa sattuneet sateet.

Metsässä jakautuu sateena tuleva vesi useaan osaan. Ensiksikin jää puitten lehvistöön siitä keskimäärin 25—30 %, ja tämä haihtuu maahan pääsemättä. Pintakasvillisuuteen ja karikekerrokseen jäävää vesimäärää on vaikea arvioida. Tämä on, samaten kuin edellinenkin, suhteellisesti sitä suurempi, kuta heikompia sateet ovat. Siitä vedestä taas, joka maahan pääsee, ottavat pintakasvillisuus ja puut osan elintoimintaansa. Seuraava laskelma kuvanee ainakin jotakuinkin niitä vesimääriä, jotka hehtaarin laajuisella alalla kasvava metsä meillä kasvukauden kuluessa keskimäärin käyttää:

| | | |
|--|---|--|
| Vuotuinen runkopuutuotanto 2.25 m ³ | } | 3 m ³ , à 500 kg = 1,500 kg |
| » oksa- ja juurimäärä 0.75 » | | |
| » lehti- ja havutuotanto | | |
| <hr/> | | |
| Vuotuinen kuiva-ainetuotanto | | 3,000 kg |

Tässä laskelmassa on otaksuttu *Ebermayerin*, ¹⁾ *Ramannin* ²⁾ y. m. saamien tulosten perusteella, että metsikössä syntyy puuainetta sama määrä kuin lehtiä ja havuja, kun molemmat arvioidaan kuiva-aineen painon mukaan.

Puitten ottaman vesimäärän ja samaan aikaan muodostaman kuiva-ainemäärän välillä vallitsevaa suhdetta, transpiratiolukua, ei tietävästi ole toistaiseksi määrätty. Eri olosuhteissa voi sekin luonnollisesti vaihdella, kuten *v. Hoehnelin* ³⁾ tutkimuksistakin voi päätää. Jos transpiratioluku otaksutaan *Hellriegelin* ⁴⁾ viljelyskasveille saamien lukujen nojalla 300, olisi 3,000 kg kuiva-ainetuotantoon tar-

¹⁾ *Ernst Ebermayer*, Die gesammte Lehre der Waldstreu, Berlin, 1876. — Siv. 68, 99—.

²⁾ *E. Ramann*, Untersuchungen über den Mineralstoffbedarf der Waldbäume und über die Ursachen seiner Verschiedenheit. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1883. — Siv. 10.

³⁾ *v. Hoehnel*, Mittheilungen aus dem Forstl. Versuchswesen Oesterreichs, 2 Bd., 2 u. 3 H.

⁴⁾ *Hellriegel*, Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues, Braunschweig, 1883. — Siv. 622.

vittu vesimäärä 900,000 l eli tasaluvuissa n. 1 mil. l. Jos kasvukauden sademäärä olisi paikkakunnalla 300 mm, tekisi puitten siitä käyttämä osa n. 33 %.

Kovinkaan suuria virheitä tekemättä voitaisiin metsästä edellisillä tavoilla häviävä osa sateesta arvioida seuraavaksi:

| | |
|---|------|
| lehvistöön jää | 25 % |
| pintakasvillisuudesta ja maasta haihtuu | 15 » |
| puut käyttävät | 33 » |
| <hr/> | |
| Yhteensä | 73 % |

Tällaisia katoja ei aukealla alalla ole erittäinkään silloin kun se on kasvipeitteeton. Täällä on kuitenkin maan pinnalta tapahtuva haihdunta suurempi. *Ebermayer*¹⁾ onkin laskenut eron metsän peitossa ja aukealla olevasta maasta tapahtuvan haihdunnan välillä 64 %.

Seurauksena edellisestä on, että sateitten vaikutus pohjaveteen on aukealla ja metsäisellä maalla erilainen. Sen maakerroksen alle, jossa puitten juuret kulkevat, pääsisi edellisen laskelman mukaan 27 % kasvukauden sateesta, jotavastoin vastaava luku aukealla alalla olisi suurempi. Useista tätä seikkaa valaisevista tutkimuksista mainitaan tässä *Wollnyn*²⁾ tekemä. Hän käytti lysimetrikokeissa humuspitoista kalkkihiekkää sekä istutti kahteen koeastiaan 5-vuotisia kuusentaimia, mutta peitti toisessa maan pinnan karikekerroksella, toisessa se taas oli paljaana. Kolmanteen astiaan istutettiin 5-vuotisia koivuntaimia, eikä siinä ollut maapeittoa. Neljännessä kasvoi ruohoa ja viides jätettiin kokonaan aukeaksi. Lysimetreistä vuosina 1887—1893 alas virrannut vesi teki keskimäärin seuraavat %-määrät vastaavista sademääristä.

| | Astia 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|---------|------|------|------|------|
| Vuoden keskiarvo | 12.7 | 11.0 | 22.8 | 26.3 | 50.6 |
| Kesän » | 2.9 | 2.2 | 3.8 | 5.5 | 35.9 |

Suhteellisesti suurin on ero siis kasvukaudella.

Luonnon oloissakin tehdyt havainnot ovat osoittaneet, että metsät alentavat pohjavettä. Huomioita tästä on tehty erittäinkin

¹⁾ *E. Ebermayer*, *Physikalische Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden*, Aschaffenburg, 1873. — Siv. 159.

Vert. myös *Rudolf Weber*, *Die Bedeutung des Waldes und die Aufgaben der Forstwirtschaft*. Handbuch der Forstwissenschaft begründet von Tuisko Lorey, 3 Aufl., 1913. — Siv. 103.—

²⁾ *Forschungen auf d. Gebiete d. Agrikulturphysik*, 17 Bd., 1894. — Siv. 194.

Venäjällä, jossa varsinkin *Ototskin* ¹⁾ saamat tulokset ovat tunnetuimpia. Erittäin suuri on ero pohjaveden korkeudessa mustanmullanarolla ja sen läheisessä metsää kasvavassa maassa. Ranskassa ja Etu-Indiassa ²⁾ tehdyt havainnot eivät johtaneet näin vaihteleviin tuloksiin, eivätkä *Ebermayer* ja *Hartmann* huomanneet mitään vaihtelua pohjaveden korkeudessa silloin kun vesi oli liikkuvaa. ³⁾ — Hyvin läheisessä yhteydessä metsien vaikutuksen kanssa pohjaveen on metsämaan soistuminen metsien hävityksen jälkeen. Metsien hävitystä ja polttoa pitää erittäinkin *Haglund* ⁴⁾ syynä keidassoitten syntyyn. Siinä tapauksessa että pohjamaa on vettä läpäisemätöntä tai pohjavesi lähellä myöntävät *Barth* ⁵⁾ ja *Cajander* ⁶⁾ metsän hävityksen aiheuttavan soistumista, jotavastoin tiheän metsän alle päinvastaisissa tapauksissa voisi helpommin syntyä soistumista edistävää kasvillisuutta, joka m. m. metsiä harventamalla usein katoaisi.

Hyvin läheisessä yhteydessä maan vesipitoisuuden kanssa ovat sen lämpösuhteetkin. Metsämaassa ovatkin lämpövaihtelut pienet, jotavastoin aukealla m. m. vuorokautiset vaihtelut ovat hyvin tunnut, erittäinkin silloin kun mineralimaa on paljaana. M. m. *Ho-*

¹⁾ *И. Отоцкий*, Грунтовые воды, ихъ происхождение, жизнь и распределение. II. Грунтовые воды и лѣса. С.-Петербургъ, 1905 г.

²⁾ Refer. näistä seuraavassa julkaisussa: Jahresbericht über Veröffentlichungen und wichtigere Ergebnisse im Gebiete des Forstwesens, der forstl. Zoologie, der Agrikulturchemie, der Meteorologie und der forstl. Botanik für das Jahr 1907. Supplem. zur Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Jahrgang 1908.

Vert. myös *Henrik Hesselman*, Berättelse öfver den botaniska afdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program. Försumpningsfrågan. Meddelanden från statens Skogsförsöksanstalt. H. 6, 1910. — Siv. 32—.

³⁾ *E. Ebermayer*, *O. Hartmann*, Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Grundwasserstand. Abhandlungen des Kgl. bayr. hydrotechn. Bureaus, München, 1904.

⁴⁾ *Emil Haglund*, Om Hornborgasjön och omgifvande torfmarker. Särtryck av Sv. Mosskulturf. tidskr., 1907.

Sama, Exempel på hastig tillväxt af torf. Samoin, 1909.

Sama, Om våra högmossars bildningssätt I ja II. Aftryck ur geologiska Föreningens i Stockholm förhandlingar. Bd. 31. H. 4; Bd. 41. H. 5.

⁵⁾ *A. Barth*, Skogavgröftning, Kristiania, 1912. — Siv. 15 —.

⁶⁾ *A. K. Cajander*, Studien über die Moore Finnlands, Helsinki, 1913. — Siv. 25—.

Suomessa julaistuista teoksista koskettavat samaa kysymystä tavallaan myös:

Th. Homén, Om skogarnas inflytande på Finlands klimat, Helsingfors, 1901.

Th. Homén, Suomen ilmasto. Kansanvalistusseuran kalenteri, 1913; Helsinki, 1912. — Siv. 83 —.

J. J. Sederholm, Om grundvattnet i Finland; dess förekomst, mängd och rörelser. Geologiska Kommissionen i Finland Geotekniska Meddelanden, n:o 4. Helsingfors 1909.

ménin ¹⁾, *Fricken* ²⁾ y. m. tutkimukset ovat tässä yhteydessä mainittavat.

Metsää kasvavan ja aukean alan kosteus- ja lämpösuhteet eroavat siis toisistaan pääasiassa seuraavalla tavalla:

1. Sateista pääsevät metsättömään maahan suhteellisesti paljon useammat kuin metsän alla olevaan. Aukean alan pintakerrosten kosteus- ja lämpövaihtelut ovat kuitenkin paljoa suuremmat kuin vastaavan metsän peitossa olevan.

2. Kuivana aikana on aukean maan kuivin kohta sen pinnalla ja metsämaan B-horisontissa, jossa puitten juuret etupäässä kulkevat. Jos kapilaarisia vedenliikkeitä maassa tapahtuu, kulkee vesi tällöin aukealla syvemmältä pinnalle päin ja metsäisellä maalla yläältä ja alemmaksi B-horisonttia kohti.

3. Jos pohjavesi on lähellä tai perusmaa läpäisemätöntä, soistuu aukea ala helpommin kuin metsää kasvava. Tärkeä tulos edellisestä on mikro-organismien toimintaan nähden maassa se, että aukealla maalla eivät lahomista edistävät bakteerit voi tulla toimeen; niitä vahingoittaa siellä usein sattuva liiallinen kuivuus ja mahdollisesti ajottainen liika märkyyskin. Kun *Hesselmanin* ³⁾ tutkimukset ovat osoittaneet, ettei turpeen ja sen alla olevan maan vedessä happea ole muuta kuin hyvin pienessä määrässä, on aërobisten bakteerien toimeentulo tästäkin syystä hyvin vaikeaa aukealla alalla, jossa turvetta helpommin syntyy. Bakteerien asemasta on alalla etupäässä sieniä, ja *Müllerin* ja *Ramannin* ⁴⁾ tutkimusten mukaan häviää sieltä alempi maaeläimistökin, kuten lierit y. m. Seurauksena tästä onkin enemmän taikka vähemmän happamien turvemudostusten synty aukealle alalle, ja onpa *Ramannin* huomannut, että metsän alla lauha metsämulda voi varomattomien hakkauksien jälkeen muuttua tyypilliseksi kangasturpeeksi. Suomessa on samantapaisen havainnon tehnyt *Palmgren* ⁵⁾ Ahvenanmaan lihavissa lehdoissa huononee

¹⁾ *Th. Homén*, Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde. Acta Soc. Scient. fennicae. Tom XXIII, n:o 3, 1897.

²⁾ *E. Ramann*, Bodenkunde 2 Aufl., Berlin, 1905. — Siv. 343.

Vert. myös *Rudolf Weber*, Die Bedeutung des Waldes und die Aufgaben der Forstwirtschaft, e. m. — Siv. 78—.

³⁾ *Henrik Hesselman*, Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. Medd. f. stat. Skogsförsöksanstalt, 1910. H. 7. — Siv. 91—.

⁴⁾ *E. Ramann*, Regenwürmer und Kleintiere im deutschen Waldboden. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, 1911. — Siv. 138—, 162.

⁵⁾ *Alvar Palmgren*, Studier öfver löfängsområdena på Åland. I. Vegetationen. A. Soc. p. F. & F. F., 42, n:o 1.

kuohkea multakerros paljaaksihakkauksen, laiduntamisen ja niiton jälkeen. Alalle ilmestyy Trientalista, mustikkaa, puolukkaa ja muitakin happamalle turpeelle ominaisia kasveja.

Aina ei metsän alla oleva mullasmuodostus kuitenkaan ole parempaa kuin vastaavalla aukealla oleva. Erittäinkin kuusimetsä on usein niin tiheää, ettei maanpinta pääse tarpeeksi lämpiämään, jotta lahomista aikaansaavien bakterien toiminta voisi olla vilkas, ja siksi onkin mullasmuodostus usein hapanta. Toiselta puolen muodostavat eri puulajit erilaisia mullasmuodostuksia ja samaten ovat eri metsätyyppien mullasmuodostukset niille ominaisia: paraita ovat ne Aconitum, saniais- ja Oxalistryypien mailla, huonoja ovat sitävastoin puolukka-, kanerva- ja jäkälätyyppien turpeet jo alkuperäisessä tilassaan.

Kun happamat turvemuodostukset aikaansaavat voimakkaan huuhtonnan maassa, on siis aukea ala tästä syystä herkempi pilaantumaa kuin vastaava metsän alla oleva. Turvemuodostuksien epäedullisesta vaikutuksesta kuivilla mailla onkin useita esimerkkejä. Niin huomasi *Albert* ¹⁾ erään dyyniharjanteen pohjoisrinteellä 12—15 cm vahvan turpeen alla n. 20 cm paksun lietomaakerroksen sekä tämän alla 8—10 cm vahvan palsimuodostuksen. Lietomaa oli hyvin köyhä kasviravintoaineista. Etelärinteellä ei sitävastoin turvetta ollut, eikä huuhtoutumiskerroksia selvään voitu huomata. Kun Belgiassa ja Hollannissa ²⁾ on nummia metsitettäessä usein kynnetty kanervaturve syvään, on huomattu, että tämän alle syntyy n. 80—150 cm syvässäkin selvä lietomaa- ja joskus palsimuodostuskin. Tällaisilla mailla on siten jonkun ajan kuluttua kaksi A- ja B-horisonttikerrostumaa päällekkäin.

Metsässä estyy maan huuhtoutuminen senkin kautta, että alemmaksi, etupäässä B-horisonttiin, kulkeutuneista mineraliaineista palaa suuri osa takaisin maan pinnalle siten, että puut vuosittain varistavat lehvistöään maahan. *Ebermayerin* ³⁾, *Ramannin* ⁴⁾ y. m. tutkimuksien mukaan jää puitten ottamista mineraliaineista puuaineeseen

¹⁾ *R. Albert*, Beitrag zur Kenntnis der Ortsteinbildungen. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 1910. — Siv. 327—.

²⁾ *Fr. Jentsch*, Bestandsdüngungen in den Niederlanden und in Belgien. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1901. — Siv. 225—.

³⁾ *E. Ebermayer*, Lehre der Waldstreu, e. m. — Siv. 97—.

E. Ebermayer, Untersuchungen und Studien über die Ansprüche der Waldbäume an die Nährstoffe des Bodens. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, 1893. — Siv. 220—.

⁴⁾ *E. Ramann*, Untersuchungen über den Mineralstoffbedarf der Waldbäume, e. m.

Graebner on toista mieltä, mutta ei hän voi väitettään todistaa. *Paul Graebner*, Handbuch der Haidekultur, Leipzig, 1904. — Siv. 51—.

vuosittain n. 10—25 %. Karikkeihin jää siis paljoa suurempi osa. Aivan aukealla maalla ei mitään tämantapaista mineraliaineitten kiertokulkua ole, eikä pintakasvillisuuden elintoiminnalla ole tässä suhteessa läheskään samaa merkitystä kuin puilla. Ennen lehtien ja havujen varisemista kulkee kyllä osa tärkeistä kasviravintoaineista takaisin puuhun, mutta joka tapauksessa tulee näistäkin maahan suurin osa ¹⁾. Nämä neutralistavat mullaskerroksessa mahdollisesti olevia vapaita mullashappoja, joten huuhtoutuminen sen kautta pienenee. Samalla tulevat bakterien elinmahdollisuudet edullisemmiksi, joten lahominen edistyy. Kun maauutteitten konsentraatio kohoaa, ei maan perusvarastosta mene yhtäsuuria määriä liuvokseen kuin päinvastaisessa tapauksessa: pintakerrosten rapautuminen ja huuhtoutuminen siis alenevat. Toisaalta voivat syntyneet alkalihumatit liuvottaa pintakerroksista m. m. rautaa, fosforihappoa y. m. ja sillä tavalla edistää huuhtoutumista. Humatiliuvokset ovat kuitenkin siksi laimeita, ettei niillä tässä tapauksessa ole läheskään samaa vaikutusta kuin palon jälkeen.

Metsien hävityksen vaikutuksesta maaperän huononemiseen mainitsevat paitsi *Mülleriä* ja *Ramannia* myöskin *Graebner*, *Münst* ²⁾, *Hesselman* ³⁾, *Ramm* ⁴⁾, *Basilier* ⁵⁾ y. m. Münst on tehnyt havaintonsa Schwarzwaldilla ja pitää hän jatkuvaa metsänhävitystä, m. m. kasvikivijelystä, suurena syynä muutamien seutujen maaperän huonoutteen. Vanhemmista tutkijoista on mainittava myös *Senft*, joka ei palsimuodostusta (*Ortstein*) sano tavattavan metsää kasvavilla aloilla,

¹⁾ Usein eroavat saadut tulokset toisistaan, kuten seuraavistakin julkaisuista huomaa:

Ebermayerin edellämainitut julkaisut.

Ramannin edellämainittu julkaisu sekä: Wandern die Nährstoffe beim Absterben der Blätter? Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 1898. — Siv. 157.

Die Wanderungen der Mineralstoffe beim herbstlichen Absterben der Blätter. L. Versuchs-Stat., 1912. — Siv. 157—.

Schulze, Schütze, Die Stoffwanderung in den Laubblättern des Baumes, insbesondere in ihren Beziehungen zum herbstlichen Blattfall. L. Versuchs-Stat., 1909. — Siv. 71—, 299—.

²⁾ *Max Münst*, Ortsteinstudien im oberen Murgtal (Schwarzwald). Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Kgl. Stat. Landesamtes, Stuttgart, 1910. — Siv. 48—.

³⁾ *Henrik Hesselman*, Jordmänen i Sveriges skogar. Skogsvårdsföreningens Folkskrifter, n:o 27—28, Stockholm, 1911. — Siv. 49—.

⁴⁾ *Ramm*, Bestandesverjüngung auf den vielfach zur Rohhumus- und Ortsteinbildung neigenden Boden. Allgem. Forst- und Jagdzeitung, 1909. — Siv. 128—.

⁵⁾ *Basilier*, Die landwirtschaftliche Zwischennutzung und ihr Einfluss auf den Waldboden. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 1907. — Siv. 229—.

jos metsä on tarpeeksi tiheänä säilytetty ¹⁾. *Albert* sitävastoin väittää pallen syntyvän metsän alla, eikä aukealla alalla. ²⁾ Hän pitääkin pallen syntyä syynä metsän häviämiseen ja alan kanervanummeksi muuttumiseen. Samalla tavalla otaksuu *Frosterus*kin aukean maan olevan parempaa kuin metsää kasvavan. *Frosteruksen* käsitys metsämaan kosteussuhteista selviää m. m. seuraavasta lauseesta: »Skogen bevarar som kânt, trots avdunstningen genom träden, i stort sett fuktigheten i marken och bidrager sålunda till ökningen av grundvatt-net i jordskiktena.» ³⁾ Metsät olisivat siis maan soistuttajia. Kun metsä hakataan, tulee haihdunta pinnalta suuremmaksi ja samalla kulkevat syvemmällä olleet maauutteet pinnalle päin, jolloin palsimuodostus ja lietomaa vähitellen häviävät. ⁴⁾ Nähtävästi on *Frosterus* johtunut tällaiseen väitteeseen koettaessaan sovelluttaa eteläisempien seutujen n. k. ruskean metsämaan muodostumista meikäläisiin oloihin. Edellämainitun muutoksen maaperässä sanotaan nimittäin tapahtuvan, m. m., kun Keski-Europassa entisiä metsämaita viljellään. ⁵⁾

Kun edelläolevasta on käynyt selville, että aukea metsämaa on useimmiten täydellisemmin huuhtoutunutta kuin metsän peitossa oleva, olisi syytä tarkastaa millä tavalla huuhtoutuminen vaikuttaa maan kemiallisiin ja fysikalisiin ominaisuuksiin. Kummatkaan näistä eivät ole läheskään täydellisesti tunnettuja. Eri runsaassa määrässä huuhtoutuneitten maitten eri kerroksista on kyllä tehty suhteellisen paljon kemiallisia maa-analysejä, mutta yleensä on niillä verrattain vähän arvoa. Ensinnäkään eivät analysien tulokset ole toisiinsa verrattavia, niin eri tavoilla ne on tehty; niissä on käytetty erilaisia liuvottimia, maata on otettu vaihtelevat määrät liuvottiin verraten, liuvotin on vaikuttanut maahan eri pitkät ajat ja toisistaan poikkeavissa oloissa, toisissa tapauksissa on liuvonneet aine-määrät laskettu täysin kuivaa maata kohti, toisissa ilmakeivaa j. n. e. Tämän lisäksi eivät saadut luvut osoita todellisia liukenevaisuussuh-teita. Maassa löytyvät kasviravintoaineet ovat useampina erilaisina yhdistyksinä, joilla jokaisella on oma liukenevaisuutensa. Koska

¹⁾ *Ferdinand Senft*, Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, Leipzig, 1862. — Siv. 181, vert. siv. 208.

²⁾ *R. Albert*, Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lüneburgerheide. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 1912. — Siv. 136—.

³⁾ *Benj. Frosterus*, Jordmänernas uppkomst och egenskaper. Geologiska Kommissionen i Finland Geotekniska Meddelanden, n:o 10; Helsingfors, 1912. — Siv. 27—.

⁴⁾ Sama, siv. 15—, 21—.

⁵⁾ Vert. m. m. *P. Treitz*, Was ist Verwitterung? e. m. — Siv. 153.

liukenevaisuus on sama kuin kyllästetyn liuvoksen konsentratio, täytyy maa-analysissa eri aineitten liukenevaisuusmääräyksiä varten samoja maamääriä uuttaa eri suurilla liuvotinmäärillä, jolloin käsittelyn tulee joka kerta kestää niin kauvan, että syntyy kyllästetyt liuvokset. Analysamalla täten saadut liuvokset voidaan tarkalleen laskea, kuinka paljon milläkin liukenevaisuudella varustettua kasvira-vintoainetta maassa on.¹⁾ Toistaiseksi ei kuitenkaan vielä ole tehty yhtään maa-analysiä, joka täyttää nämä vaatimukset.

Kasviravintoaineitten, erittäinkin fosforin hapon, liukenemiseen vaikuttaa suuressa määrässä maan mullaspitoisuus sekä sen kalkki ja rauta- ja aluminiumhydroksidit.²⁾ Humushapot edistävät fosfori-hapon liukenemistä, emäkset sitä taas vaikeuttavat. Niinpä esim. B-horisontin runsas ferrihydroksidi-pitoisuus tekee siinä olevan fosforihapon vaikeammin liukenevaksi kuin mitä se rauta-köyhem-mässä pohjamaassa on. Turvekerroksessa taas päinvastoin fosfori-happo humushappojen vaikutuksesta joutuu suhteellisesti helpom-min liuvokseen kuin humusköyhässä pohjamaassa.

Näistä syistä ei tässä katsotakaan ansaitsevan ryhtyä yksityis-kohtaisesti selittämään eri tapauksissa saatujen analysien tuloksia. Kasviravintoaineitten horisontista toiseen huuhtoutumista ja eri kohtiin pysähtymistä on koetettu määrätä analysamalla eri kerrok-sista otettuja maanäytteitä. Tässä on kuitenkin, kuten *Rindell* on huomauttanut, unohdettu, ettei eri horisonteista otetuista näytteistä saatuja analysituloksia sovi käyttää huuhtoutumisasteen määäämi-seen, ellei voida todistaa, että nämä eri kerrostumat ovat alunpitäen olleet samanlaista geologista muodostumaa. Tätä eivät agrogeolo-gitkaan aina ole tehneet. Näillä reservatioilla esitetään seuraavassa muutamia yleisiä tuloksia tehdyistä analyyseistä.

On huomattu, että lietomaasta ovat kulkeutuneet pois tärkeät kas-viravintoaineet sitä täydellisemmin kuin pitemmälle huuhtoutuminen on kehittynyt. Kalkin ja kalkan huuhtoutuessa ne menevät liuvokseen etupäässä yksinkertaisina elektrolyteinä ja joku osa kompleksimole-kyleinäkin. Suuri osa kalista ja kalkista pysähtyy B-horisonttiin; mitään pysyvää suhdetta näitten aineitten välillä tässä kerroksessa ja perusmaassa ei kuitenkaan ole, sillä toisinaan menee analysatessa

¹⁾ *A. Rindell*, Zur Ermittlung der assimilierbaren Pflanzennährstoffe des Ackerbodens. Verhandlungen der zweiten intern. Agrogeologenkonferenz. — Siv. 99—.

A. Rindell, Ueber Löslichkeitsbestimmungen in der Agrikulturchemie, I, II, Akad. Inbjudningsskrifter, Helsingfors, 1910, 1911.

²⁾ *A. Rindell*, Untersuchungen über die Löslichkeit einiger Kalkphosphate, Helsingfors, 1899.

perusmaasta niitä enemmän liuvokseen, usein taas päinvastoin. Erittäinkin kali on tässä suhteessa vaihteleva, jotavastoin kalkkia liukenee useasti eniten B-horisontista otetuista maanäytteistä. *Frosterus* on usein huomannut, että n. k. humuspodsolimaassa B-horisontti on kali- ja kalkkiköyhempää kuin n. k. rautapodsoli- maassa, jossa erittäinkin kalkki on vähemmän B-horisontista huuhtoutunutta. ¹⁾ Rauta- ja humusortsteinin eroavaisuuden tässä suhteessa ovat jo aikasemmin huomanneet m. m. *Senft* ja *Müller*. ²⁾ Kun aukealla alalla syntyy helpommin humuspodsolia kuin metsän alla, olisi tässäkin yksi syy metsänhävityksen vahingollisuuteen. Tässä yhteydessä on kuitenkin huomattava, että puut ottavat lähinnä B-horisontista suuret määrät kalialia ja kalkkia, joten aukeaa ja metsäistä alaa ei ilman muuta voida keskenään verrata.

Fosforihappoa sitävastoin on B-horisontissa melkein poikkeuksetta enemmän kuin perusmaassa. Jotenkin sama on suhde myöskin raudan ja aluminiumin esiintymisessä näissä kerroksissa. Nämä joutuvatkin maassa liuvokseen jotakuinkin samalla tavalla: kolloidalisina hiukkasina, kompleksimolekyleinä ja hyvin pienessä määrässä yksinkertaisina elektrolyteinä. Happamina humateina ovat rauta ja aluminium vähän hydrolysoituneita. B-horisontissa tulevat ne silikatien hydrolyysin johdosta alkalisesti reageravien absorptiokelmujen — mineralihiukkasten pinnalla olevain suhteellisesti konsentratumpien suolaliuvosten — yhteyteen, jolloin ne neutralistuvat sekä hydrolysoituvat ja sakkautuvat. Tämä olisi siis yksi selitystapa näitten aineitten pysähtymiseen B-horisontiin.

Mitä aukean ja metsän alla olevien maitten fysikalisten ominaisuuksien eroon tulee, riippuu se etupäässä molempien alojen kemiallisten ominaisuuksien erosta. Kun aukealla maalla sen mureisuus häviää, käy pienimpien maahiukkasten liettyminenkin helpommaksi. Tavallisesti onkin siinä pintakerroksissa vähemmän lieteaineita kuin syvemmällä. ³⁾ Useimmiten on lietemaa tiivistä. Metsässä edistävät

¹⁾ *Benj. Frosterus*, Versuche einer Einteilung der Böden des finnländischen Moränengebietes. Geologiska Kommissionen i Finland Geotekniska Meddelanden, n:o 14, Helsingfors, 1914. — Siv. 21.

²⁾ Vert. *W. Schütze*, Die Zusammensetzung des Ortsteins. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 1874. — Siv. 190—.

³⁾ Aina ei suhde kuitenkaan ole tällainen; vert. m. m.:

E. T. Nyholm, Studier öfver finske naturliga jordmåner. II. Finska Forstf. Medd., 1903. — Siv. 297.

Henrik Hesselman, Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. Medd. f. Statens Skogsförsöksa., 1910. — Siv. 49—.

puitten juuretkin maan kuohkeutta tunkeutuessaan maahiukkasten väliin sekä lahoessaan ja mädätessään suhteellisesti syvälle maahan.

Kun edellä on ollut kysymys metsää kasvavan ja aukean maan kemiallisten ja fysikalisten ominaisuuksien erosta, sopii tässä yhteydessä tarkastaa muutamia teorioja palsimuodostusten synnystä. — Niin on m. m. pakkasen luultu aiheuttavan tällaisien muodostusten kehityksen siihen kohtaan maassa, johon routa talvella ulottuu. Tästä mainitsevat m. m. *A. Mayer* ¹⁾ ja *Graebner*. ²⁾ Kolloidalisten aineitten kuogulerautumiseen on tällä seikalla kyllä vaikutusta, mutta yksistään ei pakkanen voi pallen syntyä aiheuttaen. Niin ei ole huomattu, että palsikerros syntyisi meillä syvemmälle kuin etelämpänä ja aukealla maalla syvemmälle kuin metsän sisässä.

Liuvosten väkevoitymiseen maassa on tässä yhteydessä myöskin viitattu. Näin tekevät m. m. *Senft*, *Lorenz* ³⁾, *Albert* ⁴⁾ ja *Helbig* ⁵⁾ sekä *Rothen* ⁶⁾. Jos haihduntaa pidetään konsentroitumisen synnyttäjänä, sakkautuisivat aineet metsää kasvavalla alalla etupäässä B-horisontiin, aukealla ylemmäs. Kun ei luonnossa aukealla maalla nähtävästi sanottavammassa määrässä näin käy, ei tämäkään teoria yksinään sovi maan huuhtoutumiskerrosten synnyn selittämiseen. Useat venäläiset ja romanialaiset tutkijat ⁷⁾ väittävät pallen syntyvän siten, että syvemmällä ollut maa-uute kohoaa kuivana aikana pinnalle päin, ja siihen kohtaan, jossa happea on riittävästi saatavissa sakkautuvat rauta, aluminium, fosforihappo y. m. Niin humidisissa seuduissa kuin Suomessa ei tällä pallen syntymistavalla ole nähtävästi merkitystä.

¹⁾ *A. Mayer*, Über die Ursachen der Bildung von Ortstein. Jahresbericht über Veröffentlichungen, e. m. Supplem. zur Allgem. Forst- und Jagdzeitung. *A. Mayer*, Bleisand und Ortstein. Landw. Versuchsstationen, 58 (1903). — Siv. 186.

²⁾ *P. Graebner*, e. m. — Siv. 197—.

³⁾ *N. v. Lorenz*, Zur Bekämpfung des Ortsteins. Mitteilungen der k. k. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn, Wien, 1908. — Siv. 4—.

⁴⁾ *R. Albert*, e. m. Siv. 333—.

⁵⁾ *M. Helbig*, Zur Entstehung des Ortsteins. Naturwissenschaft. Zeitschrift f. Forst- und Landwirtschaft, 1909.

⁶⁾ *G. Rothen*, Über die Bewegung des Kalkes, des Eisens, der Tonerde und der Phosphorsäure und die Bildung des Ton-Eisenortsteines im Sandboden; Berlin, 1912. — Siv. 67—.

⁷⁾ M. m. *P. Kossowitsch*, Die Bodenbildungsprozesse, e. m. — Siv. 243—. *P. Treitz*, e. m. — Siv. 138—.

Kun aukea maa useasti liettyy pinnalta enemmän kuin metsän peitossa oleva, voitaisiin olettaa että edelliseen syntyy helpommin paksi kuin jälkimäiseen. ¹⁾

Polton vaikutus metsämaahan on vieläkin vähemmän tunnettu kuin pelkän metsänhävityksen. Epäilemättä ovatkin sen seuraukset eri olosuhteissa erilaiset, joten jo tästä syystä käsitykset siitä vaihtelevat.

Edullisesti vaikuttaisi poltto metsämaahan erittäinkin siten, että tuhassa olevat alkalikarbonatit neutralistavat humushappoja, joten vapaitten humushappojen aiheuttama huuhtonta vähenisi tai loppuisi kokonaan. Tähän hyötyyn vetoavat m. m. *Münst* ²⁾ ja *Hesselman* ³⁾. Neutralistumisen kautta vilkastuu bakterielämä, ja turve lahoo helpommin, sillä humatit hajoavat nopeammin kuin vapaat humushapot. Bakterien elinehtojen paratessa edistyy nitrifikatiokin. M. m. *Fittbogen* ⁴⁾, *Reder* ⁵⁾ sekä *Dumont* ja *Crochetelle* ⁶⁾ ovat huomanneet, että suoturpeesta ja mudasta tulee tyyppi runsaammin assimiloituvaa muotoon, jos maahan sekoitetaan erittäinkin kaliumkarbonattia. Puutuhan edulliseen vaikutukseen »happamassa» maassa viittaavat *Baumann* ja *Gullykin* ⁷⁾. Jo syntyneeseen palsimuodostukseenkin on voimakkaan lannoitussuolojen käyttämisen huomattu vaikuttavan hajoittavasti. ⁸⁾ Tämän perusteella ei kuitenkaan ole väitetty, että kanervanummen poltto olisi ehkäissyt maan huuhtoutumista. Päinvastoin on huomattu m. m. pallen syntyvän polton jälkeen nopeasti. ⁹⁾

¹⁾ Vert. m. m. *E. Biedermann*, Ortstein und Raseneisenstein. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 1876. — Siv. 85—.

M. Helbig, e. m. — Siv. 82.

²⁾ *M. Müntz*, e. m. — Siv. 51.

³⁾ *H. Hesselman*, Jordmänen i Sveriges skogar, e. m. — Siv. 53.

⁴⁾ *J. Fittbogen*, Ueber die Veränderungen, welche der in organischer Verbindung enthaltene Stickstoff des Moorbodens unter dem Einfluss verschiedener als Düngungs- und Meliorationsmittel gebräuchlichen Substanzen erfährt. Biedermann, Centralblatt, 1874—. — Siv. 324—.

⁵⁾ *P. Reder*, ref. Trosche, edellisen julkaisun titteli. Biedermann, Centralblatt, 1884—. Siv. 652—.

⁶⁾ *Dumont, Crochetelle*, Ueber die Nitrifikation der Wiesenböden. Refer. Biedermann, Centralblatt, 1894. — Siv. 700—.

⁷⁾ *A. Baumann, E. Gully*, Untersuchungen über die Humussäuren. Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt, 1910. H. 4. — Siv. 145—.

⁸⁾ *Fr. Jentsch*, e. m. — Siv. 232.

N. v. Lorenz, e. m. — Siv. 4—.

⁹⁾ *Br. Tacke, C. A. Weber*, Über einen alten, gut gewachsenen Rotföhrenbestand über hartem und starkem Ortstein. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 1905. — Siv. 708—.

Useissa kokeissa on huomattu että organiset fosfori- ja typpiyhdistykset muuttuvat assimiloitavaan muotoon, jos humuspitoista maata kuumennetaan. Tämä tuli näkyviin m. m. *Eggertzin* tutkimuksissa, ja luuli *Eggertz* syynä fosforihapon enentyvään liukenemiseen olevan sen, että kuivatettaessa organiset yhdistykset hapettuivat ja muuttuivat epäorganisiksi. ¹⁾ *Tacke* käytti astiakokeissa tuoretta sekä 50—180° kuivattua kanervamultaa ja huomasi, että kuta enemmän maata oli kuivatettu, sitä suurempi oli saatu sato ja sen maasta ottama fosforihappomäärä. ²⁾ Suomaan kohtuullisen polton huomasi hän kenttäkokeissa vaikuttavan tässä suhteessa edullisesti. ³⁾ Jotenkin samanlaisiin tuloksiin ovat *Schmoeger* ⁴⁾ ja *Asokin* ⁵⁾ tulleet, ja nummimaasta sai *Emmerling* enemmän fosforihappoa suolahappoliuvokseen, jos maa ennen analysin tekoa hehkutettiin. ⁶⁾ — Organisten typpiyhdistysten veteen liukenemiseen huomasi *Brunnemann* maan kuivatamisen vaikuttavan edullisesti ⁷⁾ ja mainituissa *Schmoegerin* kokeissa lisääntyi typen liukenevaisuus lievän polton jälkeen.

Sekä typpi että fosfori ovat humuksessa vaikeasti liukeavissa monimutkaisissa organisissa yhdistyksissä. Liuvotakseen veteen täytyy näitten yhdistysten ensin hydrolysin kautta hajaantua yksinkertaisemmiksi yhdistyksiksi. Hydrolysisissa hydrolistuvan aineen molekyyli yhtyy yhteen molekyyliin vettä jakautuen samalla kahdeksi yksinkertaisemmaksi molekyliksi, joista toinen on ottanut veden H:n ja toinen sen OH-ryhmän. Kasvisolujen ja bakterien proteiiniaineet hydrolistuvat maassa ensin yksinkertaisiksi munanvalkuaisaineiksi ja nukleineiksi. Edellisten edelleen hajaantuessa syntyy albumoseja ja peptoneja, lopuksi polypeptideja, aminohappoja ja viimeksi ammoniakkia. Nukleinit ovat fosforipitoisia. Ne hydrolistuvat varsinaisiksi

¹⁾ C. G. *Eggertz*, Studier och undersökningar öfver mullämnen i åker- och mossjord. Meddelanden f. Kongl. Landtbr. Akademiens experimentalfält, n:o 3; Stockholm, 1888. — Siv. 26.

²⁾ Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur, 1894. — Siv. 357—.

³⁾ Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen; 4. Bericht. Landwirtschaft. Jahrbücher, 1898. — Siv. 29, 35, 304 y. m.

Vert. myös *M. Fleischer*, samoin; 3. Bericht. — Siv. 368.

⁴⁾ Landwirtschaftl. Jahrbücher, 1896. — Siv. 1025—.

⁵⁾ Jahresbericht f. Angew. Ch., 1904. — Siv. 52—.

⁶⁾ *Emeis*, Ueber Heidebodenanalysen. Allgem. Forst- und Jagdzeitung, 1901. — Siv. 278—.

⁷⁾ *E. Brunnemann*, Ueber den Einfluss des Trocknens von Niederungsmoorproben auf die Löslichkeit des darin enthaltenen Stickstoffs in Wasser. Landwirtschaftl. Jahrbücher, 1886. — Siv. 189—.

proteideiksi ja nukleinihapoiksi. Nämä viimeksimainitut ovat fosforipitoisia, ja niitten hajaantuessa syntyy hiilihydratien ja fosforihapon ohella puriniemäksiä, kuten guaninia ja adeninia sekä pyrimidiiniä. Paitsi nukleinihapoista vapautuu fosforihappoa myöskin lecitinin hajaantuessa. Samalla kuin typen yhdistysmuodot ovat mitä moninaisempia, esiintyy fosfori puolestaan myöskin monimutkaisissa yhdistyksissä, mutta aina fosforihapon muodossa. Kokeellisesti on todistettu, että kasvit voivat käyttää veteen liukenevia organisiakin typpi yhdistyksiä. Fosforihaposta tällaisia ei tunneta, jotenka on todennäköistä että fosforipitoisten organisten yhdistysten maassa täytyy hydrolyysin kautta hajaantua aina fosforihappoon saakka, ennenkuin kasvit voivat sitä hyväkseen käyttää.

Etenkin *Tacken* tutkimukset ovat osoittaneet, että maan kuumentaminen hyvin suuressa määrässä edistää organisten fosforiyhdistysten hydrolytista hajaantumista ja siten vapautuva fosforihappo pääsee liukenemaan.¹⁾

Sorautumista edistää poltto myöskin ja tämän kautta hienojen maa-ainesten syntyä. Väittääpä *Leiviskä* Salpausselkää tutkiessaan huomanneensa, että kasketut maat ovat pinnalta vähemmän kivisiä, ja että niissä on enemmän hienoa maata kuin vastaavissa kaskeamattomissa.

Polton epäedulliset seuraukset esiintyvät erittäinkin silloin kun mullasaineet kokonaan poltetaan. Tällöin hävitetään täydelleen maan tärkein typpivarasto ja fosforihapon liukeavuus pienenee. Samalla kuolevat myöskin aërobiset bakteerit, jotka lievässä poltossa voivat säilyä. Erilaisilla legeringeillä tekemiensä lämpöhavaintojen perusteella väittää *Jensen*,²⁾ ettei kanervanummen poltossa synny maanpinnalla (»Ovenpaa Jorden, imellem Lyngnaalene») edes 70° C lämpöä, joten bakteerit polton yli säilyisivät. Suoviljelysten poltossa lienee meillä kuitenkin mikro-organismin toiminta lakannut, joten polton aiheuttamat huonot seuraukset voivat suureksi osaksi aiheutua tästä äkin.

Kovalla maalla aiheutuu mullasaineitten täydellisestä poltosta maan pintakerroksen vesikapasitetin aleneminen, joten kosteusvaihtelut käyvät suuriksi. Usein häviää maan kuohkeuskin ja liettyminen edistyy.

Tuhassa olevat alkalikarbonatit edistävät myöskin välillisesti huuhoutumista. *Rindell*³⁾ onkin huomauttanut, että maassa voi

¹⁾ *Br. Tacke*, 4. Bericht, e. m. — Siv. 303—.

²⁾ *Hj. Jensen*, Om den ved Hedebrande fremkaldte Varme i Jorden. Hedeselskabets Tidskrift, n:o 4, 1899. — Siv. 55—.

³⁾ *A. Rindell*, Några anmärkningar rörande teorin för uppkomsten af »ahl» eller »ortstein». Suomen Maataloustieteellisen Seuran Julkaisuja, 1910, H. I, bilaga n:o 4.

kulojen jälkeen syntyä hyvinkin voimakkaita alkalihumatiliuvoksia, jotka liuvottavat m. m. ferri- ja aluminiumhydroksidia, vaikealiukoisia fosfateja (m. m. $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$) y. m. paljon helpommin kuin luonnossa verrattain laimeat vapaitten humushappojen vesiliuvokset. Pintakerrosten kasviravintoainemäärät vähenevät sen kautta, ja samalla voi B-horisontti tiivistyä palleksikin. Kuta runsaampi poltto on ja kuta enemmän tuhkaa maassa syntyy, sitä huonommaksi voi pintakerros käydä.

Maaperäanalysejä.

Tutkiessaan kaskeamista ja sen vaikutusta metsiin tuli allekirjoittanut tekemisiin metsättömiksi joutuneitten ja niitten viereisten metsää kasvavien alojen kanssa. Kun useaan kertaan uusitusta kaskeamisesta — maan aukeana olost, poltosta ja maan muokkauksesta — voi aiheutua sellaisia muutoksia metsämaassa, jotka vaikuttavat tuntuvasti kaskiahojen metsittymiseen ja metsien kehitykseen, oli hyvin luonnollista, että tähänkin seikkaan kiinnitettiin huomiota. Asian selvittely vaatii kuitenkin jo yksistään niin laajoja ja perusteellisia tutkimuksia, ettei niitä muitten tehtävien ohella voida suorittaa. Kun on epävarmaa, saadaanko analysejä tehdyksi enää useammasta maanäytteestä kuin mitä tähän asti on tehty, siitä huolimatta, että mielenkiintoisimmat niistä vielä ovat jälellä, on katsottu sopivaksi julaista niistä saadut tulokset, vaikkakaan ne eivät sellaisenaan voi sanottavasti kysymystä selvittää.

Kemiallisten analysien teosta on mainittava, että siinä on seurattu tohtori *J. Valmarin* käyttämää analysimenettelyä, josta hän itse julkaisee selostuksen.

Maanäytteitten ottopaikat.

Ala I. Soanlahden pitäjä, Havuvaaran kylä, tila n:o 4. Hiekkakankaan SW-pää, on n. 4 m korkeammalla läheisen rämeen pintaa.

Kaskettu 14 vuotta sitten »rintarovioa polttamalla», jolloin puumäärä oli keskinkertainen tai sitä vähän pienempi (n. 25 m³). Tätä ennen kaskettu hyvin moneen kertaan. Palosta on otettu ruis ja kaura sekä niitetty heinää 7 vuotta. Nyt kasvaa alalla tiheä kanervikko (8—10), hyvin vähän puolukkaa ja mustikkaa (0—2), ruohoja (0—1) sekä sammalta (Polytr. 0—1).

1 aarin alalla kasvaa puita:

Rauduskoivuja 27 kpl, 50—70 cm korkeita, osittain vesoista, osittain siemenestä.

| | | | |
|---------|----|---|----------------------------|
| Leppiä | 3 | » | samoin. |
| Raitoja | 15 | » | n. 40 cm korkeita, vesoja. |
| Haapoja | 5 | » | » 50 » » » |
| Mäntyjä | 3 | » | » 40—80 cm » |
| Kuusia | 2 | » | » 30 » » |

Eri kerroksista on otettu seuraavat näytteet:

I A. Varsinaista lujaa turvetta ei ole kuin pari cm vahvalti, ja tämän alla on n. 4 cm paksu löyhä »turvekerros», jossa kanervan ja karhunsammalen juuret pääasiassa kulkevat. Pinnalta ruskohiekkaan (kerros B) on 14—15 cm. Koko pintakerros on kaskiauralla kynnetty sekaisin; paitsi turvetta on siinä jotenkin samanväristä — »harmaanlikaista» — maata, jossa on hiilien, lahoneitten juurien y. m. organisten aineitten jätteitä. »Lyijyhiekkakerros» on tässä; tyypillisenä on sitä ainoastaan epäsäännöllisinä laikkuina sellaisissa kohdissa, mihin kaskiaura ei ole koskenut.

I B. Näyte on ruskohiekasta, jonka yläpinta eroaa hyvin jyrkästi edellisestä, mutta häviää väri alaspäin vähitellen. Aivan ruskean kerroksen paksuus vaihtelee 7—12 cm. Vanhoja puitten juuria on jotenkin runsaasti. — Maa pysyy jotakuinkin hyvin koossa.

I C. Perusmaa, väri keltaisen harmaa. On erittäin tiivistä; kiviä ei ole. Pysyy hyvin koossa. Puitten juuret ovat osittain ulottuneet tähän kerrokseen, noin 50 cm syvälle.

Ala II. Aivan edellisen ahon viereinen kaskimetsä, sen N-puolella, n. 1 m korkeammalla. On samaa kangasta.

Kaskettu 31 v. sitten, nähtävästi samaten kuin edellinenkin. Pintakasvillisuus: kuolevaa kanervaa (6—8), mustikkaa (4), ruohoja (2—4), karhunsammalta (5).

1 aarin alalla kasvaa puita:

jotakuinkin tiheää lepänvesakkoa, jossa vähän koivua, mäntyä ja kuusta joukossa. Puitten korkeus 2.5—7 m.

II. A Turvekerros 5 cm, irtonaista »multaa» 2 cm.

Toisin paikoin on tämän alla 1—2 cm paksu aivan selvä »lyijyhiekkakerros», jonka laajuus vaihtelee $\frac{1}{4}$ dm²— $\frac{1}{4}$ m². — Osa puitten juurista on tässä kerroksessa.

II B. Ruskohiekkakerros, samanlainen kuin alalla I. Puun juuria runsaasti.

II C. Perusmaa, samanlainen kuin alalla I. Näytettä ei ole otettu.

Ala III. Soanlahden pitäjä, Havuvaaran kylä, Sammalvaaran metsänvartiatorpan lähellä. Tuore murtosoramaa.

Kaskettu 7 v. sitten. On sitä ennen kaskettu ainakin joitakin kertoja. Viimeksi kaskettaessa on metsä ollut 40—50-vuotista lehtimetsää (puumäärä n. 100 m³ ha:lla). Otettu ruis ja kaura sekä niitetty heinää 4 vuotta. Nyt kylvetty ruutukylvöllä määnynsiementä. Pintakasvillisuus: ruohoa ja heinää (4—7), karhunsammalta (8).

1 aarin alalla kasvaa puita:

keskimäärin 3 lepän ja koivun kantovesaryhmää sekä 1 m² siementaimia:

1—3-vuotisia rauduskoivuntaimia, 2—15 cm korkeita, 50—110 kpl.

2—4-vuotisia lepäntaimia, n. 15 cm korkeita, 5—15 kpl.

III A. Auran sekoittama kerros, keskimäärin 7 cm paksu. Turve on osittain rikkomatonta; on irtautunut helposti seuraa-vasta kerroksesta. »Lyijyhiekkaa» ei huomaa.

III B. Ruskohiekkakerros, jonka ylälaita eroaa jyrkästi edellisestä. Ei ole kovin ruskeaa: ruskeanharmaata. Kerroksen paksuus keskimäärin 10 cm (8—18 cm pinnasta). Sen yläpinta on n. 2—3 cm syvältä kuohkeaa, vähitellen vaaleneva alaosa on taas niin tiivistä että se pysyy koossa. — Puitten lahoneita juuria on runsaasti.

III C. Perusmaa on saman väristä kuin aloilla I ja II, ja erittäin tiivistä (voidaan »vuolla»). 47 cm syvyydessä pinnasta käy maa hyvin kiviseksi ja kovaksi. Kivien läpimitta 1—15 cm. Lahoneita puun juuria on vielä tähän kovaan kerrokseen asti.

Ala IV. Edellisen N-puolella oleva kaskimetsä. Ala on samaa kangasta.

Kaskettu n. 55 v. sitten. Pintakasvillisuus ruohoja (2—3), mustikkaa (8), seinäsammalta (1).

Alalla kasvaa kaunista 50-vuotista koivua, sekä sen joukossa harvakseen mäntyä ja kuusta sekä kuusi-ihometsää. Metsä on apuharvennettu 7 vuotta sitten; nyt on sen puumäärä n. 150 m³ ha:lla.

IV A. Turve on korkeintaan 8.5 cm paksu, hyvin multarikas, sillä siinä on paljon lahoneitten lehtien jätteitä. Selvä »lyijyhiekkakerros» on monin paikoin 1—2 cm paksu turpeen ja mullan alla. Tätä hiekkaa ei näytteessä ole kovin paljon. Puun juuria on tässä pintakerroksessakin.

IV B. Ruskohiekkakerros, ei kovin ruskeaa, jotakuinkin tiivistä. Puitten juuria paljon, joten kerros on kuiva.

IV C. Perusmaa on makroskopisesti samanlaista kuin alalla III. Kivi- ja karipohja alkaa 45—50 cm syvyydessä, ja ulottuvat juuret siihen asti.

Ala V. Soanlahden pitäjä, Pirttivaara Pertisen järven lähellä, n. 12 km lähimmistä asunnoista olevalla kruununmaalla. On n. 5—6 m läheistä korpea korkeammalla.

On lehtometsää; ala kaskettu n. 46 v. sitten ja tätäkin ennen jonkun kerran. Maa on tasaista, erittäin hiekevää hienoa murtohietamaata. Pintakasvillisuus rehevä: Calamagr.; 30—40 cm korkeaa (7), lillukka, kieli y. m. (5). (Hav. n:o 25.)

Metsä erittäin kaunista koivikkoa, jossa vähän leppää joukossa ja kuusta alikasvuna.

V A¹. Turvekerros, tavallisesti 8 cm paksu.

V A². Lyijyhiekkakerros, joka ei ole yli koko alan selvästi kehittänyt. Kivien sivuilla ja kuoppien kohdilla, jossa huuhtoutuminen on ollut suurin, on se tyypillisin, melkein puhtaan valkoinen ja 5:kin cm paksu. Näissä kohdissa on se niin kovaa, että se pysyy irroitettaessa isoissakin lohkarissa.

V B. Ruskohiekkakerros, keltaisen ruskeata, pinnalta vähän kovempaa, muualta erinomaisen kuohkeaa ja siinä runsaasti puitten juuria. Kerroksen paksuus n. 22 cm.

V C. Perusmaa, keltaisen harmaata, ei kovaa, pieniä kiviä vähän.

Ala VI. Padasjoen pitäjä, Vesijako, Huinan maan lähellä. Murto-sorakangas.

VI¹. Rukiille viljelty kaski, josta vilja on juuri leikattu. Poltettaessa on puuta ollut n. 25 m³ ha:lla, pääasiassa lehtipuita. Näytteeseen on otettu maata 0—3 cm syvyydeltä sieltä täältä, siis kynnettyä pintakerrosta.

VI². Kaskettu 16 v. sitten. Poltettaessa metsä ollut nähtävästi kuten edellisessä. Alalla kasvaa nyt harvakseen karjan syömää leppää ja mäntyä. Karjan laiduntamisen takia on maanpinta tiivistä ja turve sitkeää. Näytteeseen on maata otettu sieltä täältä 1—3 cm syvyydestä, joten vähimmin lahonut turve on jätetty pois.

VI³. Kaskettu n. 30 v. sitten. Noin 30 m edellisestä. Alalla kasvaa leppää ja koivua. Näyte on otettu samoin kuin edellinen 1—3 cm syvyydeltä sieltä täältä.

Maanäytteitten otto, volymipainot y. m.

Tutkimuksia tehtäessä on erityisesti otettu huomioon se, että maan painolla on verrattain vähän tekemistä kasvien kasvun kanssa, ja siksi on kasviravintoaineet määrätty tunnettuja volymimääriä kohti. Tätä varten on maata otettu luonnollisessa tilassaan määrätty volymi, 2 tai 1½ litraa. Kunkin huuhtoutumiskerroksen tyyppillisistä kohdista on otettu ½—1 l suuruisia näytteitä, joitten irroittamisessa on käytetty terävasärmäistä pientä muurauslastaa. Kerroksen paksuuden mukaan on näytteitten suuruus ollut 10 × 10 × 10 cm³, 5 × 14 × 14.3 cm³ j. n. e. — Näytteet on säilytetty voipaperissa.

Seuraavat luvut osoittavat näytteitten etäisyyttä maan pinnasta sekä niitten volymipainoja ilmakuivana:

| | | |
|------------------|--|-----------------------|
| I A | etäisyys pinnasta 0—10 cm, otettu 2 l, 1 l | volymipaino 1,123 gr, |
| I B | » » 15—25 » » » » » | 1,054 » |
| I C | » » 65—75 » » » » » | 1,590 » |
| II A | » » 0—7 » » » » » | 674 » |
| II B | » » 15—25 » » » » » | 1,150 » |
| II C | ei otettu, perusmaa kuten edellisen. | |
| III A | etäisyys pinnasta 0—7 cm, otettu 2 l, 1 l | volymipaino 1,032 gr |
| III B | » » 8—18 » » » » » | 1,010 » |
| III C | » » 37—47 » » » » » | 1,457 » |
| IV A | » » 0—8 » » » » » | 848 » |
| IV B | » » 8—18 » » » » » | 900 » |
| IV C | » » 37—47 » » » » » | 1,361 » |
| V A ¹ | » » 0—8 » » » » » | 745 » |
| V A ² | » » 8—11 » volymia ei ole voitu määrätä. | |
| V B | » » 11—21 » otettu 1½ l, volymipaino | 843 gr |
| V C | » » 40—50 » » » » » | 1,463 » |
| VI ¹ | » » 0—3 » volymia ei ole voitu määrätä. | |
| VI ² | » » 1—3 » » » » » | |
| VI ³ | » » 1—3 » » » » » | |

Näytteessä III C oli 1 litraa kohti 58 gr 0.5—2 cm läpimittaista soraa, jonka volymi 2.6 om. p. mukaan on 22.3 cm³. Varsinaisen maan (2—5 mm soraa on hyvin vähän) volympainoksi saadaan tämän mukaan 1,431 gr. Kun näytteessä V C on samanlaista soraa 142 gr, tulee maan varsinaiseksi volympainoksi 1,397 gr.

Mekaniset maa-analysit.

0.25 mm läpimittaiset ja sitä suuremmat maahiukkaset on määrätty seulalla, pienemmät *Schlösingin* huuhtontakoneella. Suurempien nopeuksien aikaansaamiseksi on koneessa ollut n. k. *Orthin* apusilinteri (n. 0.5 cm läpimittain piezometri, jossa reiän suuruus on 3.0—3.5 mm) ¹⁾. Maata on otettu 50 gr, ja on se keitetty ennen liettämistä (*Königin* mukaan). Tulokset nähdään seuraavasta taulusta.

| Hiukkasten suuruus mm. | Näyte, % ilmakeivan maan painosta. | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | I B. | II B. | III B. | IV B. | V B. | V C. |
| < 0.01 | 2.28 | 1.36 | 3.40 | 3.45 | 3.16 | 0.92 |
| 0.01—0.02 | 2.05 | 2.04 | 2.16 | 1.94 | 4.00 | 0.82 |
| 0.02—0.05 | 20.56 | 19.20 | 23.00 | 21.20 | 22.82 | 16.14 |
| 0.05—0.10 | 52.96 | 52.55 | 29.50 | 33.60 | 24.10 | 16.34 |
| 0.1—0.25 | 21.15 | 22.05 | 38.70 | 35.94 | 35.72 | 25.16 |
| > 0.25 | 0.13 | 0.34 | 1.70 | 1.90 | 6.50 | 6.61 |
| > 0.50 | 0.09 | 0.10 | 0.92 | 1.50 | 2.22 | 7.66 |
| > 1.00 | 0.04 | 0.09 | 0.27 | 0.20 | 0.82 | 10.84 |
| > 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 15.30 |
| Yhteensä | 99.26 | 97.73 | 99.65 | 99.73 | 99.92 | 99.79 |

Hehkutushäviö.

Hehkuttamistappio on määrätty 10 gr painoisista näytteistä platinamaljassa.

¹⁾ Vert. *Wahnschaffe*, Wissenschaftliche Bodenuntersuchung, 2. Aufl.

J. König, Untersuchung Landwirtschaftlich und Gewerblich wichtiger Stoffe, 4. Aufl. — Siv. 10.

| Näyte | Hehkuttamis- häviö kokonai- suudessaan paino-% | Näyte | Hehkuttamis- häviö kokonai- suudessaan paino-% |
|-------------|---|-----------------------|---|
| I A. | 8.80 | IV B. | 9.53 |
| I B. | 8.20 | IV C. | 1.92 |
| I C. | 1.30 | V A ₁ | 10.81 |
| II A. | 18.40 | V A ₂ | 2.38 |
| II B. | 8.80 | V B. | 16.61 |
| III A. | 11.31 | V C. | 2.13 |
| III B. | 8.92 | VI ₁ | 13.61 |
| III C. | 2.36 | VI ₂ | 19.13 |
| IV A. | 12.00 | VI ₃ | 21.21 |

Kemialliset analysit.

Tehdyt analysit jakautuvat kahteen sarjaan: I uutteenä käytetty 6-n suolahappoa ja II uutteenä 1/5-n suolahappo.

6-n suolahappoa on käytetty perusmaänäytteille (C), ja on näitten analysien tarkoituksena ollut osoittaa koekohtain alkuperäistä suhdetta.

1/5-n suolahapolla tehdyillä analyyseillä on taas koetettu saada selville eri koekohtain huuhtoutumiskerrosten helpommin liukenevoin kasviravintoaineitten määrä (ja kaskiviljelyksen vaikutus tähän).

6-n suolahapolla tehdyt analysit.

100 gr täysin kuivaksi laskettua maata on keitetty 500 cm³ 6-n suolahappoa pystöjäähdyttäjällä varustetussa keittopullossa 1 tunnin ajan. Analyysiä varten on otettu 100 cm³ filtraamatonta uutetta ja on siitä analyysi tehty tri Valmarin lopulliseen muotoon kehittämän menettelyn mukaan.

Tulokset ovat seuraavat:

| Näyte | 1 litrassa uutetta mg | | |
|-------------|-----------------------|-------|-------------------------------|
| | K ₂ O | Ca O | P ₂ O ₅ |
| I B. | 218.0 | 302.7 | 209.8 |
| I C. | 235.1 | 415.0 | 215.8 |
| III C. | 253.8 | 459.2 | 186.7 |
| IV C. | 250.4 | 348.2 | 213.6 |
| V C. | 252.5 | 483.6 | 172.6 |

Painoprosentteina ovat vastaavat luvut:

| Näyte | Täysin kuivasta maasta paino-% | | |
|-------------|--------------------------------|-------|-------------------------------|
| | K ₂ O | Ca O | P ₂ O ₅ |
| I B. | 0.109 | 0.151 | 0.110 |
| I C. | 0.118 | 0.208 | 0.108 |
| III C. | 0.127 | 0.230 | 0.093 |
| IV C. | 0.125 | 0.174 | 0.107 |
| V C. | 0.126 | 0.242 | 0.086 |

1 litrassa luonnollisessa tilassa olevaa maata on 6-n suolahappoon liukenevaa:

| Näyte | K ₂ O mg | Ca O mg | P ₂ O ₅ mg |
|-------------|---------------------|---------|----------------------------------|
| I B. | 1 148.9 | 1 595.2 | 1 105.6 |
| I C. | 1 869.0 | 3 299.3 | 1 715.6 |
| III C. | 1 848.9 | 3 345.3 | 1 360.1 |
| | 1 815.9 | 3 285.6 | 1 335.8 |
| IV C. | 1 704.0 | 2 369.5 | 1 453.5 |
| V C. | 1 847.0 | 3 537.5 | 1 262.6 |
| | 1 763.7 | 3 377.9 | 1 205.6 |

Kivet ja karkaa
sora poistettu.
tuhina.

Samoin.

1/5-n suolahapolla tehdyt analysit.

Liuvotinta ja maata on käytetty suhteessa 4 cm³ liuvotinta 1 cm³ luonnonttiivistä maata. Liuvottaminen on tapahtunut 3 litran ve-toisissa pulloissa, joihin 1/5-n suolahappoa on pantu 1,600 cm³ ja 400 cm³ vastaava määrä maata. Pulloja on huuhdottu 2 tunnin aika pienellä sähkömotorilla käyvässä rotatioaparatisa, jossa pulloet ovat koneen vaakasuoraa akselia vastaan kohtisuorassa asennossa. Koneen kierroksien luku on ollut 50—60 kpl minutissa. Liuvotin on ollut käytettäessä kylmää.

Osoitteeksi siitä mitä eri pitkät huuhdonta-ajat vaikuttavat liukenevaisuuteen, on näytteellä I C tehty seuraava koe:

Huuhdonta-aika 1 t, 10 cm³ maata neutralistanut 1/5-n suolahappoa
(resp. 10 cm³ liuvosta 1/20-n suolahappoa)
5.25 cm³

» 2 » samoin 5.65 cm³
» 3 » samoin 5.95 »

Eri maanäytteitten vastaavat neutralistamismäärät (2 tunnin
ajalla) ovat seuraavat:

| | | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| I A | 4.95 cm ³ | II A | 5.15 cm ³ |
| I B | 4.15 » | II B | 5.25 » |
| I C | 5.65 » | | |
| III A | 5.65 » | IV A | 5.25 » |
| III B | 5.35 » | IV B | 4.75 » |
| III C | 4.20 » | | |
| V A ¹ | 3.95 » | VI ¹ | 12.55 » |
| V B | 6.65 » | VI ² | 4.80 » |
| V C | 5.35 » | VI ³ | 3.15 » |

Kun ei näytteistä VI ole volymiä voitu määrätä, on niistä liu-
vutukseen käytetty 300 gr kustakin 1,500 cm³ kohti 1/5-n suolahappoa.
Paremmiin voidaan näistä saatuja lukuja verrata toisiin, jos neutrali-
satiomäärät lasketaan 10 gr kohti maata. — Tulokset ovat silloin
seuraavat:

| | | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| I A | 4.41 cm ³ | II A | 7.64 cm ³ |
| I B | 3.94 » | II B | 4.57 » |
| I C | 3.55 » | | |
| III A | 5.47 » | IV A | 6.19 » |
| III B | 5.30 » | IV B | 5.28 » |
| III C | 2.94 » | | |
| V A ¹ | 5.30 » | VI ¹ | 62.75 » |
| V B | 7.89 » | VI ² | 24.00 » |
| V C | 3.83 » | VI ³ | 15.75 » |

Uutteista tehdyt N-määräykset ovat antaneet seuraavat tu-
lokset.

% N

| | | | |
|------------------------|--------|-----------------------|--------|
| I A | 0.1585 | II A | 0.4410 |
| I B | 0.0914 | II B | 0.1262 |
| I C | 0.0217 | | |
| III A | 0.2542 | IV A | 0.2169 |
| III B | 0.1171 | IV B | 0.1272 |
| III C | 0.0227 | IV C | 0.0280 |
| V A ¹ | 0.2063 | VI ¹ | 0.7704 |
| V B | 0.1805 | VI ² | 0.3180 |
| V C | 0.0294 | VI ³ | 0.3198 |

Tulokset analyseistä ovat seuraavat.

| Näyte | 1 litrassa uutetta mg | | |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------------------------------|
| | K ₂ O | Ca O | P ₂ O ₅ |
| I A | 19.9 | 187.0 | 17.2 |
| I B | 11.9 | 97.5 | 21.7 |
| I C | 30.9 | 416.5 | 286.0 |
| II A | 19.0 | 80.1 | 20.6 |
| II B | 16.1 | 70.9 | 25.0 |
| III A | 32.8 | 298.1 | 14.2 |
| III B | 19.9 | 58.3 | 23.2 |
| III C | 16.4 | 50.7 | 252.4 |
| IV A | 5.9 | 159.7 | 18.9 |
| IV B | 15.3 | 130.5 | 44.4 |
| V A | 25.3 | 73.9 | 9.7 |
| V B | 12.6 | 67.9 | 9.2 |
| V C | 9.9 | 193.1 | 151.8 |
| VI ₁ | 68.4 | 324.6 | 80.6 |
| VI ₂ | 23.0 | 288.3 | 11.8 |
| VI ₃ | 20.0 | 126.9 | 19.5 |

1 litrassa luonnollisessa tilassa olevaa maata on 1/5-n suolahappoon liukeavaa:

| Näyte | K ₂ O | Ca O | P ₂ O ₅ |
|-----------------------|--------------------|---------|-------------------------------|
| I A..... | 79.6 | 748.0 | 68.8 |
| I B..... | 47.6 | 390.0 | 86.8 |
| I C..... | 123.6 | 1 666.0 | 1 144.0 |
| II A..... | 76.0 | 320.4 | 82.4 |
| II B..... | 64.4 | 283.5 | 100.0 |
| III A..... | 131.2 | 1 192.4 | 56.8 |
| III B..... | 79.6 | 233.3 | 92.9 |
| III C..... | 65.6 | 202.8 | 1 009.6 |
| IV A..... | 23.6 | 638.8 | 75.6 |
| IV B..... | 61.2 | 522.0 | 177.6 |
| V A..... | 101.2 | 295.6 | 38.8 |
| V B..... | 50.4 | 271.4 | 36.8 |
| V C..... | 39.6 | 772.5 | 607.2 |
| VI ₁ | } Ei voida laskea. | | |
| VI ₂ | | | |
| VI ₃ | | | |

Paino-% ovat tulokset seuraavat:

| Näyte | Ilmakuivasta maasta on paino-% | | |
|-----------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------------|
| | K ₂ O | Ca O | P ₂ O ₅ |
| I A..... | 0.0071 | 0.0666 | 0.0061 |
| I B..... | 0.0045 | 0.0371 | 0.0082 |
| I C..... | 0.0078 | 0.1048 | 0.0719 |
| II A..... | 0.0113 | 0.0475 | 0.0122 |
| II B..... | 0.0056 | 0.0189 | 0.0087 |
| III A..... | 0.0127 | 0.1155 | 0.0055 |
| III B..... | 0.0079 | 0.0231 | 0.0092 |
| III C..... | 0.0046 | 0.0142 | 0.0706 |
| IV A..... | 0.0028 | 0.0753 | 0.0089 |
| IV B..... | 0.0068 | 0.0580 | 0.0197 |
| V A..... | 0.0136 | 0.0397 | 0.0052 |
| V B..... | 0.0056 | 0.0322 | 0.0044 |
| V C..... | 0.0028 | 0.0553 | 0.0435 |
| VI ₁ | 0.0342 | 0.1623 | 0.0403 |
| VI ₂ | 0.0115 | 0.1442 | 0.0059 |
| IV ₃ | 0.0100 | 0.0635 | 0.0098 |

Kuten odottaa voitiin, eivät näin vähälukuiset analysit voikaisevasti mitään todistaa. Kun läheiset koekohdat — I ja II, III ja IV — eroavat toisistaan ainoastaan eri asemansa kautta kaskeamiskerrossa, on hyvin käsitettävää, etteivät mekanisten maa-analysien tulokset eroa selvästi toisistaan. Kaskeamisesta mahdollisesti aiheutuvasta liettymisen edistymisestä saisi paremman käsityksen, jos rinnakkaisaloiksi valittaisiin joku vuosisatojen kuluessa kaskiviljelykseen käytetty maa ja sen viereinen tältä viljelykseltä säilynyt, muuten samanlainen kohta. Toisinaan tapaa tällaisia paikkoja varsinkin Itä-Karjalassa.

Kemiallisten analysien tuloksista on erittäin huomattava se, että 6-n suolahapolla saadut tulokset viittaavat siihen, että eri koekohtain perusmaa on kemiallisessa suhteessa jotakuinkin saman arvoista, siitä huolimatta, että näytteet on otettu eri metsätyypeiltä. Helpommin liukeavien kasviravintoaineitten määrää lisää kaskeaminen huomattavasti ensi vuosina, mutta kovin pitkää aikaa ei sen vaikutus — saaduista tuloksista päätäten — tunnu.

Opin. Heikinheimo
Lute
Hakomus

Koelantos. asiotti

1 valkoinen pöytä
dalle