

LISÄ
ORTSTEINIKYSYMYKSEN
VALAISEMISEKSI

KIRJOITTANUT
O. J. LUKKALA

HELSINKI 1920

Kuten yleensä humiidisilla, suhteellisen saderikkailla mailla ovat maanlaadut Suomessakin n. s. podsolmaita, s. o. humuskerroksen, etenkin kangasturpeen, alla oleva kivennäismaa on pinnastaan muutaman senttimetrin paksuudelta enemmän tai vähemmän huuhtoutunutta (lyijyhiekka, valkohiekka, kalvakkamaa), sen alapuolella on ruskean punainen ortmaa- (ruskoma-) kerros, joka muutamissa tapauksissa voi olla iskostunut kiinteäksi ortsteiniksi (palsi, antura). Normaalisesti kehittynyt podsoloituminen osoittaa seuraavia vertikaalisia kerroksia: ¹⁾

| | | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|
| A ₁ Raakahumuskerros | } | (Eluviaalikerros, A-horisontti), |
| A ₂ Kalvakkamaakerros | | |
| B ₁ Ruskomaakerros | } | (Illuviaalikerros, B- »), |
| B ₂ Ortsteini | | |
| C Muuttumaton maalaji | | (Peruskerros, C- »). |

Nämät eri kerrokset eroavat toisistaan suuresti yhtä hyvin kemiallisessa kuin fysikaalisessa suhteessa ²⁾. Kalvakkamaakerroksesta ovat huuhtoutuneet pois yhtä hyvin kaikki helpommin liukenevat kuin liettyvät ainekset. Ennen kaikkea ovat raudanpitoiset ainekset huuhtoutuneet, mistä juuri johtuukin kalvakkamaan kalpea väri. Varsinkin yläosastaan sisältää kalvakkamaa pääasiassa vain kaikkein vaikealiukoisimpia mineraaleja, etupäässä puhdasta kvartssia. Alaosassa sen sijaan voi olla jälellä vähässä määrässä helpommin liukenevia mineraalejakin kuten maasälpää ja kiillettä.

¹⁾ *B. Frosterus*, Jordmänernas uppkomst och egenskaper. — Geol. Komm. i Finland. Geotekn. medd. N:o 10. 1912.

Sama, Versuch einer Einteilung der Böden des finländischen Moränengebietes. — Suomen Geolog. Toimisto. Geoteknillisiä tiedonantoja N:o 14. 1914.

K. Glinka, Die Typen der Bodenbildung. Berlin 1914; y. m.

²⁾ Vrt. edellä viitattujen lisäksi:

E. T. Nyholm, Studier öfver finska naturliga jordmäner I & II. — Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja 18. 1902, s. 203—218 ja 19. 1903, s. 265—331.

Arthur Rindell, Några anmärkningar rörande teorin för uppkomsten af »ahl» eller »ortstein». — Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja. Vihko I. Liite N:o 4. 1910; y. m.

Ruskomaa on kalvakkamaan kustannuksella liukenevista aineista rikastunut kerros. Väriltään vaihtelee ruskomaa rauta- ja humuspitoisuudesta riippuen ruskeasta ruskean mustahkoon. Jossain tapauksessa on raudanpitoisia aineita ja humusta sekä muita sideaineita (aluminiumyhdistyksiä y. m.) tai jotain näistä siksi runsaasti, että ruskomaa on iskosunut kiinteäksi palaksi tai kovettunut suorastaan kivimäiseksi massaksi, anturaksi.

Toistaiseksi vallitsee vielä suuri erimielisyys podsoloitumisilmiön tieteisopilliseen selvittelyyn nähden. Tässä yhteydessä olisi tarpeetonta käydä yksityiskohtaisesti tekemään selvää niistä monista eri teorioista, joita kysymyksen selitykseksi on esitetty. Lienee kuitenkin paikallaan kosketella lyhyesti kysymystä.

RAMANNIN¹⁾ mukaan liuottaisivat sade- ja lumivedet, sen jälkeen kuin ylimmät maakerrokset ovat huuhtoutuneet määrättyyn raja- asti puhtaaksi liukenevista mineraaliaineista, humusaineita, kulettain niitä syvemmälle, missä ne suoloista rikkaammassa maakerroksessa saostuvat uudelleen. RAMANN pitää siis humuksen kulkua ja itse humusta oleellisena syynä ortsteinin muodostukseen.

MÜLLERIN²⁾ esittää podsoloitumisilmiön niinkään humushappojen aiheuttamaksi, joiden vaikutuksesta liukenee aineita, etupäässä rautaa, mikä hänen käsityksensä mukaan kulkee oksiduliyhdistyksinä. MÜLLERIN perustavaa laatua olevien tutkimuksien mukaan paikoilla, joilla esiintyy raakahumusta ja raakahumusta muodostava kasvivyhdyskunta, esiintyy yleisesti myöskin voimakkaasti uuttunut kerros, huomio, joka yhä tunnustetaan oikeaksi, samoin kuin pääasiassa hänen teoriansa yleensäkin.

MAYERIN³⁾ mukaan aiheutuisi huuhtoutuminen ja ortsteinin muodostus siten, että rautayhdistykset etenkin kevät aikaan, jolloin maassa sen ollessa kauan vedellä kyllästettynä vallitsee hapen puute, mullashappojen vaikutuksesta muuttuisivat liukoisiksi ferrohumaateiksi, pitempinä pouta-aikoina taas, jolloin ilmanvaihtoa on syvemmissäkin maakerroksissa, hapestuen syvemmällä vaikeasti liukeneviksi ferriyhdistyksiksi ja siitä syystä sakkautuen ja kiinnittäen mineraalijyvät ortsteiniksi.

¹⁾ E. Ramann, Über Bildung und Kultur des Ortsteins. — Zeitschr. für Forst- und Jagdw. 18. 1886, s. 14—39.

Sama, Der Ortstein und ähnliche Sekundärbildungen in den Diluvial- und Alluvial-Sanden. — Jahrb. der K. pr. geolog. Landesanstalt für 1885. Berlin 1886; y. m.

²⁾ P. E. Müller, Studien über die natürlichen Humusformen. Berlin 1887.

³⁾ Ad. Mayer, Bleisand und Ortstein. — Landw. Vers. Stat. 58. 1903, s. 161—192.

ALBERT¹⁾, HELBIG²⁾ y. m. arvelevat huuhtoutuvien aineksien — esimerkiksi raudan humushappojen ohella oksidinakin — painuvan maan pintakerroksista pääasiassa kolloidaalimuodossa, minkä ohella voisi tapahtua myöskin puhtaasti kemiallista huuhtoutumista. Sakkautuminen tapahtuisi liuoksen väkevoityessä haihdunnan vaikutuksesta³⁾.

Venäläiset tutkijat, joista ennen muita mainittakoon GLINKA (edellä mainittu julkaisu), pitävät ilmastollisia tekijöitä, ennen kaikkea keskilämpöä ja keskisademäärää, määräävinä tekijöinä eri podsolytyyppien ja yleensä eri maaprofiilien muodostumisessa.

RINDELLIN (edellä mainittu julkaisu) mukaan mullashapoiset alkaali-suolat l. alkaalihumaatit liuottavat rauta-, aluminium- y. m. yhdistyksiä helpommin kuin vapaat mullashapot. Näin ollen hän olettaakin kulojen edistävän metsämaan huuhtoutumista, koska kulojen ohella maahan tulevilla potaska- y. m. alkaalisilla lipeäaineilla on suuri merkitys alkaalihumaatien synnyttäjänä.

FROSTERUS (edellä mainitut julkaisut) erottaa kahdenlaisia podsoloitumismuodostumia: metsä- l. rautapodsolin ja suo- l. humuspodsolin. Paitsi näitä erottaa FROSTERUS pohjavesipodsolin (»gley-maa») sekä oikeat pohjavesimaat.

Metsä- l. rautapodsoli esiintyy FROSTERUKSEN mukaan pääasiassa metsätähteistä muodostuneen raakahumuskerroksen alla. Ruskomaakerros on väriltään punertavaa tai kellan ruskeaa, kemiallisesti rikastunut emäksistä, erikoisesti magnesiasta, ja varsinkin raudasta; aluminium- ja humuspitoisuus on suhteellisen pieni.

Suo- l. humuspodsoli esiintyy suokasvien muodostaman raakahumuskerroksen alla. Ruskomaakerros on ruskea, toisinaan ruskean musta, kemiallisesti rikastunut sekä humus- että saviaineksista, mutta emäksistä yleensä puhtaaksi huuhtoutunut; raudanpitoisuus on verraten alhainen.

Pohjavesipodsolit ovat, päinvastoin kuin kaksi ensin mainittua, jotka ovat ylhäältä alaspäin tapahtuneen huuhtoutumisen johdosta muodostuneita, syntyneet siten, että pohjaveteen liuenneet rautayhdistykset ovat kapillaarivoiman kohottamina nousseet maan kuivumiskerrokseen sakkautuen siinä rautaoksiidihydraatina. Näin on muodostunut voimak-

¹⁾ R. Albert, Beitrag zur Kenntnis der Ortsteinbildung. — Zeitschr. für Forst- und Jagdw. 42. 1910, s. 327—341.

²⁾ M. Helbig, Zur Entstehung des Ortsteins. — Naturwissenschaft. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. 1909, s. 81—86.

³⁾ Samaan tapaan selittää ortsteinin muodostumisen myöskin B. Aarnio (Über die Ausfällung des Eisenoxydes und der Tonerde in finländischen Sand- und Grusböden. — Geol. Komm. i Finland. Geotekn. medd. No 16. 1915).

kaasti värjäytynyt, raudasta rikastunut kerros, joka kuitenkin esiintyy vain laikkuina ja juovina ja korkeintaan pohjaveden ylimmän kapillaarisen nousuveden tasossa enemmän tai vähemmän yhtäjaksoisesti. Varsinaista kalpeaksi huuhtoutunutta kerrosta ei ole.

Oikeat pohjavesimaat esiintyvät paikoilla, joissa pohjavesi ulottuu maan pintaan asti. Niissä ei ole tapahtunut mitään muutoksia, vaan mineraalimaa ulottuu sekä fysikaalisessa että kemiallisessa suhteessa muuttumattomana pintaan asti.

Rautapodsoli esiintyy FROSTERUKSEN mukaan pääasiassa ylävämmillä mailla, voimakkaimpana kuitenkin niiden notkelmakohdissa, humuspodsoli esiintyy ehkä edellistä yleisemmin ja pääasiassa huomattavan raakahumuskerroksen peittämällä, enemmän tai vähemmän soistuneilla mailla. Kumpaistakin näitä vastaavat ortsteinimuodostumat voivat olla iskostuneita kiinteäksi rauta- tai humuspalleksi. Pohjavesipodsoli esiintyy vesiperäisillä mailla, joilla maaperä kuivimpana kesäaikanakin kuivuu vain ohuelti pinnasta, ja varsinaiset pohjavesimaat esiintyvät alavilla mailla, joilla pohjavesi ulottuu aivan maan pintaan asti.

Toistaiseksi on varsinaisesti selvittämättä erilaisten podsolmaiden levineminen Suomessa. Tunnettua tosin on, että esimerkiksi metsämaat, ollettikin kangasturvekerroksen peittämät, ovat pinnastaan enemmän tai vähemmän huuhtoutuneita, ja että tämän kerroksen alapuolella miltei kaikkialla on tavattavissa myöskin ainakin jossain määrin perusmaata tummemmaksi värjäytynyt ruskomaakerros. Kalvakkamaakerroksen vahvuus vaihtelee muutamasta senttimetristä 5—10 senttimetriin (harvemmin 20 sm). Ruskomaakerroksen paksuus on tavallisesti jonkun verran suurempi, toisinaan nousten puoleen metriin ja ylikin. Sen sijaan ovat varsinaiset kovettuneet ortsteinimuodostumat etenkin Etelä-Suomessa suhteellisen harvinaisia¹⁾. Lapin murtosoramailla yleisesti tavattavilla paksusammaleisilla metsätyypeillä ovat kovettuneet palsimuodostumat sitä vastoin verraten yleisiä²⁾. Siellä täällä Etelä-Suomen vedenjakajamailla, m. m. Suomen-

¹⁾ A. Wahlgrenin (Skogsskötsel. Stockholm 1914, s. 375) mukaan ovat kiinteät ortsteinikerrokset Ruotsissakin harvinaisia esiintyen sitäpaitsi pääasiassa soistuvilla mailla. Samoin O. Tammin mukaan (Vittringen i den norrländska skogsmarken. Esitelämä. — Geol. fören i Stockholm förhandl. Bd 40. 1918, s. 450—454), joka on tutkinut maaprofiileja Norlannissa, ei kovettunutta ortsteinia juuri tapaa normaalisilla metsämailla, mutta soiden lähellä on monesti 1½—2 m paksuja ortsteinimuodostumia, näin varsinkin, jos suot ovat hiekalla, mihin avautuu pohjavesisuonia. Kalvakkamaa on tällöin usein 50—60 sm paksu.

²⁾ Metsänhoitaja J. V. Karttuselta y. m. saatujen tietojen mukaan on kovettuneita ortsteinikerroksia erittäin yleisesti tavattavissa esimerkiksi Taivalkoskella, varsinkin kuusikkoisilla moreenimailla sekä sieltä Kitkajärveen päin, samaten Rovaniemen ja

selällä (esim. Multian ja Karstulan välisillä mailla) sekä Karjalanselällä (Rautavaarassa, Kuusjärvellä), esiintyvillä, vastaavan luontoisilla metsätyypeillä lienee palsimuodostumia niinikään suhteellisen runsaasti tavattavissa¹⁾.

Tässä nyt esitettävät palsitutkimukset ovat kohdistuneet yksistään vain podsoloitumisilmiön ja soistumisilmiön välisen suhteen selvittelyyn. Eri-tyisesti on koetettu selvittää, edistävätkö ortsteinimuodostumat soistumista tai päinvastoin, edistääkö soistuminen ortsteinimuodostusta, s. o. onko ortsteini soistumisen syy vaiko seuraus. Kysymys on sikäli tähdellinen, että kangasmaiden soistuminen on Suomessa tunnetusti suhteellisen yleistä, ja ortsteinimuodostumilla on ilmeisesti ainakin jonkinlainen yhteys soistumisilmiön kanssa, eikä kysymys toistaiseksi ole tullut ainakaan meikäläisiä oloja silmälläpitäen tutkituksi.

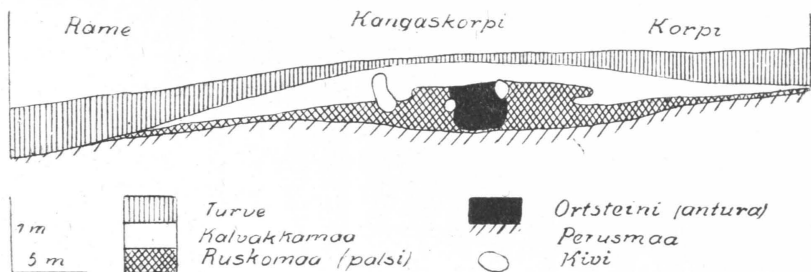
Nyt kysymyksessä olevat tutkimukset ovat tehdyt pääasiassa Toivakan ja Multian hoitoalueissa Metsähallituksen ojitustöiden yhteydessä. Koska huomiot ovat tehdyt vain ojien laidoilla varsinaisia tutkimista varten tarpeellisia kaivamisia toimittamatta, on selvää, etteivät nämä huomiot saata olla järjestelmällisen tutkimustyön tuloksiin verrattavissa. Siihen nähden, että näin tehtyjen havaintojen nojalla kuitenkin voidaan tehdä johtopäätöksiä esillä olevan kysymyksen valaisemiseksi, lienee näiden huomioiden esittäminen paikallaan.

Pituusläpileikkaus n:o 1 kuvaa jonkun verran kaavamaisesti tyypillistä ortsteinin esiintymistä osoittavaa tapausta Toivakan hoitoalueesta. Korven alalaidalla on kangaskynnys, jonka yli vesi korvesta hiljalleen valuu alempana olevaan rämeeseen. Korpi on ohutmutainen ja suhteellisen kuivaluontoinen, räme sitä vastoin verraten paksuturpeinen ja märkä. Välillä olevalla kangaskynnyksellä on 5—10—20 sm paksu humuskerros ja laihahkon kangaskorven tyypillinen kasvillisuus, metsä on vanhaa kuusta, seassa vähän koivua. Mineraalimaa on kivistä murtosoraa.

Korven kohdalla ja kangaskynnyksellä on mutakerroksen alla kivennäismaan pinnalla ohut hiilikkerros osoituksena entisestä metsäpalosta. Korvessa on kivennäismaa pinnastaan hyvin ohuelti kalpeaksi huuhtoutunutta kalvakkamaata, ja sen alla on aivan ohut perusmaata tummempi, vaan ei kovettunut ruskomaakerros. Kynnyksen kohdalla on kalvakkamaakerros

Sodankylän välillä. Lähes yhtäjaksoisesti on ortsteinia myöskin Inarin uuden maantien varsilla Kitisen könkään ja Vuotson välillä, samoin Rovaniemen ja Kemijärven välillä. Kuusamon ja Kuolajärven välillä ovat hänen havaintojensa mukaan kovettuneet ortsteinimuodostumat sitä vastoin suhteellisen harvinaisia.

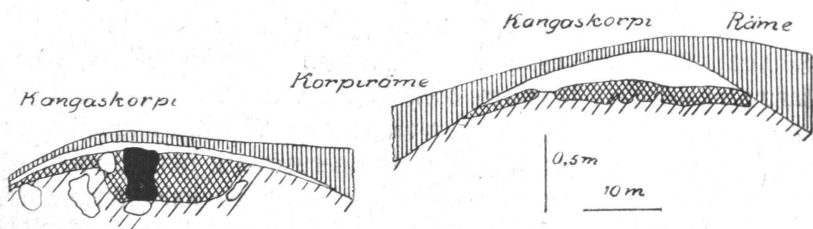
¹⁾ Vrt. A. K. Cajander, Metsänhoidon perusteet I. Helsinki 1916, s. 454.



Piiros n:o 1.

huomattavan paksu, ja sen alla on etenkin kynnyksen korven puoleisella osalla sangen paksu, tumman ruskea palsikerros, joka kahden puolen ja varsinkin korven puoleiselta laidalta on kalvakkamaan erottamana jakautunut kahteen osaan. Tämä palsikerros on kauttaaltaan kiinteäksi iskostunut, mutta vain muutaman metrin pituudelta on se aivan kivimäiseksi anturaksi kovettunut. Rämeen kohdalla on muuttumaton perusmaa suorastaan turvekerroksen alapuolella. Maaperä on kivistä, hiekan sekaista murtosoraa.

Pituusläpileikkaus n:o 2 esittää Multian hoitoalueesta suuresti edellisen luontoista tapausta. Rämeen alalaidalla on soistuva kangaskynnys, jonka yli suovesiä valuu alempana olevaan korpirämeeseen ja sen yli edelleen alempana olevaa soistuvaa kangasrinnettä myöten. Ylemmällä kangaskynnyksellä on ohuen humuskerroksen alla hieno hiilijuova ja sen alapuolella 10—20 sm paksu kalvakkamaakerros. Tämän alla on 5—10 sm paksu ruskean tummahko, jonkun verran kovettunut palsikerros, joka kuitenkin välillä siellä täällä katkeilee. Maaperä on kivistä murtosoraa, jossa hienot hieta-ainekset muodostavat huomattavan osan.

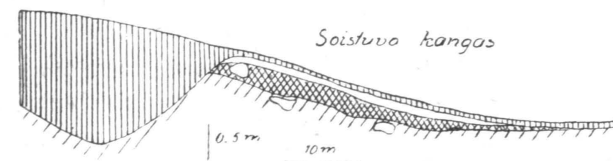


Piiros n:o 2.

Alemmalla kangaskynnyksellä on ohuen kalvakkamaakerroksen alla ja paikoittain suoraan mutakerroksen alapuolella paksu, tumman ruskea palsikerros, joka lyhyeltä matkalta kivikko vasten on kovettunut kivi-

mäiseksi anturaksi. Maaperä on saman luontoista, hienojauheista, kivistä murtosoraa kuin ylemmällä kangaskynnyksellä. Rinteellä, jota myöten vedet valuvat alas, on ohuen kalvakkamaakerroksen alla jonkun verran perusmaata tummempi, mutta kiinteäksi iskostunut ruskomaakerros.

Pituusläpileikkaus n:o 3 esittää vielä muuatta edellisten kanssa hyvin saman luontoista tapausta, joita itse asiassa voisi esittää kuinka paljon hyvänsä. Jokseenkin kovaksi iskostunut palsikerros esiintyy aivan samaan



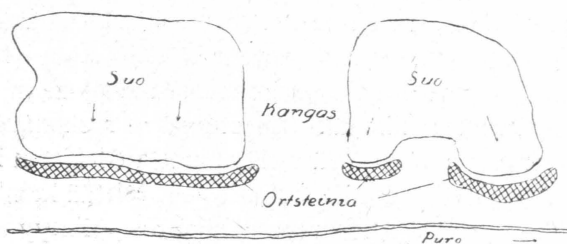
Piiros n:o 3.

tapaan kuin edellä. Jonkunlaisena täydennyksenä edellisten ohella on kuitenkin huomattava rinteiden alapuolella oleva, melkein tasainen, kostea, soistuva kangas, jossa muuttumaton perusmaa ulottuu pintaan asti. Lisäksi esittää piirros ortsteineja muodostuneen sellaiselle paikalle, jossa kivennäismaan pinnalla ei, päinvastoin kuin edellisissä tapauksissa, mitään metsäpalon merkkejä ole tavattu.

On tarpeetonta lisätä näiden pituusläpileikkauksien lukua, koska paikat, joilla ortsteineja soiden ja soistuvien maiden yhteydessä tapaa, ovat enemmän tai vähemmän saman luontoisia. Edellisten mukaan voidaan jo päätellä, mikä merkitys ortsteinilla soistumisilmiöön tai päinvastoin, mikä merkitys soistumisilmiöllä ortsteinin muodostumiseen Etelä-Suomessa on.

Kuten piirroksinkin osoittavat, esiintyy varsinaisten soiden alla harvoin ortsteineja, vaan perusmaa ulottuu muuttumattomana suon turvekerroksen asti. Sellaisten soiden ja suon osien pohjalla, joissa vesi on melkein seisovaa, ei ole kalvakkamaakerrostakaan tavattavissa, koska mitään uutunutta ei ole voinut tapahtua. Kuivemman luontoisilla rinnesoilla sitä vastoin on suon pohjalla tavallisesti ohut, perusmaata jonkun verran kalpeammaksi uutunut kalvakkamaakerros, mutta huomattavampaa ruskomaakerrosta ei juuri ole tai on sitä vain siellä täällä pieninä laikkuina.

Paikat, joilla yleisesti tapaa ortsteinimuodostumia, ovat suovesien ylikulkemat kangaskynnykset (ks. piirrosta n:o 4). Varsinkin suon puoleisella laidalla on ortsteinikerros monesti hyvinkin lujaksi kovettunut ja huomattavan paksu, toisinaan metrinkin paksuinen. Tavallisesti myöskin kalvakkamaakerros näillä paikoilla esiintyy, mutta toisissa tapauksissa se saattaa kokonaan puuttua, ja ortsteini alkaa suorastaan kivennäismaan



Piirros n:o 4.

pinnasta. Alempana soistuvalla rinteellä esiintyvät tavallisesti sekä kalvakkamaa- että ruskomaakerros jokseenkin heikosti kehittyneinä, viimeksi mainittu on vain harvoin kiinteäksi palleksi ja vielä harvemmin lujaksi anturaksi iskostunut. Vielä heikompana esiintyvät palsimuodostumat sellaisilla soistuvilla mailla, joita myöten humusrikkaita suovesiä ei virtaile. Tosin tällaisilla mailla — lukuunottamatta niitä tapauksia, jolloin maaperä on aina siksi märkää, ettei mitään uuttumista voi tapahtua — säännöllisesti kalvakkamaakerros ruskomaakerroksineen on tavattavissa, mutta kumpainenkin näistä on vain muutaman sm:n paksuinen, ja ainakaan allekirjoittanut ei ole tällaisilla mailla kovettuneita anturamuodostumia tavannut, joskin ruskomaa saattaa olla jonkun verran kiinteäksi palleksi iskostunutta. Myöntäähän tosin täytyy, että ojien varsilla huomioita tekemällä, kuten tässä tapauksessa on ollut asianlaita, on ollut tilaisuutta soistuvien kankaiden leikkauksia, lukuunottamatta juuri edellä kuvatun luontoisia kynnyskohtia, joita laskuojien vuoksi on täytyntä leikata, tavata suhteellisen vähän, joten tässä suhteessa ei näiden huomioiden nojalla voida vetää mitään varmoja, yksityiskohtaisia johtopäätöksiä. Samoin käytettävissä olleen havaintoaineiston yksipuolisuuden takia ei ole ollut tilaisuutta tehdä riittävän monipuolisia huomioita siinä suhteessa, kuinka voimakkaasti ravintopitoisuuteensa nähden eri arvoiset soistuvat kangasmaat ovat uuttuneet, ja kuinka huomattavia ortsteinimuodostumia eri luontoisilla soistuvilla kankailla ylipäätään on muodostunut¹⁾. Mitä soistuviin kangaskyn-

¹⁾ Se seikka, kuinka voimakkaasti podsoloituminen esiintyy eri metsätyypeillä, on kokonaan jäänyt tämän tutkielman ulkopuolelle. Norlannissa tekemiensä tutkimuksien nojalla mainitsee *Tamm* (edellä mainittu esitelmä) podsoloitumisen esiintyvän voimakkaimmin mustikkatyypin mailla, jonkun verran heikompana puolukkatyypin mailla ja heikoimpana jäkälätyypin mailla. Ilmiön voimakkuus on niin muodoin suhteellinen eri metsätyyppien taipumuksen kanssa muodostaa happamahkoa kangasturvetta, seikka, joka Suomessakin yleisesti tunnetaan.

Sen jälkeen kuin tämä nyt julkaistava suokynnyksien huuhtoutumissuhteita koskeva tutkielma oli jo käsikirjoituksena valmis, ilmestyi *Tamm*in Pohjois-Ruotsin

nyksiin tulee, osoittavat tehdyt huomiot, että uuttumisilmiö esiintyy suhteellisen voimakkaasti lihavamillakin kangaskynnyksillä ja myöskin siinä tapauksessa, että ylempänä oleva suo, jolta vesiä kankaan yli valuu, on korpi. Tällaisissa tapauksissa esiintyy kovettunut ortsteini ylipäänsä kuitenkin suhteellisen lyhyillä matkoilla. Laihemmillä kangaskynnyksillä ja kangasrinteillä, jolloin luonnollisesti vettä valuttava suo on myöskin tavallisesti räme, esiintyy uuttuminen voimakkaammin ja ortsteini voi verraten kovana peittää laajoja aloja.

Mitä kovettuneen ortsteinin esiintymiseen tämän luontoisilla suovesien ylikulkemilla kangaskynnyksillä niiden maaperään nähden tulee, esiintyy ortsteiniä yleisimmin kivisellä ja hienojauheisella murtosoralla, siis suhteellisen huonosti vettä läpäisevällä maalajilla. Yleisesti tapaa ortsteinin tapaisia muodostumia myöskin hiekan muodostamilla kangaskynnyksillä, mutta tällöin on ortsteini harvemmin kovettunut siksi lujaksi anturaksi kuin murtosorakynnyksillä.

On ilman muuta selvää, että edellä kuvatun luontoiset podsoloitumukset ovat tyypillisiä FROSTERUKSEN terminologian mukaisia humuspodsolia. Vaikkakin kalvakkamaan uuttumis- ja ruskomaan rikastumissuhteet edellyttäisivät tulla kemiallisesti selvitettyiksi, voidaan jo — lukuunottamatta niiden luonteenomaista, tumman ruskeata väriä — niiden esiintymistavan perusteella päättää niiden luonne ja muodostumisen aiheuttavat tekijät. On ilmeistä, että nämät soiden kangaskynnyksillä esiintyvät ortsteinimuodostumat ovat suolta valuneen humuspitoisen veden aiheuttamia sakkautumia, mikä sakkautuminen on tapahtunut heti sen jälkeen, kuin tämä vesi on rikastunut siihen suon pohjasta tai suon alalaidalla olevasta kangaskynnyksestä joko sitten kolloidaalisiksi tai oikeiksi liuoksiksi liuenneista mineraaliaineista siihen määrään, että veden salpautuessa ja vastuksen sattuessa tapahtuu liuoksen kyllästymisen aiheuttama sakkautuminen, jota paitsi ilmiö voi johtua yksinkertaisesti vain siten, että runsaasti humusaineita sisältävä vesi vähitellen verhoo ja iskostaa kivennäismaan, jonka yli ja lävitse se kulkee. Edellinen tapa näyttää otaksuttavalta varsinkin silloin, kun ylempänä oleva suo on suhteellisen hyvälaskuinen ja siitä syystä verraten kuivaluontoinen, jälkimmäinen silloin, kun ylempi suo on siksi syvässä notkelmassa, että pohjavesi aina seisoo suon pohjan yläpuolella, jolloin siihen niin muodoin ei voi sanottavasti mineraaliaineita liueta ennen,

kangasmaiden podsoloitumissuhteita käsittelevä tutkimus (Markstudier i det Nord-svenska barrskogsomsådet. Stochkolm 1920). Tässä esittää hän laajojen tutkimustensa tulokset, jotka pääpiirteissään ovat aivan yhdenmukaiset hänen edellä mainitussa esitelmässään jo esittämiensä tutkimustuloksien kanssa.

kuin vasta suoveden kangaskynnyksen yli pyrkiessä. Että näillä kangaskynnyksillä hyvin monessa tapauksessa kalvakkamaan päällä on ohut hiili- ja tuhkakkerros, voi olla tukena sille RINDELLIN edellä mainitulle otaksumalle, että kuloissa muodostuneet tuhka-ainekset edistäisivät huuhtoutumista. Koska myöskin sellaisilla paikoilla, joilla ei mitään kulon merkkejä ole ainakaan tavattu, esiintyy tällaisia ortsteinimuodostumia, ja koska kaikki metsämaat ovat epäilemättä useampaankin kertaan palaneet, ei näille, vaikkakin monessa tapauksessa tavatuille, hiili- ja tuhkakerroksille kuitenkaan voi antaa ortsteinin muodostumiseen nähden mitään ratkaisevaa merkitystä. Siihen nähden, että kulojen vaikutuksesta maan happamuus, mikä juuri edistää ortsteinimuodostusta, joksikin aikaa vähenee, voisi kuloilla päinvastoin ajatella olevan podsoloitumista heikentävän vaikutuksen.

Nyt olisi vihdoin käsiteltävä sitä merkitystä, mikä ortsteinimuodostumilla soistumisen edistäjänä ja päinvastoin soistumisella ortsteinin muodostajana on. Kuten edellä on mainittu, ei alavilla, enemmän tai vähemmän tasaisilla ja siitä syystä suhteellisen märillä, soistuvilla mailla ylipäänsä ole mitään uuttumis- tai saostumiskerrosta, joten ortsteinin merkityksestä soistumisen edistäjänä tai päinvastoin ei tässä tapauksessa voida puhua. Mitä soistuviin rinteisiin tai yleensä sellaisiin soistuviin maihin tulee, jotka ovat suhteellisen kuivaluontoisia tai oikeammin, joilla pohjavesi ei ulotu maan pintaan asti, esiintyy niillä ja etenkin laihanpuoleisilla mailla yleisesti ohut kalvakkamaakerros alla olevine ruskomaakerroksineen, mutta kumpikin näistä on ainakin Etelä-Suomessa suhteellisen heikosti kehittynyt, ja ruskomaakerros on harvoin kovettunut edes kiinteäksi palleksi ja vielä harvemmin lujaksi anturaksi. Ortsteini ei näin ollen voi muodostaa ainakaan tuntuvampaa veden kulkua salpaavaa ja siitä syystä paikan kosteutta lisäävää aihetta. Mikä merkitys ortsteinilla on paksusammaleisten kankaiden soistumiseen nähden, joilla, kuten edellä on mainittu, yleisesti esiintyy ortsteinia, on kysymys toistaiseksi selvittämättä. Siihen nähden, että nämä maat jo luonnostaan ovat hyvin vaikeasti vettä läpäiseviä, lienee ortsteinin välitön vaikutus kuitenkin soistumisen edistäjänä tällaisissakin tapauksissa vähäiseksi arvosteltava¹⁾.

Mitä niihin ortsteinimuodostumiin tulee, jotka esiintyvät suovesien ylikulkemilla kangaskynnyksillä, ovat ne ilmeisesti, kuten jo edellä mainittiin, humuspitoisten suovesien aiheuttamia. Ortsteinimuodostumat ovat

¹⁾ Samoin otaksuu *Cajander* (Studien über die Moore Finnlands. — Acta forestalia fennica 2. 1913, s. 41) ortsteinin merkityksen Lapissa kangasmaiden soistuttajana suhteellisen pieneksi.

siis alkujaan soistumisen ja soiden aikaansaamia muodostumia. Kerran muodostuttuaan ne voivat tehdä veden kulun suolta yhä vaikeammaksi tiivistäen tällaisissa tapauksissa muutenkin vaikeasti vettä läpäisevää maaperää. Ortsteinimuodostumat ovat näin ollen soistumisen seurauksia tullen sen jälkeen myöskin soistumisen edistäjiksi. Mikä merkitys ortsteinilla on viimeksi mainitussa suhteessa, osoittaa se, että useimpien soiden laskun puoleisilla laiteilla muutamien metrien levyinen ortsteinikerros vyön tavoin reunustaa suota (ks. piirrosta n:o 4), mikä ortsteinivyö epäilemättä ainakin osaksi vaikeuttaa veden kulkua ja siitä syystä nostaa pohjaveden pintaa suossa. Tuntuva täytyy tämän vaikutuksen olla ainakin helpommin vettä läpäisevän maalajin, esimerkiksi hiekan, muodostamiin kangaskynnyksiin nähden. Vettä jo luonnostaankin erittäin huonosti läpäisevän murtosoran muodostamissa kangaskynnyksissä olevien ortsteinikerroksien soistumista edistävä vaikutus supistunee sitä vastoin sangen pieneksi.

Referat.

Die vorstehende kleine Studie, »Ein Beitrag zur Beleuchtung der Ortsteinfrage«, beruht auf Beobachtungen, die im Zusammenhang mit den Moorentwässerungsarbeiten der Forstverwaltung über das Vorkommen des Ortsteins auf den Heidestreifen an den Rändern von Mooren angestellt worden sind. Wie die Fig. 1—3 zeigen, sind die am unteren Rand von Mooren gelegenen Heidestreifen, über die humushaltiges Moorwasser rinnt, stark podsoliert. Bei dem Streifen befindet sich unter der dünnen Humusschicht (in den Figuren vertikale Schraffen) allgemein eine 10—20 cm dicke Bleicherdeschicht (in den Figuren weiss gelassen) und darunter eine festgepackte, dunkelbraune Orterdeschicht (in den Figuren schräge Gitterung), die sich vielfach auf einiger Erstreckung zu kompaktem Ortstein verhärtet hat (in den Figuren schwarz). Am häufigsten ist die Orterde zu festem Ortstein geworden in steinigen, sandgemischten Moränenstreifen, und zwar ebenso wohl in solchen am unteren Rand von Bruch- wie von Reisermooren, am stärksten jedoch bei den letztgenannten.

Unter den eigentlichen Mooren, in denen das Grundwasser bis über den Mineralboden heraufreicht, kommt kein Ortstein vor, sondern da erstreckt sich der Mineralboden unverändert bis zur Torfschicht des Moores. Bei trockneren, mit einer dünnen Moderschicht überzogenen geneigten Mooren findet man dagegen sowohl eine Bleicherde- als eine Roterdeschicht, beide aber sind sehr schwach entwickelt. Am häufigsten und in grösstem Umfang treten die Ortsteinbildungen auf den leicht versumpften, dickmoosigen Waldtypen auf, die namentlich in Nord-Finnland sehr weit verbreitet sind, während sie in Süd-Finnland nur in den sterilsten Wasserscheidegebieten vorkommen.

Es ist klar, dass diese allgemein an den unteren Rändern der Moore auftretenden, die Moore gürtelförmig säumenden Ortsteinbildungen (siehe Fig. 4) durch humussaures Moorwasser hervorgerufen sind oder, nach der Termino-

logie von FROSTERUS, typische Humuspodsole darstellen. Ursprünglich sind sie also durch die Moore bedingt, und, einmal ausgebildet, können diese Ortsteinschichten ihrerseits zu einer Beschleunigung des Versumpfungsprozesses führen, weil sie durch Verdichtung der dem Abfluss der Moore gegenüberliegenden Heidestreifen die Ableitung des Wassers vom Moore weiter erschweren und auf diese Weise bei den von besser wasserdurchlässiger Bodenart, z. B. Sand, gebildeten Heidestreifen zu einer Hebung des Grundwasserniveaus im Moore beitragen. Treten Ortsteinschichten in Heidestreifen auf, welche von einer an und für sich besonders wenig wasserdurchlässigen Bodenart, kompakter Moräne, gebildet werden, so dürfte sich ihr die Versumpfung fördernder Einfluss dagegen auf ein sehr geringes Mass beschränken.

