

Erkki Lähde

HOPEASAUVAMENETELMÄN KÄYTTÖKELPOISUUS ANAEROBISTEN OLOSUHTEIDEN OSOITAJANA TURVEMAILLA MAAN ERI OSISSA

JOHDANTO

Hopeasauvamenetelmä aerobisten ja anaerobisten olosuhteiden osoittajana maassa perustuu hopean tummumiseen anaerobisissa olosuhteissa, joissa rikkipitoisen orgaanisen aineksen hajaantuessa kehittyy rikkivetyä. Erittyvä rikkivety reagoi hopean kanssa muodostaen sauvojen pinnalle tummaa hopeasulfidia. Aerobisissa olosuhteissa ei tällaista reaktiota pääse syntymään, koska rikkivety hapettuu hapen läsnäollessa ja rikkibakteerien vaikutuksesta muiksi rikkiyhdisteiksi.

Tummumisreaktio on kemiallisena reaktiona luonnollisesti varsin nopea tapahtuma. Lähinnä se on riippuvainen orgaanisen aineksen anaerobisesta hajaantumisnopeudesta eli rikkivedyn erityksen voimakkuudesta. Siihen taas vaikuttavat erilaiset ekologiset tekijät, joista lämpötila lienee ratkaisevin. Toisena merkittävänä tekijänä H₂S-erityksessä on hajaantuvan aineksen rikkipitoisuus.

Benda (1957) ja Burgeff (1961) käyttivät edellä kuvattua menetelmää mikrobiologisissa tutkimuksissaan osoittamaan anaerobisia olosuhteita turpeessa. Tätä menetelmää on Etelä-Suomen olosuhteissa soveltanut Lähde (1969) tutkiessaan aerobisten ja anaerobisten olosuhteiden rajakohtaa ojitetuilla ja luonnon-

tilaisilla soilla. Kyseistä rajakohtaa hän on kutsunut aerobisuusrajaksi todeten sen olevan kiinteässä riippuvuussuhteessa pohjaveden syvyyteen ja pohjaveden muutosten heijastuvan myös aerobisuusrajan muutoksissa.

Saatujen tulosten perusteella kyseinen hopeasauvamenetelmä näyttäisi nopeana ja helpokäyttöisenä olevan käyttökelpoinen ainakin Etelä-Suomen olosuhteissa aerobisuusrajan osoittajana.

Nyt esitettävässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään, voidaanko kyseistä menetelmää yhtä menestyksellisesti käyttää myös maamme pohjoisemmissa osissa.

Tutkimus on tehty Valtion Maatalous-metsätieteellisen toimikunnan myöntämän apurahan turvin, josta tässä yhteydessä esitän kiitokseni.

TUTKIMUSKOHTEET JA KOEMENETTELY

Kokeet tehtiin kesällä 1968 elokuun lopulla. Kohteiksi valittiin eräitä luonnontilaisia sekä ojitetuja soita eri osissa maatamme (kuva 1). Eteläisin koalue sijaitti Metsähallituksen Korkeakosken hoitoalueessa, Hyytiälässä ja pohjoisin n. 5 km Sodankylän eteläpuolella. Yhteensä koaloja kertyi 10 kpl, joista esitetään lyhyt kuvaus suotyypin ja ojituksen osalta seuraavassa luettelossa.

ment of Peatland Forestry, Finnish Forest Research Institute, in order to solve work efficiency and technical problems involved with forest draining with plows and light excavators. The field studies were continued during the fall of the same year. In the spring of 1969 further investigations were made into the techniques of plowing as well as the equipment constructed for breaking the soil ice and removing the snow (Fig. 2—7).

The results obtained from these studies will be published in the series of the Forest Research Institute. For this reason they are dealt

with only briefly in the present connection (Tables 1 and 2). It can be seen from the results, however, that soil ice is the factor of greatest importance among those arresting the work both of plows and light excavators. The efforts required to break the soil ice together with the hard frost are the main reasons for breakdown of the machinery. Digging can be speeded up and lightened to a considerable degree, however, using special equipment for breaking the soil ice. Compared with the soil ice snow is of minor importance as a factor arresting work.

Koeala 1: Juupajoki, Hyytiälä, luonnontilainen lyhytkortinen neva.

Koeala 2: Haapavesi, v. 1965 ojitettu tupasvilläräme, etäisyys ojasta 5 m.

Koeala 3: Kuten edellinen, mutta etäisyys ojasta 10 m.

Koeala 4: Kuten edellinen, mutta etäisyys ojasta 20 m.

Koeala 5: Simo, Marsniemi, n. v. 1958 ojitettu tupasvilläräme, etäisyys ojasta 5 m.

Koeala 6: Kuten edellinen, mutta etäisyys ojasta 10 m.

Koeala 7: Rovaniemen maalaiskunta, luonnontilainen lyhytkortinen neva.

Koeala 8: Rovaniemen maalaiskunta, luonnontilainen tupasvilläräme.

Koeala 9: Sodankylä, luonnontilainen rimpiletto.

Koeala 10: Sodankylä, luonnontilainen lyhytkortinen räme.

Kokeissa käytettyä hopeasauvamenetelmää on aikaisemmin kuvattu perusteellisesti (Lä h d e 1969), joten tässä yhteydessä on tarpeen vain lyhyesti esittää käytettyjen sauvojen rakenne ja koemenettely. Sauvat valmistettiin 7 mm:n

paksuisesta messinkiputkesta. Ne hopeoitiin maahan upotettavalta 50 cm:n pituiselta osalta kastamismenetelmää käyttäen (valmistaja Painometalli Oy, Helsinki). Tarkasti ottaen pitäisi siis puhua hopeoiduista sauvoista.

Kullekin koealalle upotettiin 10 sauvaan n. 1 m:n etäisyydelle toisistaan riviin siten, että ojitetulla suolla rivit olivat samansuuntaisia läheisimmän ojan kanssa. Koska kokeet tehtiin saman henkilön toimesta yhden koematkan aikana, ei sauvojen upotusta ja nostoa voitu koealoilla tehdä samanaikaisesti. Keskimäärin sauvat olivat upotettuina maahan 3 vuorokauden ajan, tosin Sodankylän koealoilla (koealat 9 ja 10) sauvoja pidettiin upotettuina viisi vuorokautta.

Hopeasauvojen tummuminen luokiteltiin kolmeen luokkaan siten hieman poiketen L ä h t e e n (1969) käyttämästä kaksiasteisesta luokituksesta. Käytetyt luokat olivat seuraavat:

1. Tummuminen heikokkoa ja laikuttaista, sauvojen pituussuntaan yli 1 cm:n suuruiset tummumat kohdat huomioitiin mittauksissa, merkintä — —

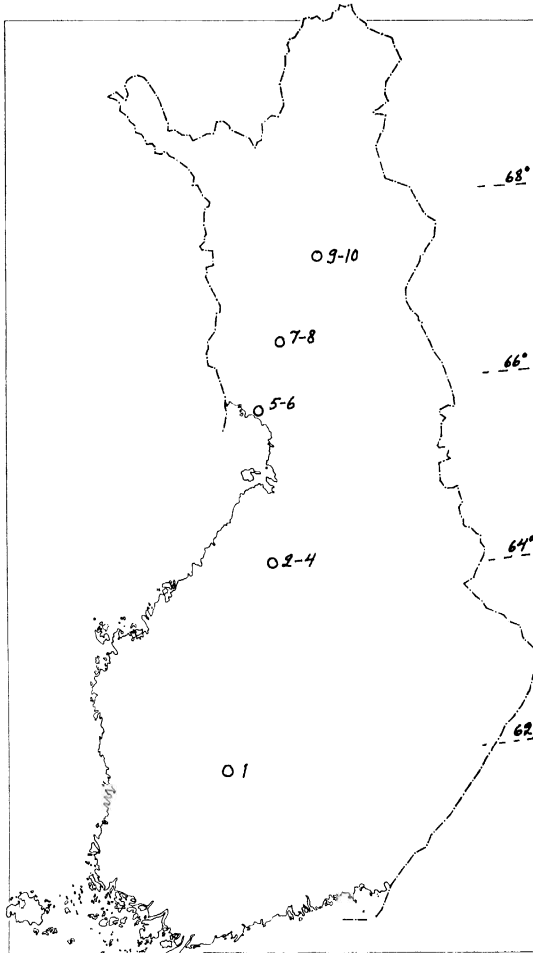
1. *Discoloration weak and dotted, indication* — —
2. Tummuminen yhtenäistä ja selvästi havaittavaa, merkintä —

2. *Discoloration consistent and clearly discernible, indication* —
3. Tummuminen yhtenäistä ja voimakasta, merkintä =

3. *Discoloration consistent and strong, indication* =

Taulukko 1. Hopeasauvojen tummuminen maanpinnasta mitattuna koealalla 1.

Table 1. Discoloration of silver rods in sample plot 1. 0 = the ground surface.



Kuva 1. Koealojen sijainti.
Fig. 1. Location of the sample plots.

Sauva Rod	Tummuminen, cm ¹) Discoloration, cm
1	0 — 5 = 9 — 39 — 50
2	0 — 4 = 9 — 37 — 50
3	0 — 2 — 29 — 50
4	0 — 2 — 23 — 50
5	0 — 4 = 24 — 29 — 50
6	0 — 3 — 21 — 46
7	0 — 4 — 15 — 50
8	0 — 7 = 16 — 50
9	0 — 5 — 31 — 50
10	0 — 3 = 11 — 27 — 50
Aerobisuusraja — <i>Aerobic limit</i> , cm	
\bar{X}	0

¹) Tummuusluokitus ks. yllä.

For an explanation of the symbols of discoloration, see above.

Taulukko 2. Hopeasauvojen tummuminen maanpinnasta mitattuna koealoilla 2—4.

Table 2. Discoloration of silver rods in sample plots 2—4. 0 = the ground surface.

Sauva Rod	Koeala n:o — Sample plot no		
	2	3	4
Tummuminen — Discoloration, cm ¹⁾			
1	5 — 15	24 — 28	12 — 40
2	38 — 39	24 — 25	11 — 13
3	33 — 37	7 — 8, 25 — 29, 40 — 45	3 — 10, 14 — 30
4	5 — 6	27 — 48	4 — 8
5	40 — 50	9 — 10, 25 — 27	25 — 27
6	36 — 50	28 — 46	10 — 17
7	4 — 50	26 — 30	5 — 7 — 9
8	4 — 8, 44 — 45	20 — 24, 35 — 36, 36 — 42	6 — 7
9	1 — 25, 40 — 50	0 — 3, 20 — 27, 42 — 43	15 — 35
10	41 — 50	25 — 36	28 — 50
Aerobisuusraja — Aerobic limit, cm			
\bar{X}	20.7	19.0	11.9

Todettakoon vielä, että koealoilta ei mitattu pohjaveden syvyyttä eikä myöskään puustotietoja tai tutkittu turpeen ominaisuuksia.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA

Luonnontilaisilla avosuon tai vähäpuustoisien suotyypin koealoilla H₂S-eritys hopeasauvojen

tummumisen indikoimana oli varsin voimakasta sekä Etelä-Suomessa (koeala 1, taulukko 1) että Rovaniemen korkeudella pohjoisessa (koealat 7 ja 8, taulukko 4), mutta molemmilla Sodankylän koealoilla tummuminen oli varsin heikkoa (koealat 9 ja 10, taulukko 5), vaikka sauvat olivat maahan upotettuina viime mainituilla koealoilla peräti viiden vuorokauden

Taulukko 3. Hopeasauvojen tummuminen maanpinnasta mitattuna koealoilla 5 ja 6.

Table 3. Discoloration of silver rods in sample plots 5 and 6. 0 = the ground surface

Sauva Rod	Koeala n:o — Sample plot no	
	5	6
Tummuminen — Discoloration, cm ¹⁾		
1	38 — 48 — 50	15 — 18, 24 — 35 — 50
2	34 — 37, 42 — 46 — 50	24 — 30 — 40 — 50
3	37 — 42 — 50	27 — 50
4	34 — 39 — 47 — 50	31 — 42 — 50
5	39 — 50	28 — 32 — 46 — 50
6	34 — 38 — 47 — 50	34 — 42 — 50
7	44 — 50	34 — 50
8	40 — 44 — 50	30 — 43 — 50
9	38 — 50	23 — 50
10	40 — 45 — 50	28 — 35 — 50
Aerobisuusraja — Aerobic limit, cm		
\bar{X}	37.8	24.4

¹⁾ Tummuusluokitus ks. s. 40.

For an explanation of the symbols of discoloration, see p. 40.

Taulukko 4. Hopeasauvojen tummuminen maanpinnasta mitattuna koealoilla 7 ja 8.

Table 4. Discoloration of silver rods in sample plots 7 and 8. 0 = the ground surface.

Sauva Rod	Koeala n:o — Sample plot no	
	7	8
	Tummuminen — Discoloration, cm ¹)	
1	3 = 8— 13 — 50	4 = 13 — 35 — 50
2	3 = 10 — 12 — 47	3 = 13 — 25 — 50
3	4 — 6 — 13 — 50	7 = 16 — 31 — 47
4	3 — 4 = 8 — 46	4 = 16 — 20 — 50
5	3 — 7 — 35, 40 — 50	0 — 4 = 15 — 25 — 50
6	4 = 7 — 20 — 32, 45 — 47	0 — 2 = 11 — 24 — 50
7	4 — 8 = 13 — 48	1 = 7 — 25 — 50
8	3 = 7 — 20 — 25	4 — 7 = 14 — 27 — 50
9	7 = 13 — 17 — 27, 40 — 47	5 = 8 — 20 — 50
10	3 — 7 — 8 — 46	2 = 9 — 25 — 50
\bar{X}	Aerobisuusraja — Aerobic limit, cm	
	3.7	3.0

ajan ja vaikka pohjavesi oli erittäin korkealla, josta johtuen olettaisi rikkivedyn erittymisen olevan varsin voimakasta ja aerobisuusrajan siten esiintyvän hyvin lähellä maan pintaa. Syyt tähän eroon eivät ole tämän tutkimuksen puitteissa selvitettävissä. Korkeintaan voidaan esittää olettaus, että erot johtuvat anaerobisen hajaantumisen hitaudesta aiheutuen lämpö-

tilan alhaisuudesta tai rikkipitoisen orgaanisen aineksen hajaantumisesta muiksi anaerobisiksi kaasuiksi, esim. merkaptaaniksi. Muilla kuin Sodankylän koealoilla jatkui tummuminen varsin voimakkaana ainakin mitatun 50 cm:n syvyyteen asti.

Tuloksia voidaan tarkastella jonkin verran myös ojituksen vaikutuksen osalta (koealat 2—

Taulukko 5. Hopeasauvojen tummuminen maanpinnasta mitattuna koealoilla 9 ja 10.

Table 5. Discoloration of silver rods in sample plots 9 and 10. 0 = the ground surface.

Sauva Rod	Koeala n:o — Sample plot no	
	9	10
	Tummuminen — Discoloration, cm ¹)	
1	15 — 16, 38 — 39	4 — 17, 42 — 43
2	17 — 18, 41 — 42	25 — 26, 40 — 46
3	14 — 15, 37 — 38	14 — 15, 38 — 45
4	14 — 15, 37 — 39	25 — 33, 42 — 45
5	16 — 17, 40 — 41	0 — 3, 7 — 46
6	0 — 1, 16 — 17	2 — 44
7	13 — 14, 36 — 37	27 — 44
8	4 — 7, 38 — 39	10 — 32
9	15 — 16, 43 — 45	8 — 17
10	4 — 7, 40 — 41	20 — 24, 42 — 45
\bar{X}	Aerobisuusraja — Aerobic limit, cm	
	11.2	13.5

1) Tummuusluokitus ks. s. 40.

For an explanation of the symbols of discoloration, see p. 40.

6, taulukot 2 ja 3). Vain 3 vuotta aikaisemmin ojitetun tupasvillärämeen koealoilla tummuminen oli varsin heikkoa ja laikuttaista (koealat 2—4). Tämä lienee seurauksena pohjaveden nopeasta syvenemisestä ojituksen jälkeen, jolloin turpeeseen jää runsaasti ilmatilaa ja olosuhteet muuttuvat aerobisiksi. Vasta muutamia vuosia ojituksen jälkeen turpeen painumisen ja pohjaveden tason vakiintumisen seurauksena olosuhteet muiltakin osin vakiintuvat turpeessa. Tätä käsitystä tukevat tulokset Simon koealoilta (koealat 5 ja 6, taulukko 3), joilla H₂S-eritys kummassakin tutkitussa tapauksessa on hyvin tasaista. Tämä alue oli ojitusiältään jo

huomattavasti vanhempaa kuin Haapaveden koealue. Ojitusiäksi arvioitiin n. 10 vuotta.

Kyseistä käsitystä tukevat myös taulukoissa esitetyt aerobisuusrajan keskiarvot ja hajonta. Ojaetaisuuden vaikutus aerobisuusrajan syvyyteen on selvästi todettavissa.

Edellä esitettyyn perustuen voidaan todeta hopeasauvamenetelmän soveltuvan anaerobisten olosuhteiden ja aerobisuusrajan osoittajaksi maan eri osissa. Sodankylän leveysasteilla on kuitenkin havaittavissa jonkinlaista poikkeavuutta, mutta sen merkitys metsäojitusta ajateltaessa on vähäinen, koska kyseiset alueet kuuluvat jo viidenteen ilmastovyöhykkeeseen.

KIRJALLISUUTTA

- B e n d a, I. 1957. Mikrobiologische Untersuchungen über das Auftreten von Schwefelwasserstoff in den anaeroben Zonen des Hochmoores. Arch. Mikrobiol. 27:337—374.
- B u r g e f f, H. 1961. Mikrobiologie des Hochmoores mit besonderer Berücksichtigung der Erikazeen-Pilz-Symbiose. Stuttgart.

- L ä h d e, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peat soils with special reference to oxidation-reduction conditions. Acta Forest. Fenn. 94.

SUMMARY:

ON THE USABILITY OF THE SILVER ROD METHOD IN INDICATING ANAEROBIC CONDITIONS OF PEAT SOILS IN DIFFERENT PARTS OF FINLAND

The paper deals with the usability of the so-called silver rod method (L ä h d e 1969) as a means of indicating the aerobic limit and anaerobic conditions in peat soils with special reference to the differences between southern and northern Finland (Fig. 1). The results show that the method can be used at least up to the arctic circle and probably even farther

north. A drawback in the northernmost parts of the country is their low soil temperature because of which decomposition of organic matter is extremely slow; this, in turn, makes release of hydrogen sulfide, which indicates anaerobic conditions, too weak to be clearly visible on the rods.

SUOSEURAN KESÄRETKEILY

tehdään Kaakkois-Suomeen 10—11. 8. 1970. Tutustumiskohteina on turpeen käyttöä ja turveteollisuutta Kymn Oy:n laitoksilla ja Konnunsuolla, Enso-Gutzeit Oy:n taimitarha, metsänlannoituskoekenttiä Sippolan Kaihllassuolla, Haukkasuolla ja Ruokolahden Eräjärvensuolla sekä Huhtisuon ja Latosuon hydrologiset koekentät Ruokolahdella. Lisäksi esitellään soiden kehityshistoriaa ja luonnonsuojelukysymyksiä eri kohteissa.

Kokoontuminen Kouvolan asemalla 10. 8. klo 11.00 ja paluu Kouvolaan 11. 8. noin klo 21.00. Matkat suoritetaan linja-autolla.

Käytännöllisten järjestelyjen vuoksi pyydetään ilmoittautumiset suorittamaan kesäkuun loppuun mennessä sihteerille, dipl.ins. Ilpo Mikolalle, osoite Itäpääntie 18, Niittykumpu, puh. toimeen 659 155, kotiin 428 917 tai taloudenhoitajalle, metsänhoitaja Allan Antolalle, osoite Kml Tapio, Salomonkatu 17 B, Helsinki 10, puh. toimeen 645 901, kotiin 428 253.