

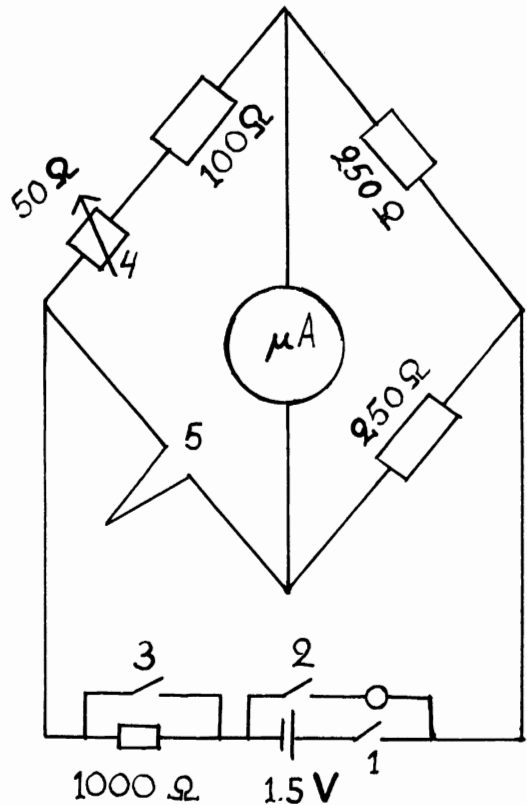
ON THE EFFECT OF LIMING UPON THE THERMAL CONDITIONS OF SPAGHNUM BOG

As is well known the physical properties of the soil have effect upon its temperature. Accordingly e.g. the addition of mineral soil on cultivated peat land brings about the changes in the temperature of peat. In our country this influence has been studied by Vesikivi (1933) and Pessi (1956). The use of mineral soil as a soil-improvement agent on peat land has been known a long time; its results are remarkable, yield increases both on Sphagnum bogs and on fens in southern as well as in northern Finland (Anttinen 1957, Pessi 1959 a, 1959 b).

Peat land areas under cultivation often have need of liming although not all fens. On Sph. bog liming is a necessary procedure. Its soil-improving effect on these lies in the first place in the fact that it diminishes the acidity of the soil. The indirect effect of it is among other things that even the cultivated plants which have high growth requirements are thriving. There is to be expected, too, a greater efficiency of the activity of microbes in plough layer and consequently a more rapid humification of peat. Provided the liming contributes to the humification of Sph.peat, from this it follows that the physical properties of peat change and thus among other things the soil temperature is changed, too. In 1923 at Leteensuu experimental station has been started a liming test on Sphagnum bog. In the following it will be examined if in a so prolonged trial the physical changes of peat caused possibly by liming are so distinct that they cause changes in the temperature of soil, too.

THE THERMOMETER

The thermometer used was the resistance thermometer built by Mr. S. Huovila, Mag. Phil. The switch scheme of measuring procedure is presented in Fig. 1. The method is Wheatstone bridge which gives the correct result in spite of voltage when balanced method used. The bridge is ba-



lanced by the helical potentiometer having three turns (4). The potentiometer is Helipot. Its scale is calibrated in thermal degrees observing in different temperatures and turning the micro-ampere control to zero. The apparatus has in addition the electric current switch (1), the pin for testing battery (2), and the pass pin of shelter resistance (3). The sensitive element (5) is a coil of 0.05 mm special nickel made by the factory S w e m a. The sensitive element is placed in the top of round measuring rod which is 1.25 cm long and 10 mm thick. On the top is the copper shelter of the sensitive element being as well the top which penetrates the soil. The thermal conduction is prevented by a plastic ring between the copper

shelter and the brass shaft. On one side of the measuring rod is a scale with 10 cm.

A measurement takes about 2 minutes in which time the temperature of sensitive element has time to become the same as that of the surrounding soil.

METHOD OF INVESTIGATION

Investigations were made of the liming test reported closer previously (Pessi, 1959 a, p. 4). The peat of test area is mainly composed of *Sph.fuscum* moss. The test area is reclaimed for cultivation by hoeing with handhoe in 1921, and the test has started in 1923. One half of the trial is clayed but in this connection will be treated the liming test on the unclayed half. Half of lime quantities (0, 1, 2, 3, and 4 tons CaO per hectare) of the test is applied in spring 1923 and the rest in spring 1924. Liming is renewed according to the plan in spring 1932. The limings are repeated in the test four times (cf. Pessi 1959, Fig. p. 3). In spring 1959, when the temperature measurings were made, the soil was treated as follows.

The area was ploughed in autumn 1958. In spring it was harrowed with Finnish revolving spade harrow. Pirkka-barley, the test plant, was sowed the 13th of May with seeding machine. Immediately after sowing the area was rolled with a heavy roller.

On the basis of previous investigations could be concluded that the possible temperature differences are clearest at about 20 cm depth. This depth is well suited for investigation of this kind because the possible unhomogeneity of soil surface layer does not cause any dispersion to speak of among different measurings at this depth (Pessi, 1956, p. 35). Because of these facts the temperature was measured only at 20 cm depth which manner of proceeding seemed adapted to its purpose also by preliminary investigations.

As the dissimilarity of plant cover effects on soil temperature (Pessi, 1957), this circumstance should be taken into consideration in the experiments. Due to different liming, barley, the test plant, grew in different ways on different treatments. Accordingly the possible differences in soil temperature are solved as a consequence of the dissimilarity in physical properties of soil only as long as the plant cover was

the same on all treatments or there was no plant cover at all. Consequently only the spring and early summer came into question. In this season the temperature differences are the greatest (Pessi 1956, p. 50, Fig. 13), why is it that the time suits for investigations best in regard to this fact.

The temperature measurements were made four times with a fortnight's intervals. Measurings were made of all four repetitions of the test. The confidence of temperature differences is examined by aid of t-test in counting the P-values of temperature differences. As the daily changes in temperature do no more appear very well at 20 cm depth in peat, the measurements were made every date of observation only once aday. Measurements started always at 14.00 hours.

RESULTS OF INVESTIGATION

The results of temperature measurements are presented in the table enclosed. It shows that temperature differences between the limed and unlimed treatments are in general the greater, the more lime has been applied. During three first days of observation the temperature has been higher on limed plots than on the unlimed one. The 1st of July the differences have no more been consistently greater on limed plots. This comes from that on plots with no lime and with a little lime the barley has grown much worse than on well limed plots. Accordingly the more vigorous plant cover has hindered on richly limed plots more the heat production that the plant cover in other plots.

The P-values show that on the 1st day of observation the temperature differences of the three greatest limings and of the unlimed treatment are quite reliable. It is the same with the greatest liming and the unlimed at the 17th of June.

CONCLUSIONS

On the basis of the investigation might be concluded that the liming applied 36 years ago and renewed once after that has contributed to humification of *Sph.fuscum* peat to the extent that the changes in physical properties of peat caused by the

Date of observation Havaintopäivä	t_0	Temperature differences, °C Lämpötilaerot, °C				P-values % of temperature differences P-arvot %:eissa lämpötilaeroille			
		t_1-t_0	t_2-t_0	t_3-t_0	t_4-t_0	t_1-t_0	t_2-t_0	t_3-t_0	t_4-t_0
15. V 1959	9.1	0.4	0.2	0.8	0.7	16.0	3.6	0.6	2.7
2. VI 1959	8.7	0.0	0.2	0.3	0.5	100.0	27.7	21.1	21.1
17. VI 1959	12.5	0.0	0.0	0.2	0.4	100.0	100.0	35.5	3.6
1. VII 1959	13.1	-0.2	-0.2	-0.4	0.3	—	—	—	—

The soil temperature at 20 cm depth in unlimed Sph. bog at some dates of observation at Leteensuu (t_0), the corresponding temperature differences among different limings and the unlimed (t_1 =temperature when the liming is 1 ton per hectare, t_2 , t_3 , and t_4 = the corresponding temperatures when the liming is 2, 3, and 4 tons per hectare), and the P-values in percentages of the temperature differences from the limed plots and from the unlimed one.

Maan lämpötila Leteensuolla muutamina havaintopäivinä 20 cm:n syvyydessä kalkitsemattomassa rahkasuossa (t_0), vastaavat lämpötilaerot eri kalkitusten ja kalkitsemattoman kesken (t_1 =lämpötila, kun kalkitus on 1 tn/ha, t_2 , t_3 ja t_4 =vastaavat lämpötilat, kun kalkitus on 2, 3 ja 4 tn/ha), sekä P-arvot prosenteissa kalkittujen ja kalkitsemattoman ruudun lämpötilaeroille.

dissimilarity of humification have caused the differences in temperature, too. The temperature differences appear at least at 20 cm depth in spring so distinct that they might be regarded as quite reliable. In this time the temperature of soil has been higher on the limed plots than on the

unlimed one. With increasing quantities of liming the temperature rises in general, too. The various plant cover of test plots in later summer brings about that the temperature differences of soil do not come only from the dissimilarity of physical properties of the soil.

REFERENCES

- ANTTINEN O. 1957. Rahkasuon iannoitus- ja maanparannuskokeen tuloksia. (Referat: Ergebnisse eines Düngungs- und Bodenverbesserungsversuch auf Sphagnum-Moor.) Valt. maatal.koetöim. julk. 155: 1—29.
- PESSI, Y. 1956. Studies on the effect of the admixture of mineral soil upon the thermal conditions of cultivated peat land. (Selostus: Tutkimuksia kivennäismaan sekoituksen vaikutuksesta suoviljelyksen lämpötiloihin.) Valt. maatal.koetöim. julk. 147: 1—89.
- 1957. On the influence of plant cover upon soil temperature. (Selostus: Kasvillisuuden vaikutuksesta maan lämpötilaan.) Maatal. tiet. aikak. 29: 92—95.
- 1959 a. Kivennäismaan vaikutuksesta rahkasuon maanparannusaineena Leteensuon koeaseman pitkäaikaisten kenttäkokeiden perusteella. (Summary: On the effect of mineral soil as a soil improving agent on Sphagnum bogs on the basis of prolonged field tests at Leteensuu Experimental Station.) Acta agr. fenn. 94. 14: 1—28.
- 1959 b. Kivennäismaan merkityksestä mutasuon maanparannusaineena Leteensuon koeaseman pitkäaikaisten kenttäkokeiden perusteella. (On the significance of mineral soil as a soil improving agent on mud fens on the basis of prolonged field tests at Leteensuu Experimental Station.) In print.
- VESIKIVI, A. 1933. Suomaan lämpötilamittausten tuloksia. (Referat: Ergebnisse von Temperaturbeobachtungen im Moorboden.) S. Suovilj.yhd. tiet. julk. 15: 1—33.

KALKITUKSEN VAIKUTUKSESTA RAHKASUON LÄMPÖTILAAN

Maan fysikaaliset ominaisuudet vaikuttavat tunnetusti sen lämpötilaan. Niinpä esimerkiksi lisäämällä kivennäismaata suoviljelykselle, saadaan aikaan muutoksia turpeen lämpötilassa. Tätä seikkaa ovat maassamme tutkineet Vesikiivi (1933) ja Pessi (1956). Kivennäismaan käyttö suoviljelysten maanparannusaineena onkin kauan tunnettu ja siten saadaan huomattavia sadonlisäyksiä sekä rahka- että mutasoilla samoin kuin sekä etelä- että pohjois-Suomessa (Anttinen 1957, Pessi 1959 a, 1959 b).

Suoviljelykset ovat usein kalkituksen tarpeessa, joskaan eivät aina kaikki mutasuot. Rahkasuolla kalkitus on välttämätön toimenpide. Sen maata parantava vaikutus näillä on lähinnä siinä, että se vähentää maan happamuutta. Välillisenä seurauksena tästä on mm., että vaateliaat viljelyskasvitkin menestyvät. Odotettavissa on myös mikrobitoiminnan tehostuminen muokkaukserroksessa ja siten turpeen nopeampi humifioituminen. Mikäli kalkitus edistää rahkaturpeen humifioitumista on tästä edelleen seurauksena turpeen fysikaalisten ominaisuuksien muuttuminen sekä siten muutoksia mm. maan lämpötilassa.

Leteensuon koeasemalla on perustettu vuonna 1923 kalkituskoelätkö rahkasuolla. Seuraavassa tutkitaan, onko näin kauan jatkuneessa kokeessa kalkituksen mahdollisesti aikaansaamat turpeen fysikaaliset muutokset siksi selviä, että niistä aiheutuu muutoksia maan lämpötilassa.

Tutkimukset suoritettiin kalkituskoeköestä, jota on lähemmin selostettu aikaisemmin (Pessi 1959 a, s. 4). Koealueen turve on pääasiassa *Sph.fuscum*-sammaleesta muodostunut. Alue on raivattu viljelykseen käsin kuokkimalla v. 1921 ja koe on aloitettu v. 1923. Kokeen toinen puoli on savettu, mutta tässä yhteydessä käsitellään kalkituskoetta saveamattomalla puoliskolla. Kokeen kalkkimääristä (0, 1, 2, 3 ja 4 tn/ha CaO) on puolet annettu keväällä 1923 ja loput keväällä 1924. Kalkitus on uudistettu suunnitelman mukaisesti keväällä 1932. Kalkitukset toistuvat kokeessa neljänä kertauksena (kts. karttaa Pessi 1959, s. 3). Keväällä 1959, jolloin lämpötilamittaukset suoritettiin oli maan käsittely seuraava. Alue oli kynnetty syksyllä 1958. Keväällä maa äestettiin hankmolla. Koe- kasvi, Pirkka-ohra kylvettiin 13. 5. kylvökoneella. Välittömästi kylvön jälkeen maa jyrättiin painavalla jyrällä.

Aikaisempien tutkimusten perusteella voitiin päätellä, että mahdolliset lämpötilaerot esiin-

tyvät selvimpinä noin 20 cm:n syvyydessä (Pessi 1956, kuva 13, s. 50). Tämä syvyys soveltuu tämän kaltaisiin tutkimuksiin myös sen vuoksi, että maan pintakerroksen mahdollinen epähomogeenisuus ei näin syvällä aiheuta enää sanottavasti hajontaa eri mittauksen kesken (Pessi 1956, s. 35). Näistä seikoista johtuen mitattiin lämpötilat vain 20 cm:n syvyydestä, mikä menettely myös alustavien tutkimusten mukaan näytti tarkoituksenmukaiselta.

Kun kasvipeitteen erilaisuudella on vaikutusta maan lämpötilaan (Pessi 1957), on tutkimuksissa otettava huomioon myös tämä seikka. Erilaisesta kalkituksesta johtuen kasvi koe- kasvi ohra eri tavoin eri koejäsenissä. Näin ollen mahdolliset lämpötilaerot maassa olivat selitettävissä maan fysikaalisten ominaisuuksien erilaisuudesta johtuviksi vain siksi kauan, kun kasvipeite oli samanlainen kaikissa koejäsenissä tai sitä ei ollut lainkaan. Kysymykseen tuli näin ollen vain keväät ja alkukesä. Tähän vuoden aikaan ovat lämpötilaerotkin suurimmat (Pessi 1956 s. 50, kuva 13), mistä johtuen ajankohta sopi tutkimuksille tämänkin puolesta parhaiten.

Lämpötilamittaussarjat suoritettiin neljä kertaa noin kahden viikon väliajoin. Mittaukset tehtiin kokeen kaikista neljästä kertauksesta. Lämpötilaerojen luotettavuutta on tutkittu t-testiä käyttäen laskemalla P-arvoja lämpötilaeroille. Kun vuorokautiset lämpötilan vaihtelut eivät sanottavasti ilmene enää 20 cm:n syvyydessä (Pessi 1956 s. 65) turpeessa, suoritettiin mittaukset kunakin havaintopäivänä vain kerran päivässä. Mittaukset aloitettiin aina klo 14.

Lämpötilamittausten tulokset esitetään taulukossa. Niistä ilmenee, että lämpötilaerot kalkitsemattoman ja kalkittujen koejäsenen välillä ovat yleensä sitä suuremmat, mitä enemmän kalkitusta on annettu. Kolmena ensimmäisenä havaintovuorokautena lämpötila on kalkituissa ruuduissa ollut korkeampi kuin kalkitsemattomassa. Heinäkuun ensimmäisenä päivänä eivät erot ole enää olleet johdonmukaisesti kalkituissa suuremmat. Tämä johtuu siitä, että kalkitsemattomissa ja vähän kalkituissa ruuduissa ohra on kasvanut huomommin kuin hyvin kalkituissa. Näin ollen rehevämpi kasvillisuus on estänyt runsaasti kalkituissa ruuduissa enemmän maan lämpenemistä kuin kasvillisuus muissa ruuduissa.

P-arvot osoittavat, että ensimmäisenä havaintovuorokautena lämpötilaerot kolmen suurim-

KONNUNSUO, turvegeologinen tutkimus

Konnunsuo sijaitsee maamme kaakkoisrajalla Joutsenon, Jääskén ja Nuijamaan pitäjissä ja on maamme eteläosan laajimpia ja tunnetuimpia soita. J a l a s (1928) mainitsee sen kokonaislaajuudeksi n. 3700 ha, mistä valtion osuus on 2152 ha.

AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA TOIMENPITEET

Konnunsuo on ollut kauan ympäristön asukkaiden huomion kohteena ja aloitteita sen kuivattamiseksi viljelystarkoituksia varten on tehty useitakin. Ensimmäinen lienee vuodelta 1844, mutta vasta 1908 tehty anomus johti tulokseen. Tällöin Suomen Suoviljelysyhdistyksen toimesta agr. E. Leisio suoritti suon tutkimuksen (Leisio ja Malm 1912). Sen mukaan suo oli hyvin vetelää, suurimmaksi osaksi puutonta. Läkänsaaret, jotka sijaitsevat suunnilleen suon puolivälin paikkeilla ja joilla nykyinen vankila sijaitsee, jakaa Konnunsuon kahteen, selvästi toisistaan poikkeavaan osaan. Mainittujen saarten länsipuolella on laajoja rimpiä *Sphagnum fuscum* mättäineen. Tällä osalla kasvaa Leision mukaan *Sphagnum cuspidata*-sammalien ohella *Cassandra*, *Betula nana*, *Rubus chamaemorus*, *Andromeda*, *Calluna* ja *Ledum*, paikoitellen myös *Carex*- ja *Eriophorum*-lajeja. Suon itäosan kasvipeitteestä mainitaan *Carex*-lajit, *Equisetum*, *Phragmites*, *Menyanthes*, *Comarum*, *Betula nana* sekä niukemmin esiintyvä *Cassandra*.

Turvekerroksen paksuus on suon keskustassa ollut Leision tutkimuksen mu-

kaan 3.5—5.5 m. Läkänsaarten länsipuolella pinnassa on heikosti maatonutta rahkaturvetta 0.5—1.5 m, syvempänä paremmin maatonutta turvetta, jossa on sarojen, kortteen, ruo'on ja puiden jäännöksiä. Läkänsaarten ympäristössä ja niiden itäpuolella heikosti maatonut rahkakerros on ohut tai se puuttuu.

Mainituissa tutkimuksissa todettiin Läkänsaarten tienoot viljelyskelpoisiksi, sensijaan rahkaisilta suon osilta saataisiin turvepehkuu ja laajoja alueita voitaisiin käyttää polttoturvetteollisuuden tarkoituksiin.

Pian mainittujen tutkimuksien jälkeen sai maanviljelysinsinööri V. M ä k i n e n tehtäväkseen ryhtyä laatimaan kuivatussuunnitelmaa Konnunsuolle. Se valmistui 1913. Hätäaputöinä kaivettiin suolle sittemmin muutamia laskuojia, mutta varsinaisen kuivatustyö pääsi alkuun vasta 1918, jolloin Läkänsaarelle ja sen ympäristöön perustettiin Konnunsuon vankitila ja työvoimana ryhdyttiin käyttämään vankeja.

Konnunsuon melkoiset turvevarat tulivat huomion kohteeksi tämän vuosisadan toisen vuosikymmenen lopulla, jolloin Valtion rautatiet suunnitteli polttoturpeen käyttöä vetureissa. Tämän johdosta Krohn (1934 ja 1947) tutki Konnunsuon 1918. Vaikka tällöin ei vielä turpeenostoon ryhdyttykään, ojitettiin n. 100 ha suon länsiosaa, jota pidettiin polttoturpeen valmistukseen sopivana. Krohn suoritti vielä uuden tutkimuksen suolla 1933 ja totesi tällöin mm., että aikaisempi ojitus oli vaikuttanut turpeen laatuun edullisesti turveteollisuutta ajatellen. Paitsi suon län-

man kalkituksen ja kalkitsemattoman koejäsenen kesken ovat melko luotettavia. Samoin on laita 17. VI suurimman kalkituksen saaneen ja kalkitsemattoman ruudun kesken.

Tutkimuksen perusteella on pääteltävissä, että 36 vuotta sitten suoritettu ja kerran sen jälkeen uudistettu kalkitus on edistänyt *Sph. fuscum* turpeen humifioitumista sinä määrin, että humifioitumisen erilaisuudesta aiheutuneet turpeen fysikaalisten ominaisuuksien muutokset ovat johtaneet myös lämpötilaeroihin

maassa. Lämpötilaerot ilmenevät ainakin 20 cm:n syvyydessä keväällä siksi selvästi, että niitä on pidettävä melko luotettavina. Tänä ajankohtana maan lämpötila on kalkituissa koeruuduissa ollut korkeampi kuin kalkitsemattomassa. Kalkituksen lisääntyessä lämpötila yleensä myös kohoaa. Koeruutujen erilainen kasvillisuus myöhemmin kesällä aiheuttaa sen, etteivät maan lämpötilaerot johdu tällöin yksinomaan maan fysikaalisten ominaisuuksien erilaisuudesta.