

SUO

Vol. 30

1979, N:o 2

25. 6. 1979

Julkaisija — Publisher:
SUOSEURA — FINNISH PEATLAND SOCIETY
Toimituskunta — Editorial board:
Kimmo Tolonen (puh.joht. — chairman), Erkki Ahti,
Hannu Mannerkoski, Eino Lappalainen,
Jukka Laine (päätoimittaja — editor)

Toimitus — Office:
Unionink. 40 B
00170 Helsinki
Finland

Tilaushinta, 32 mk
Subscription price
32 Finnish marks

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Juha Menonen¹ & Juhani Päivänen²

Suo 30, 1979 (2): 17—25

POLTTOTURVESUON LISÄKUIVATUS SALAOJITUKSELLE

ADDITIONAL DRAINAGE WITH SUBSURFACE DRAINS IN A MILLED PEAT HARVESTING SITE

JOHDANTO

Polttoturvesuon ojaston rungon muodostavat lasku-, reuna-, veto- eli kokooja- ja lohko-ajat (kuva 1). Varsinaisia kuivatusoja ovat sarkaojat, joilla lohkot jaetaan 20 metriä leveisiin sarkoihin. Sarkaojilla kerätään pinta- ja pintakerrosvalunnan vedet ja johdetaan ne veto- eli kokoojajoihin. Putkiojia käytetään avo-ojien päissä, jotta turpeen korjuuseen käytettävillä koneilla olisi esteetön liikkumisvyöhyke poikki sarkojen. Koneiden liikkuminen vaatii tehokkaan kuivatuksen, minkä aikaansaamiseksi käytetään salaojia. Salaojia käytetään myös avo-ojien korvaajina esim. auma-alueilla.

Turvesuon kuivatuksen tavoitteena on alentaa pohjavedenpintaa siten, että saran keskelläkin veden kapillaarinen nousu turpeen pintaan saadaan ehkäistyksi. Keskinertaisesti maatuneessa saraturpeessa on tensiometrimittauksilla voitu osoittaa, että veden kapillaarinen nousunopeus lähelle turpeen pintaa (5—10 cm:n syvyyteen) hidastuu merkittävästi, kun pohjavedenpinnan etäisyys mainitusta kerroksesta kasvaa noin 60 cm:ksi (Päivänen 1973).

Käytössä oleva tekniikka ja kalusto edel-

lyttävät turvesoilla edellä mainittua 20 metrin sarkaleveyttä. Tavanomaisimmin avoajat tehdään traktorikaivureilla tai kaivukoneilla ja ojasyvyytenä käytetään 1.5 metriä. Turpeen heikon vedenläpäisevyyden vuoksi ojien syvyyttä lisäämällä voidaan vain vähän vaikuttaa keskisaralla saavutettavaan kuivatussyvyyteen (esim. Meshechok 1969). Salaojituksella voitaneen sitä vastoin täydentää avo-ojituksella aikaansaatu kuivatusta.

Käsillä olevassa työssä on tavoitteeksi asetettu selvittää eräiden salaojitusvaihtoehtojen käyttökelpoisuutta ja erityisesti niillä saavutettavaa kuivatussyvyyttä polttoturvesuolla.

SALAOJITUKSEN KEHITTYMINEN

Polttoturpeen korjuuta on maassamme harjoitettu jo yli sadan vuoden ajan. Alusta asti myös salaojia on käytetty turvesoiden kuivatuksessa. Salaojien käyttökelpoisuutta selvitellessä metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksessa on tehty havaintoja jopa 54 vuotta vanhoista, edelleen toimivista holvisalaojista, jotka oli alunperin tehty polttoturvesuolle, vaikka kenttä myöhemmin olikin jäänyt metsänkasvulle (Aitolahhti 1972).

Salaojituksella saavutetaan useita etuja avo-ojitukseen verrattuna. Salaojat toimi-

Kirjoittajien osoitteet — *Authors' addresses:*

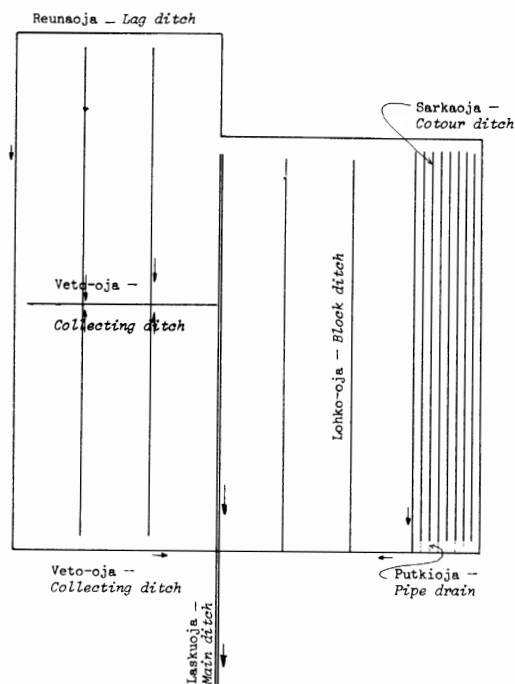
¹ Solkinkatu 8 E 88, 33710 Tampere 71

² Metsäteho, Opastinsilta 8 B, 00520 Helsinki 52

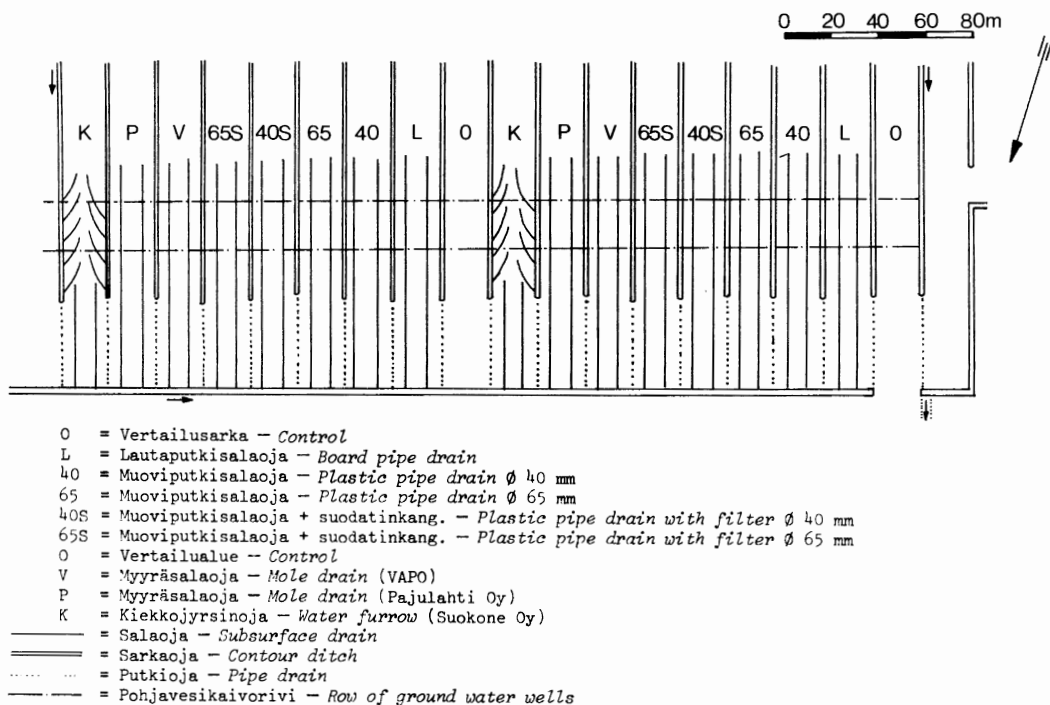
vat myös talvella; pohjavesipinta saadaan pysymään riittävän syvällä ja korjuukausi voidaan aloittaa aikaisemmin kuin avo-ojitetulla alueella. Avo-ojat aiheuttavat turvekentällä lisäksi hukkatilaa ja estävät koneiden liikkumista (Suoninen 1976).

Metsäojituksessa salaojituksella aikaansaadaan myös puuston juuristolle lisää tilaa ja katsotaan, että ojanperkaustarve on vähäisempää kuin avo-ojitetulla alueella (Aitolahhti 1971). Kuivatustehoa koskevat selvitykset ovat sitä vastoin osin ristiriitaisia. Verrattaessa risuriukusalojitetun ja avo-ojitetun alueen vesisuhteita 12 vuotta vanhalla metsäojitusalueella voitiin todeta, etteivät ne kasvukauden aikana pohjavesipinnan etäisyyden kestoja tai valuntasuhteittensa puolesta oleellisesti poikenneet toisistaan (Laine 1974). Toisaalta eräässä avosuolla tehdyssä eri sarkaojatyypin hydrologisessa vertailussa todettiin, että muoviputkisalaojilla päädytään merkittävästi heikompaan kuivatukseen kuin avo- tai pystyluiskaisilla ojilla samoissa sarkaleveys- ja kaltevuusolosuhteissa (Päivänen 1976).

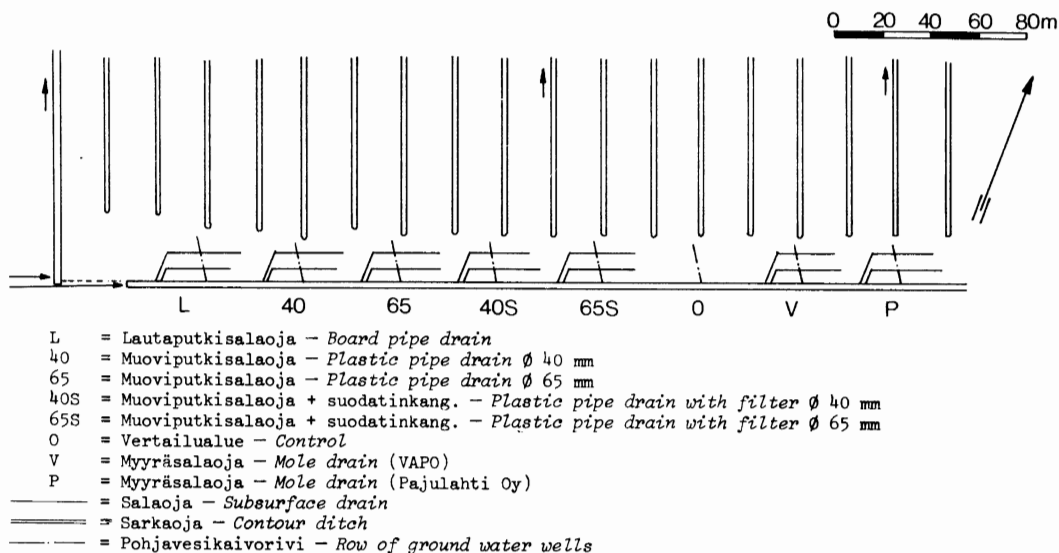
Polttoturvesuolla salaojan kaltevuuden tulisi olla 0.1 . . . 0.3 % ja sijaita 1.2 . . . 1.5 metrin syvyydessä. Yleisimmin käytetään lautaputkisalaojaa, jolla vesi johdetaan sarkaojasta veto-ojaan. Salaoja toimii tällöin samalla putkiojan tavoin. Myös



Kuva 1. Kaavakuva jyrksinturvekentän ojituksesta. Fig. 1. The layout of the drainage system for a milled peat harvesting site.



Kuva 2. Koejärjestely sarka-alueella. Fig. 2. The experimental desing in the strip area.



Kuva 3. Koejärjestely auma-alueella.

Fig. 3. The experimental design in the rick area.

myyräsalaojia on kokeiltu, joskin niiden kuivatustehoa on toistaiseksi tutkittu varsin vähän (esim. Oravainen 1978). Turpeen korjuu ja konsolidaatio (painuminen) pienentävät salaojan ja turvekentän pinnan välistä etäisyyttä. Materiaalisalaojat (seinämälliset ja täytteelliset) tulevat aikanaan näkyviin ellei niiden sijoitusyvyyttä muuteta. Materiaalittomista salaojista ei sitä vastoin ole haittaa turvekentän pinnan läheisyydessä alkuperäistä salaojitusyvyyttä, ja ne voidaan tarpeen vaatiessa tehdä uudelleen.

TUTKIMUSALUE JA TURPEEN LAATU

Tutkimuksen kenttätöitä suoritettiin kesällä 1978 VAPOn Pohjois-Savon turvepiirissä Kiuruvedellä sijaitsevalla Kaikon-suolla. Alueen vuosisadanta on 500 . . . 600 mm. Koealueen turpeen laatu on seuraava.

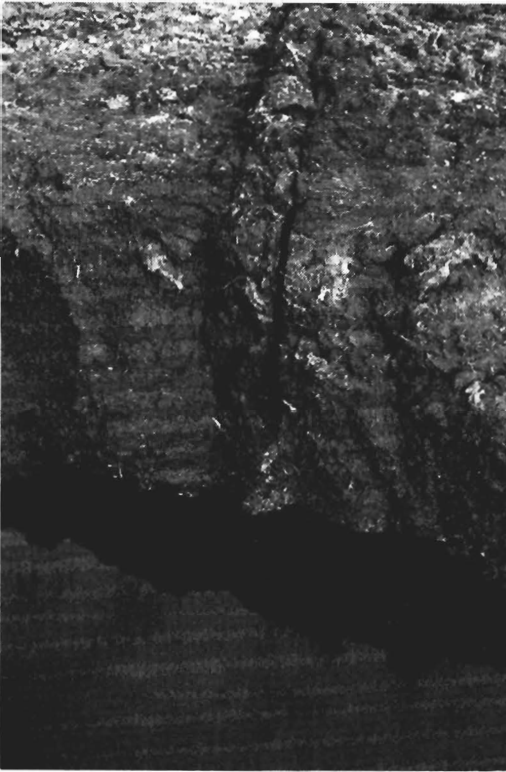
Kerros, m	Turvelaji	Maatumisaste (von Post)
0.0 . . . 0.1	S-t	H2
0.1 . . . 0.2	S-t	H3
0.2 . . . 0.35	LC-t	H3 . . . 4
0.35 . . . 1.0	EqC-t	H4 . . . 5
1.0 . . .	SC-t	H6

Juha Menonen on Valtion polttoainokeskuksen (VAPO) toimeksiannosta kerännyt tämän tutkimuksen aineiston ja laatinut aiheita käsittelevän diplomityön Tampereen teknilliseen korkeakouluun apul. prof. Veikko Lappalaisen johdolla. Vapon puolesta työn valvojana on toiminut metsänhoitaja Tapani Pekuri. Juhani Päivänen ja Juha Menonen ovat mainitulta pohjalta yhdessä laatineet käsillä olevan työn käsikirjoituksen.

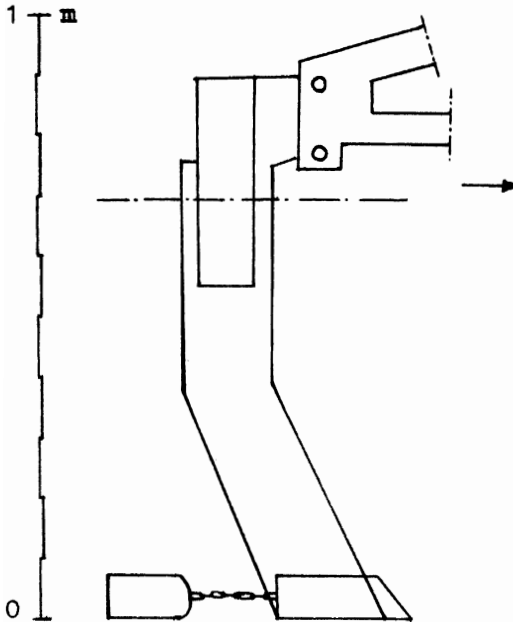


Kuva 4. Pajulahti Oy:n myyräsalaojituskone.

Fig. 4. Mole drain trencher manufactured by Pajulahti Oy.



Kuva 5. Pajulahti Oy:n myyräsalaajituskoneella tehty oja.
Fig. 5. Mole drain made by the Pajulahti Oy mole drain trencher.



Kuva 6. VAPO:n myyräsalaajituskoneen toimintaperiaate.
Fig. 6. Function of the mole drain plow manufactured by VAPO.

Turpeen fysikaalisia ominaisuuksia selvitetiin suuntaa-antavasti 0.6 . . . 0.8 metrin syvyydestä. Mittaukset suoritettiin Tampereen teknillisen korkeakoulun pohjarakennuksen ja maamekaniikan laboratoriossa. Turpeen todelliseksi tilavuuspainoksi saatiin 0.128 g/cm³. Vakiopainekokeena (ks. Helenelund 1971, s. 46) määritetty vedenläpäisevyys vaakasuoraan suuntaan oli kahden rinnakkaisnäytteen perusteella 25 . . . 29 × 10⁻⁵ cm/s. Vedenläpäisevyys oli siten samaa suuruusluokkaa kuin, mihin muissakin tutkimuksissa samankaltaisen turpeen kohdalla on päädytty (esim. Baden ja Eggelsmann 1963, Päivänen 1973).

SALAOJIEN SIJOITTELU JA KOKEILLUT SALAOJITUSVAIHTOEHDOT

Salaojituskoekenttiä oli kaksi: sarka-alue ja auma-alue. Sarka-alueelle salaojat sijoitettiin kahtena toistona, auma-alueelle kertaalleen. Tilanpuutteen vuoksi auma-alueelta jätettiin pois kiekkojyrsimellä tehtävät ojat.

Koalueiden salaojittaminen aloitettiin 10. 5. 1978 sarka-alueelta. Ojat kaivettiin salaojakauhalla varustetulla Valmet Valtra-traktorikaivurilla. Työtä haittasi routa, jonka paksuus oli 0,20 . . . 0,40 m. Routaisen pinnan leikkaamisessa käytettiin moottorisahaa. Kesäkuun 2. päivään mennessä saatiin materiaalisalaojat sijoitettua turvekenttään. Salaojaputket sijoitettiin 1.0 . . . 1.3 m:n syvyyteen ja kaltevuudeksi pyrittiin saamaan 0.1 . . . 0.3 %. Sarka-alueella salaojien pituus oli 100 m ja auma-alueella 40 m.

Sarka-alueella salaojat sijoitettiin kullekin saralle 6 m päähän sarkaojista niiden suuntaisesti siten, että salaojista tuleva vesi virtasi reunaojaan (kuva 2). Sarka jaettiin siten kolmeen yhtä leveään osaan. Auma-alueella salaojien sijoituksessa noudatettiin samantapaista periaatetta: auma-alue, jonka leveys oli 20 m, jaettiin kolmeen yhtä leveään osaan salaojilla, jotka päättyivät reuna ojaan (kuva 3).

Materiaalittomat salaojat tehtiin roudan sulattua kesäkuun loppupuolella salaojitus-koneilla, joista kaksi teki myyräsalaajan ja yksi kiekkojyrsinojan. Koneiden peruskoneena käytettiin Valmet 702 S -traktoria.

Pajulahti Oy:n salaojituskone toimii ruuviperiaatteella nostaen tekemästään myyräojasta turpeen kentän pinnalle (kuvat 4 ja 5). Myyräoja tulee 1,2 m syvyyteen. Ruuvi saa voimansa vetokoneen voimansiirrosta



Kuva 7. Suokone Oy:n kiekkojyrsin.
Fig. 7. Disc trencher manufactured by Suokone Oy.

mekaanisesti. Vapon myyräsalaoituskoneen toimintaperiaate ilmenee kuvasta 6. Koneen tekemän salaojan etäisyys turvekentän pinnasta on 0,75 m. Suokone Oy:n valmistamalla kiekkojyrsimellä (kuva 7) ojitus suoritettiin muista poiketen. Koneella salaojat ajettiin lähtemällä vinosti sarkaojista. Yhden ojan pituus oli noin 15 m ja ojia tuli 4 . . . 5 kappaletta kummallekin puolelle sarkaa (kuva 2). Syynä poikkeavaan ajotyyliin oli koneen tekemän jyrinraon mataluus, 0,6 m.

Materiaalisalaojatyypppejä oli viisi: lautaputkisalaoja (sisäpinta-ala 65,4 cm², kuva 8), kaksi erikokoista muoviputkisalaojaa (sisäpinta-alat 12,6 ja 31,6 m²) sekä samankokoiset muoviputket ympäröitynä suodatinkankaalla.

Muoviset salaojaputket olivat Oy Nokia Ab:n valmistamia Veto PVC -muoviputkia, joiden sisähalkaisijat olivat 40 ja 65 mm (kuva 9). Samankokoisia muoviputkia käytettiin Fibertix-suodatinkankaalla ympäröitynä. Suodatinkangas kiinnitettiin muovi-



Kuva 8. Lautaputkisalaojan elementtejä.
Fig. 8. Elements of board pipe drain.

putkien ympärille 20 cm levyisinä suika-leina (kuva 10).

SUORITETUT MITTAUKSET

Salaojien vaikutusta pohjavedenpintaan tarkkailtiin pohjavesikaivojen avulla. Sarka-alueella pohjavesikaivoja oli kahdessa rivissä, joissa kussakin 5 kaivoa/sarka. Kaksi kaivoista sijoitettiin salaojakaivantoon salaojien asentamisen yhteydessä (kuva 9), muut kaivot salaojien tai sala- ja avo-ojan puoliväliin.

Pohjavesikaivot tehtiin Polynal-viemäriputkesta (ø 110 mm), johon oli porattu reikiä (ø 10 mm) 30 . . . 40 kpl/putki. Niiden pituus oli 1,3 m ja ne varustettiin laudoista tehdyillä avattavilla kansilla. Pohjavesikaivot sijoitettiin kenttään kairaamalla turpeeseen noin kaksi metriä syvä reikä (ø 180 mm) sekä upottamalla kaivojen kannet 0,2 . . . 0,7 m syvyyteen kentän pinnasta, jotta koneiden liikkuminen ei vahingoittaisi kaivoja.



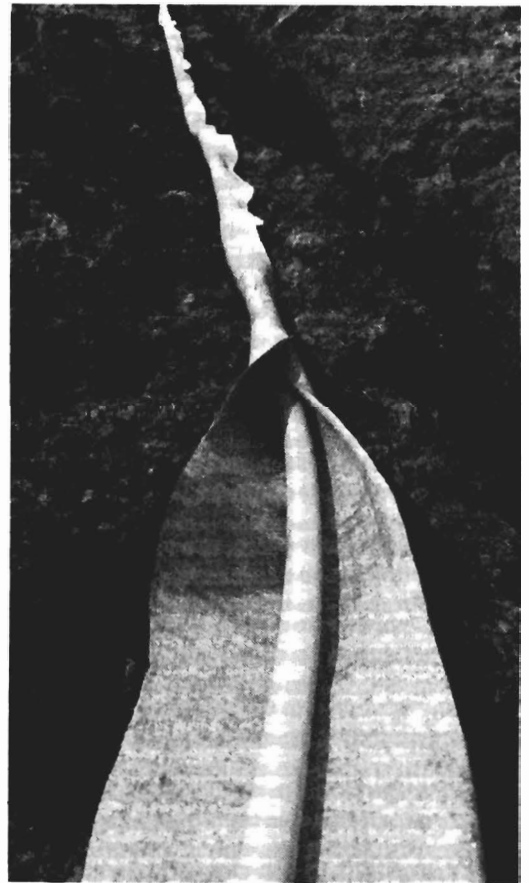
Kuva 9. Muovisalaojaputken ja pohjavesikaivon sijoittaminen kaivantoon.

Fig. 9. Plastic pipe and a ground water well before filling up a subsurface drain.

Pohjaveden pinnan etäisyyden mittaus suoritettiin kerran viikossa. Samalla mitattiin pohjavesikaivojen kansien etäisyys turvekentän pinnasta. Pohjavesikaivojen kannet olivat vertailutasoina. Sarkaojissa oli 0-tasomerkit, joista pohjavesikaivojen tarkastamisen yhteydessä luettiin vedenpinnan etäisyys sarkaojissa. Pohjavesikaivojen kansien ja sarkaojissa olevien merkkien korkeudet vaaittiin kesän aikana kahdesti. Vaaitusten perusteella havaittiin, ettei suola tapahtunut sanottavasti painumista. Pohjavesikaivot sijoitettiin myös salaojittamattomille vertailusaroille.

ERI SALAOJITUSVAIHTOEHTOJEN KUIVATUSTEHO

Pohjavesipinnan etäisyydet turvekentän pinnasta mitattiin kerran viikossa sarkaluueella 6. 6. ja auma-alueella 14. 6. 1978



Kuva 10. Muovisalaojaputken päällystäminen suodatinkankaalla.

Fig. 10. Coating a plastic pipe with a filter cloth.

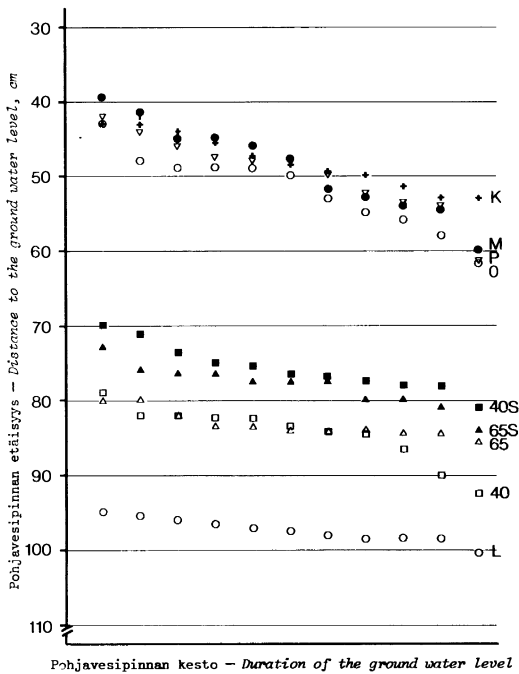
alkaen. Mittauskertoja kertyi vastaavasti 11 ja 9.

Tutkimuskauden kuukausisadannat (mm) olivat seuraavat:

	Kaikonsuo	Keskiarvo 1931—60 (lisalmi)
Kesäkuu	3.0	59.0
Heinäkuu	141.0	69.0
Elokuu	30.0	67.0
Yhteensä	174.0	195.0

Kesä- ja elokuu 1978 olivat normaalia vähäsateisemmat, kun taas heinäkuun sademäärä oli yli kaksinkertainen pitkän ajanjakson keskiarvoon nähden. Täten myös pohjavesipinnan etäisyys turvekentän pinnasta oli pienimmillään mittauskauden aikana heinäkuussa.

Eri salaojitusvaihtoehtojen kuivatustehoa tarkasteltiin pohjavesipinnan etäisyyden



Kuva 11. Salaojitusvaihtoehtojen vaikutus pohjavesipinnan etäisyyden keston sarka-alueella.

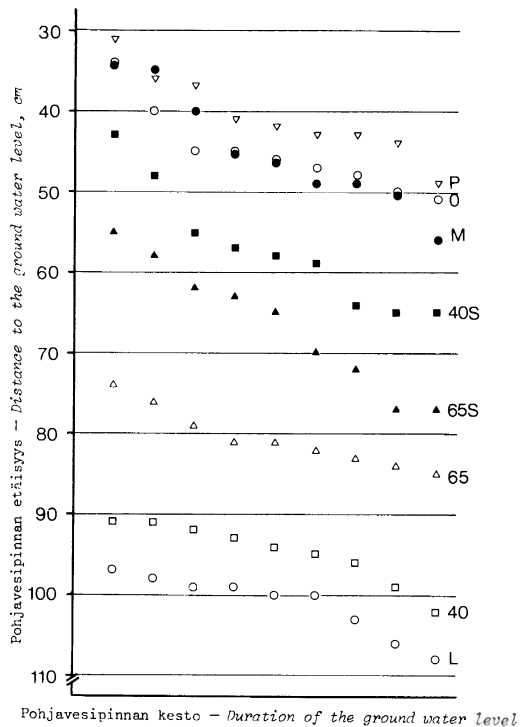
Fig. 11. The effect of different kinds of subsurface drains on the duration of the ground water level in the strip area.

Merkinnät — Codes:

- O = vertailu — control
- L = lautaputkisalaoja — board pipe drain
- 40 = muoviputkisalaoja — plastic pipe drain (ø 40 mm)
- 65 = muoviputkisalaoja — plastic pipe drain (ø 65 mm)
- 40S = muoviputkisalaoja suodatinkankaalla — plastic pipe drain with filter (ø 40 mm)
- 65S = muoviputkisalaoja suodatinkankaalla — plastic pipe drain with filter (ø 65 mm)
- M = myyräsalaoja — mole drain (VAPO)
- P = myyräsalaoja — mole drain (Pajulahti Oy)
- K = kiekkojyrinoja — water furrow (Suokone Oy)

keston. Kunkin mittauskerran pohjavesimittausten keskiarvot asetettiin suuruusjärjestykseen koejäsenittäin siten, että kulkein aikavälille (yleensä yksi viikko) asetettiin yhtäsuuri pituusyksikkö x-akselille ja y-akselille merkittiin pohjavesipinnan etäisyydet turvekentän pinnasta (vrt. Heikurainen 1971).

Sarka-alueella (kuva 11) salaojittamattomien sarkojen pohjavesipinnan etäisyyksien keskiarvot vaihtelivat mittauskauden aikana 50 cm:n kahta puolta. Kokeiluilla myyräsalaojitusvaihtoehdoilla tai kiekkojyrinojalla ei ole pystytty vaikuttamaan pohjavesipinnan tasoon. Materiaalisalaojista lauta-



Kuva 12. Salaojitusvaihtoehtojen vaikutus pohjavesipinnan etäisyyden keston auma-alueella. Merkinnät kuten kuvassa 11.

Fig. 12. The effect of different kinds of subsurface drains in the rick area. Codes as in Fig. 11.

putkisalaojitus näyttää kuivatustehonsa puolesta parhaimmalta; pohjavesipinnan etäisyys turvekentän pinnasta oli lähes 100 cm. Muoviputkisalaojitetuilla koejäsenillä pohjavesipinnan etäisyys turvekentän pinnasta oli keskimäärin 80 cm.

Auma-auleella (kuva 12) salaojittamattoman, lautaputkisalaojitetun ja myyräsalaojitetujen koejäsenten kohdalla tulokset ovat hyvin samantapaiset kuin sarka-alueellakin. Muoviputkisalaojitetuissa koejäsenissä pohjavesipintojen keskimääräiset tasot vaihtelivat 55 . . . 95 cm.

Suodatinkankaalla ei näyttäisi olevan muoviputkisalaojituksella aikaansaatu kuivatustehoa parantavaa vaikutusta, pikemminkin päin vastoin.

PÄÄTELMÄT

Turpeen korjuu jyrshinturvemenetelmällä edellyttää turvekentän riittävän tehokasta kuivatusta, jota ei ilmeisestikään aina saatuteta pelkällä avo-ojituksella korjuuteknikan rajoittaessa saran kaventamista. Sarkojen kuivatusteknisesti oikeinta sijoitte-

lua saattaa rajoittaa myös suon muoto. Salaojia tarvitaan siten sekä sarka- että auma-alueilla ja sarkojen päissä, missä avo-ojat estäisivät turpeen varastoimisen ja koneitten liikkumisen sarkojen poikkisuuntaan.

Tämän selvityksen mukaan lauta- ja muoviputkisalaojituksella voidaan ainakin lyhytaikaisesti tehostaa avo-ojituksella aikaansaattua kuivatusta. Myyräsalaojituskoineilla ja kiekkojyrsimellä tehdyt salaojat eivät sitä vastoin näytä soveltuvan koekentän kaltaisiin olosuhteisiin, joissa vasta aloitellaan turpeen korjuuta (vrt. Oravainen 1978). Tämäntyyppisten salaojien soveltuvuusalue lieneekin pitemmälle maatuneissa

ja tiiviimmissä turpeissa (vrt. Scholz 1972).

Muoviputkisalaojien vähittäisestä tukkeutumisesta turvemaassa on kirjallisuudessa esitetty havaintoja (Scholz 1974; Päivänen 1976). Tässä tutkimuksessa kokeillun suodatinkankaan mahdollisesta pitkävaikutteisesta edullisuudesta tukkeutumisten estäjänä ei lyhyen koejakson vuoksi saa vielä käsitystä.

Jatkossa tulisikin selvittää salaojituksella saavutettavan kuivatusvaikutuksen kestoa ja tämän jälkeen suorittaa eri salaojitusvaihtoehtojen kustannus/hyöty -analyyskejä esimerkiksi Oravaisen (1978) esittämällä tavalla.

KIRJALLISUUTTA

Aitolahti, M. 1971. Piilo- ja holvisalaojien käyttömahdollisuus metsäojituksessa. Metsäkoneurakoitsija 10/1971: 14—17.

Aitolahti, M. 1972. Usability of covered ditches in the drainage of peatlands. Proc. 4 th Int. Peat Congr. 3: 413—424.

Baden, W. ja Eggelsmann, R. 1963. Zur Durchlässigkeit der Moorböden. Z. Kulturtechnik u. Flurberein. 4: 226—254.

Heikurainen, L. 1971. Pohjavesipinta ja sen mittaaminen ojitetuilla soilla. Summary: Ground water table in drained peat soils and its measurement. Acta For. Fenn. 113. (23 s.).

Helenelund, K. V. 1971. Pohjarakennus ja maarakennusmekaniikka I. Teknillisen korkeakoulun yliopilaskunta. Moniste n:o 137. (234 s.).

Ilmatieteen laitoksen Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon 1978. Vsk. 72.

Laine, P. 1974. Avo-ojitetun ja salaojitetun alueen pohjavesisuhteiden ja valunnan vertailua. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1/1974. (36 s.).

Menonen, J. 1978. Turvesoiden vesitaloudesta ja poltoturvesuon lisäkuivatus salaojituksen avulla Kiuruveden Kaikonsuolla. Konekirjoite Tampereen

teknillisen korkeakoulun rakennustekniikan osastolla. (92 s.).

Meshechok, B. 1969. Tørrlegging av myr ved ulik grøfteavstand og grøftedybde. Summary: Drainage of swamps at different ditch distances and ditch depths. Medd. Norske Skogforsøksv. Nr 98, Bind XXVII: 227—294.

Oravainen, H. 1978. Havaintoja ojitustavan vaikutuksesta pohjavesitasoon. Turveteollisuus 4/1978: 21—29.

Päivänen, J. 1973. Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. Acta For. Fenn. 129 (70 s.).

Päivänen, J. 1976. Effect of different types of contour ditches on the hydrology of an open bog. Proc. 5th Int. Peat Congr. 1: 93—106.

Scholz, A. 1972. Modern methods of water regulation on peatland. Proc. 4th Int. Peat Congr. 3: 395—406.

Scholz, A. 1974. Untersuchungen zur Verschlämmung bei Maulwurfdränen und Plastränen in Niedermoortorfen. Int. Symp. Problemen der Wasserregulierung auf Niedermoor. 29—31 Mai 1974, Eberswalde, DDR, s. 283—296.

Suoninen, A. 1976. Suomen turveteollisuus ja sen käyttämä teknologia. Julkaisussa: Turveteollisuus 1876—1976. Turveteollisuusliitto ry, Julk. 4. Helsinki. (s. 49—73).

SUMMARY:

**ADDITIONAL DRAINAGE WITH SUBSURFACE DRAINS IN A MILLED
PEAT HARVESTING SITE**

The layout of a drainage system for a milled peat harvesting site is seen in Fig. 1. The ditch spacing used is 20 m and the ditches are about 1.5 m deep. However, sometimes it is necessary to use subsurface drains to increase the drainage effect of open ditches. In the rick areas at the end of the strips, where the harvested peat is stored, subsurface drains are the only method to drain the peatlayers.

Eight different kinds of subsurface drains were tested in summer 1978 at Kaikonsuo (63°40'N, 26°40'E) peat harvesting field managed by The State Fuel Centre (VAPO). Two experimental fields were laid down: one in the strip area (Fig. 2) and the other in the rick area (Fig. 3).

Five of the subsurface drain types used in the experiment were so called material drains: a board pipe drain with an inner cross-section of 64 × 102 mm (Fig. 8), and two sizes of plastic pipe drains (PVC) with an inner diameter of 40 and 65 mm. Two types of both drainsizes were used, one of which was bare (Fig. 9) the other covered with a filter material (Fibertix; Fig. 10). Three types of "nonmaterial" subsurface drains were tested in the experiment: a mole drain made with the Pajulahti Oy mole drain trencher (Fig. 4 and 5), a mole drain made with the VAPO mole drain plow (Fig. 6), and a narrow water furrow made with the Suokone Oy disc

trencher.

The ground water level in each drainage treatment was measured once a week. In the strip area, in each treatment, there were measuring wells in two rows; five in a row. In the rick area there were five wells in each treatment.

In the strip area (Fig. 11) the distance to the ground water level in the control strips was about 50 cm. The mole drains or the narrow water furrows did not have any effect on the ground water level. The board pipe drains had the greatest lowering effect on the ground water level. In the strips with the plastic pipe drains the distance to the ground water level was about 80 cm. In the rick area the results obtained with the board pipe drain, with the mole drains and those of the control were similar to the results of the strip area. In the treatments drained with the plastic pipe drains the distance to the ground water level varied from 55 to 95 cm. The filter material did not increase the drainage effect of the pipe drains as expected, the case was rather the reverse.

It would be necessary to continue the experiment to find out the duration of the drainage effect reached with the different kinds of subsurface drains and, after that, to make economical calculations on the profitability of the types of subsurface drainage studied.