

AURAUS- JA KAIVURIOJIEN KOON JA MUODON MUUTOKSISTA

ERKKI TIMONEN

SUMMARY:

ON THE CHANGES OF THE SIZE AND SHAPE OF DITCHES MADE BY PLOWS AND TRACTOR DIGGERS

Saapunut toimitukselle 21. 1. 1971

Käsillä olevan tutkimuksen avulla on pyritty selvittämään auraus- ja kaivuriojien koko- ja muutoseroja sekä muutosten ajoittumista vuoden kuluessa.

Tämän tutkimuksen aineiston muodostavat 51 auraus- ja 51 kaivurikoeojaa, joita molempia oli isovarpuisella rämeellä 15, ruoho- ja heinäkorvella 15, ruohoisella saranevalla 9 ja varsinaisella sararämeellä 12 kpl. Kunkin koeojan pituus oli 20 m ja se sisälsi viisi havaintopistettä viiden metrin välein.

Ojat mitattiin heti kaivun jälkeen, kuukauden kuluttua ja vuoden kuluttua. Lisäksi mitattiin kultakin suotyypiltä kolme auraus- ja kaivurikoeojaa toistuvasti kaivua seuranneiden kymmenen päivän aikana.

Turpeeseen kaivetut aurausojat madaltuvat voimakkaasti parina ensimmäisenä päivänä kaivun jälkeen. Kaivuriojat madaltuvat huomattavasti vähemmän eikä niiden pohjaleveys kasva läheskään niin runsaasti kuin aurausojien pohjaleveys. Kaivuri poistaa suopaineen välittömän vaikutuksen toisella tai kolmannella kauhan nostolla samaa ojaosuutta kaivaessaan.

Vuoden kuluessa koeojat ovat muuttuneet käsinkaivettuja ojia vastaavasti, kaivuriojat hyvinkin tarkalleen. Myös aurausojat ovat muuttuneet lähinnä suon painumisen, ojamaiden painon ja veden virtaamisen johdosta entisten tutkimusten mukaisesti.

Raakaturpeinen ja märkä ruohoinen saraneva muuttuu nopeimmin ja eniten. Auraus- ja kaivuriojien muutosten kehitys poikkeaa jyrkimmin ohutturpeisella ruoho- ja heinäkorvella. Kaivurioja on niin syvä ja suoraluiskainen, että seinämät sortuvat ja oja täyttyy. Kouruluiskainen ja matala aurausojia pysyy verrattain hyvin kunnossa.

Aura ei tee ojaa kiilaamalla, keveimmät turve- ja maanäytteet on saatu aurausojien seinämistä ja palteiden mukaan ojatilavuus on n. 14 % suurempi kuin mittaus ojan sisältä osoittaa. Kaivuri suorittaa jälkisiivouksen kaivun yhteydessä, aurausojia on siivottava miestyönä erikseen.

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	71
2. Tutkimusmenetelmät ja aineisto	73
21. Aineiston kerääminen	73
211. Koekentät	73
212. Koeojat ja havaintopisteet	73
213. Mittausajat	74
214. Poistuneiden maamäärien selvittäminen	74
22. Kalusto ja mittausvälineet	75
3. Tutkimustulokset	76
31. Ojan mitat välittömästi kaivun jälkeen	76
311. Auraus- ja kaivuriojat toisiinsa verrattuina	76
312. Ojमितat eri suotyypeillä	77
32. Auraus- ja kaivuriojien muutokset	78
321. Välittömät muutokset	78
322. Pitemmän ajan muutokset	81
3221. Syvyys	81
3222. Pohjaleveys	83
3223. Ojan leveys	83
3224. Tilavuus	84
323. Poistuneet maamäärät	85
324. Eri tekijöiden vaikutus ojan muutoksiin	87
3241. Turpeen syvyyden vaikutus	87
3242. Suotyypin vaikutus	88
4. Tulosten luotettavuuden tarkastelu	91
5. Tiivistelmä ja päätelmät	92
6. Kirjallisuus	93

1. JOHDANTO

Vanhojen metsäojien kuntoa ja siihen vaikuttavia tekijöitä ovat useat tutkijat seikkaperäisesti selvitelleet. Lapiolla kaivettujen ojien mitoista ja niiden muutoksista on saatu luotettava kuva jälkikäteenkin, sillä kaivuaikaiset ojamitat ovat löydettävissä yksityiskohtaisesti laadituista ao. ojien pituusleikkauspiirroksista. Todettujen muutosten tapahtumisaika on jäänyt verraten väljärajaiseksi; sen sijaan muuttumistavat on tutkittu ja syyt selvitetty perusteellisesti.

KOKKONEN (1923) on havainnut viemärien kuntoon vaikuttaviksi tekijöiksi murtumisen, erilaiset repeytymät, kohoutumisen, pullistumisen, roudan ja kasvillisuuden. Maan liikkeistä johtuvat ilmiöt esiintyvät vain 2—3 ensimmäisenä vuonna kaivun jälkeen. MULTAMÄEN (1934) tutkimuksen mukaan turpeen painuminen on sitä suurempi, mitä vetisempi, löyhempi ja raempi turve on kysymyksessä. Ojan mittojen ja muodon muuttuminen murtumalla, solumalla, syöpymällä, lohkeilemalla ja sortumalla aiheutuu pääasiassa maan laadusta ja ojan muodosta sekä ojaan kertyvän veden määrästä ja virtaamisnopeudesta sekä ilmastollisista tekijöistä. SAARINEN (1935) on todennut syöpymistä tapahtuvan sitä enemmän, mitä jyrkempi on putous ja mitä suuremmat ovat vesi-

määrät. LUKKALA (1949) esittää, että ojitetun suon painuminen on suhteessa turpeen paksuuteen ja vetisyyteen. Painuminen on voimakkainta ojien reunoilla. Pääasiallisoin painuminen tapahtuu viidessä vuodessa ja voimakkaimmin kaivun aikana. HEIKURAISEN (1957) tutkimus osoittaa, että turvekerroksen paksuus vaikuttaa suon painumiseen vain siihen määrään asti kuin kuivatus ulottuu. Kaivusyvyyden ja ojan reunan painumisen välinen riippuvuus on suoraviivainen. Ojien mataloitumiseen vaikuttavat turvekerroksen paksuus, ojan kaivusyvyyden, putous, suotyypin ja maalaji. Ojien yleiseen kuntoon ei kaivusyvyydellä näytä olevan sanottavaa vaikutusta, sitä selvempi ja suoraviivaisempi syy-yhteys on mataloitumiseen. Korpiojat madaltuvat vähiten ja nevaajat eniten. Vahvaturpeisten soiden ojat muuttuvat MIKOLAN (1963) mukaan syystä, että luiska kaatuu tai pullistuu, pohja pullistuu tai koko oja täyttyy. Kaivua melko välittömästi seuraavat ilmiöt johtuvat siitä, että maan ja veden paine sivuilta ylittää turvetta koossa pitävän voiman. Paineen määrää ojan syvyys sekä ojamaiden määrä ja sijoitus.

Ojien kuntoa on selvitetty lukuisten tutkimusten avulla. Tutkimuksista mainittakoon KOKKOSEN (1923), LUKKALAN (1948 ja 1949), MULTAMÄEN (1934), HEIKURAISEN (1957), NUMMISEN (1958) sekä ANTOLAN ja SOPON (1966) tekemät laajat selvitykset. Lisäksi on ammattilehdistössä julkaistu useita kirjoituksia, joissa ojien kuntoa on käsitelty lähinnä perkaustarpeen kannalta. Ojitus tehtävää ja käytettävissä olevia koneita koskevia kirjoituksia on samoin julkaistu runsaasti, esim. HUIKARI—MUOTILA—WÄRE (1963), LISTO (1963), NISKANEN (1961 ja 1967) ja RAITASUO (1965). Aurasojien kuntoa ja mittoja on NUMMINEN (1958) tutkinut, mutta kaivuriojia ei vastaavasti ole tutkittu lainkaan.

Viimeisten viidentoista vuoden aikana tapahtunut ojituksen koneellistuminen on täysin syrjäyttänyt entisen hitaan työtavan. Ojurin korvannut konetyö on jakaantunut kahtia auras- ja kaivurimenetelmään. Yleensä on vallalla se käsitys, että aura tekee ojaa kiilaamalla ja että ojan seinämä palautuu välittömästi takaisin. Tämä aiheuttaisi ojan kunnan huonontumista ja siten lisäksi perkaustarvetta. Käsitys kaivuriojien paremmasta kunnossapysymisestä perustuu niiden suurempaan kaivukokoon; toisaalta kaivuriojia väitetään ylisuuriksi.

Käsillä oleva tutkimus pyrkii ensisijaisesti vertaamaan auran ja kaivurin eri suotyypille tekemää ojaa keskenään sekä selvittämään ojan mitoissa tapahtuvia muutoksia ja niiden ajankohtaa. Tutkittujen menetelmien edullisuusvertailua ei ole tehty.

Tutkimus on toteutettu Keskusmetsälautakunta Tapion Kuopion metsänparannuspiirin alueella Kiuruveden kunnassa kahden metsäojitustyömaan yhteydessä vv. 1967—1968. Tutkimusohjelman ovat Helsingin Yliopiston suometsätieteen laitos ja Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannusosasto hyväksyneet.

Tietokonekäyttö on suometsätieteen laitoksen toimesta ja kustannuksella tapahtunut. Tutkimuksesta aiheutuneet muut menot on tilitetty vuoden 1967 ja 1968 tulo- ja menoarviossa metsähallituksen käyttöön asetetuista metsänparanustöiden kokeilu- ja tutkimustoimintavaroista.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

21. AINEISTON KERÄÄMINEN

211. Koekentät

Tutkimus tapahtui kolme auras- ja kolme kaivuriojaa käsittävällä seitsemällätoista koekentällä, jotka jakaantuivat seuraaville suotyypeille:

- isovarpuinen räme (IR), 5 kenttää
- ruoho- ja heinäkorpi (RhK), 5 kenttää
- ruohoinen saraneva (RhSN), 3 kenttää
- varsinainen sararäme (VSR), 4 kenttää

Kukin koekenttä sisälsi kuusi rinnakkaisille sarkaojille mitattua 20 m:n pituista koeojaa. Sarkaleveyden ollessa 40 m tuli koekentän suuruudeksi 20 × 200 m. Ojien sijoittelulla pyrittiin saamaan kunkin koekentän ojat likipitään samanlaisiksi putoukseltaan ja ennenkaikkea turvesyvyydeltään, jottei niiden erilainen vaikutus rajoittaisi muutenkin vähäistä aineistoa. Isovarpuista rämettä lukuunottamatta kunkin suotyypin koekentät olivat keskenään verraten samansyvyiset. Mainitun suotyypin kentät vaihtelivat 20 cm:stä 130+ cm:iin turpeeltaan, mutta myös niiden kenttien sisäiset koeajat olivat samansyvyiset. Ruoho- ja heinäkorven jokaisella koekentällä kaksi koeojaa ylti 90 cm:n syvyydelle turpeelle neljän koeajan kuitenkin aina sijaitessa ohutturpeisella (alle 40 cm) alueella. Ruohoinen saranevan kaikkien koekenttien turvesyvyys oli yli 130 cm ja varsinaisen sararämeen kentät sijaitsivat 70...130 cm:n paksuisella turpeella.

Turvesyvyyden ohella myös turpeen laadulla on suuri merkitys ojissa tapahtuvia muutoksia tarkasteltaessa (MULTAMÄKI 1934, LUKKALA 1949 ja HEIKURAINEN 1957). Jokaisesta koeajasta määriteltiin 25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien turve- tai maalaji ja maatumisaste. Poikkeuksena ovat ohutturpeisten koekenttien kivennäismaahan kaivetut ojat, joiden turvelaji ja maatumisaste on määritelty turvekerroksen alaosan mukaisesti. Niidenkin maanäytteen punnitsemista varten on otettu 25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien.

Isovarpuisen rämeen turve oli puurahkaturvetta (LS-t), ruoho- ja heinäkorven puusaturvettä (LC-t) sekä ruohoinen saranevan ja varsinaisen sararämeen turve rahkasaturvettä (SC-t).

Raain turve oli ruohoisella saranevalla (H6). Isovarpuisen rämeen ja varsinaisen sararämeen turpeen maatumisaste oli H7; ruoho- ja heinäkorven turve oli maatumineinta (H8).

212. Koeajat ja havaintopisteet

Tutkimus toteutettiin kahdella auras Hankkeella, jolloin kaivurikoeajat jätettiin auras 10 m ennen koeajan alkamista ja auras jatkettiin 10 m

sen jälkeen. Koeojat mitattiin 20 m:n pituisiksi ja ne juuripaalutettiin 5 m:n välein havaintopisteiksi. Nämä havaintopisteet sidottiin koeojan oikealle puolelle 4 m:n päähän mitatulla vertauspaalurivillä. Havaintopisteitä oli jokaisella 102:lla koeojalla viisi, yhteensä 510 kpl. Tutkituksi tuli 1 020 m aeraus- ja 1 020 m kaivuriojaa kolmesti vuoden aikana. Jokaisesta havaintopisteestä mitattiin pohjan leveys, leveys 25 cm:n ja 50 cm:n korkeudelta pohjasta lukien ojamittarin avulla sekä pintaleveys ja ojamaiden etureunan etäisyys metri- mitalla. Ojan syvyys ja putous saatiin vaaitsemalla vertausrivin juuripaalut ja niitä vastaavista havaintopisteistä ojan pohja.

Kunkin koekentän aeraus- ja kaivuriojien putoussuhteissa ei ollut mainittavaa eroa, yleensä laskut olivat verraten heikot ruoho- ja heinäkorpea lukuunottamatta.

213. Mittausajat

Tutkimuksen koekentät sisältäneiden ojitushankkeiden kaivu tapahtui 1. 8. —13. 9. 1967 välisenä aikana.

Tutkimus jakaantui kahteen mittausajanjaksoon. Jotta saataisiin selville, miten pian ja kuinka suurina muutokset ojissa tapahtuvat, mitattiin kultakin suotyypiltä yksi koekenttä (varsinaiselta sararämeeltä kolme) 1., 2., 3., 4., 5., 7. ja 10. päivänä kaivun jälkeen. Tulokset esitetään ensimmäisen, toisen, viidennen ja kymmenennen päivän mittauksista. Mukana ovat myös 50 cm:n korkeudelta pohjasta lukien saadut tulokset.

Koko aineisto on mitattu kolmesti vuoden aikana ojien kunnon selvittämiseksi.

Aurausojien koko mitattiin havaintopisteistä ensimmäisen kerran välittömästi koeojan tultua auratuksi. Kaivuriojat mitattiin ja vaaittiin jonkin verran »vanhempina» kuin aurausojat kaivutavan hitaudesta johtuen.

Seuraava mittaus tapahtui kuukauden kuluttua. — Ojitushankkeiden ojia ei siivottu eikä tukkoja poistettu, ainoastaan aurausojien päät avattiin joko räjäyttämällä tai kaivurilla ojituksen tavanomaista työrytmiä noudattaen.

Kolmannen kerran mitattiin kaikki koeojat samanaikaisesti heinäkuun alkuvuokolla 1968, jolloin kaivun alkamisesta oli kulunut aikaa vuoden verran. — Tutkimuksen suppeus ei edellyttänyt kaivuaajan vertailua, josta esim. NUMMINEN (1958) toteaa, ettei aerausvuoden sää vaikuta keskisyvyyteen.

Myöskään toisen ja kolmannen mittauksen välisenä aikana ei ojitushankkeilla tehty siivoustöitä, niiden vaikeasti määriteltävä tehokkuusaste olisi saattanut vaikuttaa häiritsevästi aurausojien mittoihin.

214. Poistuneiden maamäärien selvittäminen

Auran kiilaamisen selvittämiseksi otettiin jokaisen aeraus- ja kaivurikoeojan seinämästä 25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien turvenäyte etukäteen

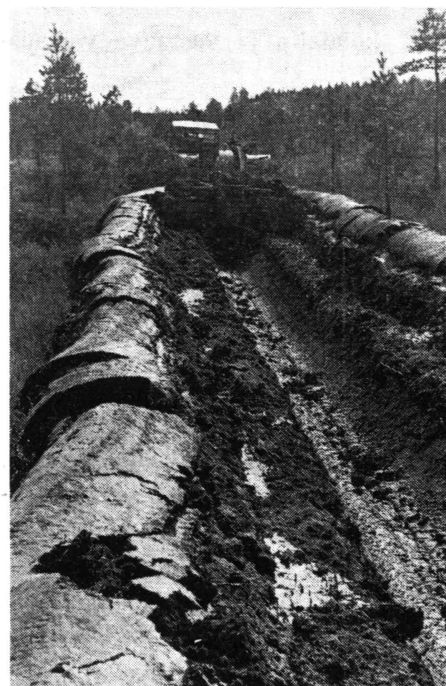
arvotulta havaintopisteeltä. 250 cm³:n suuruiset muovipussiin suljetut turve- ja maanäytteet lähetettiin Satoturve Oy:öön, missä ne kuivatettiin ilmakuiviksi ja punnittiin.

Lisäksi katkaistiin justeerilla aurausojien turvenäytteen ottopisteiden kohdalta molemmat aerauspalteet ja mitattiin niiden poikkileikkauspinta-ala tarkoituksena selvittää ojan ja siitä poistuneiden ojamaiden suhde.

22. KALUSTO JA MITTAUSVÄLINEET

Aeraus toteutettiin käyttämällä Lokomo NA 14-auraa sekä rungoltaan jatkettua ja suoteloilla varustettua Caterpillar D 6 C-raivaustraktoria vetokoneena. Kaivuriojat kaivoi Ukko Mestari 2 TI. Kone oli vuoden 1965 mallia ja varustettu Lännen Sokerin metsäojakauhalla. Peruskoneena oli Valmet 565.

Ojat mitattiin v:n 1962 ojakokosuositusta mukailevan puisen laitteen avulla, jonka leveys oli 24 cm ja korkeus 100 cm. Tähän tuuman vahvuiseen peruslautaan kiinnitettiin puusolkien avulla mittaviikset 25 cm:n ja 50 cm:n korkeudelle. Ojan pohjaleveydeksi luettiin se osa, joka jäi näkyviin ojaan asetettun mittalaitteen 2 cm korkeasta alaosan senttijaoituksesta. Pintaleveys mitattiin seipäseen naulatun metrimitan avulla. Ojan syvyys saatiin aina vaait-



Kuva 1. Koeojien aerausta varsinaisella sararämeellä.



Kuva 2. Kaivuri ruoho- ja heinäkorven koeojaa kaivamassa.



Kuva 3. Ensimmäinen mittaus varsinaisen sararämeen aurausojalla.

semalla ojan pohja jokaisen havaintopisteen kohdalta ja vastaava vertausrivin juuripaalu.

Turvenäyttöt otettiin kolmiseinämisellä, molemmista päistä avoimella teräslaatikolla, jonka sisämitat olivat 50×50×100 mm. Laatikon ja irtonaisten kielilevyn toinen pää oli ulkosivultaan viistottu teräväksi. Rakennusaine oli 2 mm:n terästä.

3. TUTKIMUSTULOKSET

31. OJAN MITAT VÄLITTÖMÄSTI KAIVUN JÄLKEEN

Koeajat mitattiin niin pian kaivun jälkeen kuin suinkin mahdollista. Aurausojien leveys todettiin ojamittarilla heti sen jälkeen kun koeaja tuli auratuksi, syvyys vaaittiin viimeiseksi. Kaivurikoeajat kaivettiin erillisinä n. 40 m:n pituisina pätkinä sarkaojen aurauksen jälkeen.

311. Auraus- ja kaivuriojat toisiinsa verrattuina

Keskimääräiset, taulukossa 1 esitetyt koeajat ovat viiden isovarpuisella rämeellä, viiden ruoho- ja heinäkorvella, neljän varsinaisella sararämeellä ja kolmen ruohoisella saranevalla olleen kentän keskiarvo.

Taulukko 1. Auraus- ja kaivuriojien koko välittömästi kaivun jälkeen.

Suotyyppi	syvyys		pohjalev.		lev. 25 cm:n korkeud.		pintalev.		tilavuus	
	cm		cm		cm		cm		m ³	
	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.
IR	81.7	89.9	21.3	27.6	92.2	81.7	154.7	148.5	0.838	0.886
RhK	64.7	73.9	28.9	37.9	93.7	98.2	159.5	160.5	0.654	0.800
RhSN	78.1	90.4	21.5	32.4	92.0	85.9	146.8	160.4	0.774	0.953
VSR	77.3	88.2	23.1	27.9	90.2	88.1	146.5	161.1	0.760	0.937
keskim.	75.0	84.9	24.0	31.5	92.1	88.8	152.8	157.1	0.754	0.885

Keskimääräinen kaivurioja on pohjaleveydeltään 7.5 cm suurempi kuin keskimääräinen aurausojia. Tilavuudeltaan edelliset ovat 0.131 m³ jälkimmäisiä kookkaampia, ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($T = 7.875^{***}$). Myös syvyysero 9.9 cm on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($T = 7.578^{***}$) kaivuriojien eduksi. Pintaleveydeltään koeajat ovat lähes samankokoiset. Huomattavasti suuremmasta pohjaleveydestään huolimatta kaivuriojat ovat 25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien n. 4 % kapeammat kuin aurausojat. Jälkimmäiset ovat siis selvästi kouruluiskaisempia kuin edelliset. Kaivuriojien sivuluiska on keskimäärin 1/0.74 ja aurausojien 1/0.86.

312. Ojamat eri suotyypeillä

Tutkituista suotyypeistä ovat isovarpuinen räme ja ruohoinen saraneva paksuturpeisia soita siten, että kahta edellisen suotyypin koekenttää lukuunottamatta ojat ovat kokonaan turpeeseen kaivetut. Vetsin ja raain turve on ruohoisella saranevalla.

Aurausojien s y v y s vaihtelee paksuturpeisilla soilla 4.4 cm ja kaivuriojien syvyys 2.2 cm. Ohutturpeisuus on ruoho- ja heinäkorven koeajissa pienentänyt ojasyvyyttä viitisentoista senttiä kaivutavasta riippumatta.

Aurausojien p o h j a l e v e y s vaihtelee turvepohjaisilla ojilla vain 1.8 cm, kivennäismaan ojat ovat n. 7 cm leveämmät. Paksuturpeisten kaivuriojien pohjaleveys vaihtelee 4.8 cm ja kivennäismaalle tehdyt ojat ovat n. 9 cm niitä leveämmät.

25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien ovat aurausojat leveämmät kuin kaivuriojat. Ero on suurin isovarpuisella rämeellä, 10.5 cm. Ruoho- ja heinäkorven kaivuriojat ovat kuitenkin 4.5 cm aurausojia leveämmät. Aurattujen ojien leveyden vaihtelu on vain 3.7 cm, mutta kaivuriojien 16.5 cm mainitulta korkeudelta lukien.

Aurausojien p i n t a l e v e y s vaihtelee 13.0 cm ja kaivuriojien pintaleveys 12.6 cm. Isovarpuisen rämeen aurausojat ovat 6.2 cm ja ruoho- ja heinäkorvella vain 1.0 cm kapeammat kuin kaivuriojat. Ruohoisesta saranevan ja varsinaisen sararämeen kaivuriojat ovat sensijaan n. 14 cm aurausojia leveämmät.

Eri suotyypeillä vaihtelee aurausojien tilavuus 0.184 m³. Isovarpuisen rämeen ojat ovat suurimmat ja ruoho- ja heinäkorven ojat vastaavasti pienimmät. Kaivuriojien tilavuus vaihtelee 0.153 m³ ja myös niiden pienin oja on ruoho- ja heinäkorvella, tosin se on n. 22 % suurempi kuin saman suotyypin aurausoja. Eri menetelmillä kaivettujen ojien kokoero on pienin isovarpuisella rämeellä, vain 0.048 m³. Kaivuri on aina tehnyt suuremman ojan.

32. AURAUUS- JA KAIVURIOJIEN MUUTOKSET

321. Välittömät muutokset

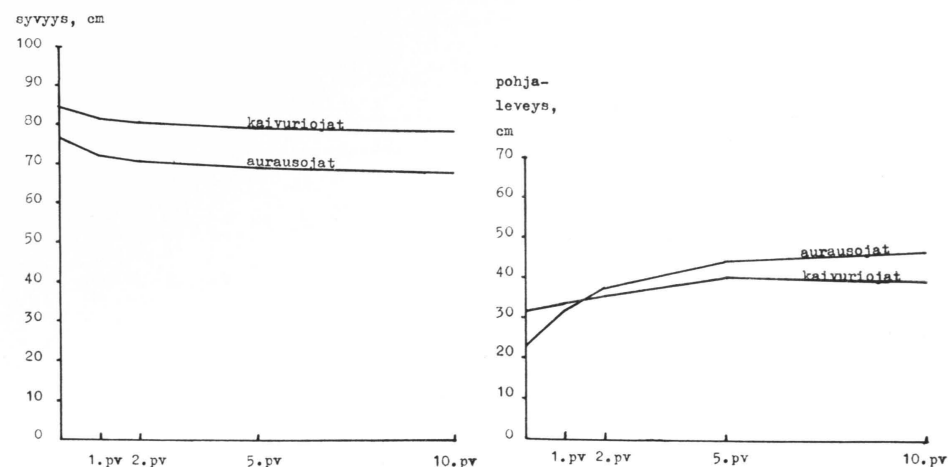
Koska suopaineen vaikutus ojan muutoksiin on suurimmillaan heti kaivun jälkeen (LUKKALA 1949, MIKOLA 1963), mitattiin jokaiselta suotyypiltä yksi koekenttä — varsinaiselta sararämeeltä kolme — toistuvasti kymmenen päivän aikana. Tällöin veden virtaaminen tai suon kuivuminen ei ehtinyt sanottavasti aiheuttaa muutoksia ojan mittoihin. Tulokset on laskettu ensimmäisen, toisen, viidennen ja kymmenennen päivän mittauksen perusteella.

Suotyypeittäisiä auraus- ja kaivuriojien syvyyden muutoksia osoittavat seuraavat yhtälöt:

suotyyppi	aurausojat	kaivuriojat
IR	$Y = 79.00 - 1.67 X$	$Y = 78.61 - 0.17 X$
RhK	$Y = 67.50 - 2.17 X$	$Y = 74.11 - 1.33 X$
RhSN	$Y = 73.09 - 4.50 X$	$Y = 89.50 - 4.17 X$
VSR	$Y = 78.57 - 2.94 X$	$Y = 87.46 - 1.94 X$

Aurausojat näyttävät madaltuvan voimakkaasti kaivua seuraavien kymmenen päivän aikana. Päivittäiset mittaukset osoittivat, että pääasiallisesti madaltuminen tapahtuu ensimmäisen vuorokauden aikana. Sen sijaan viidennen ja kymmenennen päivän välillä aurausojat eivät madallu käytännöllisesti katsoen lainkaan. Pienin muutos tapahtuu kivennäismaahan kaivetuissa ruoho- ja heinäkorven ojissa, joissa suopaineen osuus on varsin vähäinen. Eniten madaltuvat raakaturpeisen, märän ruohoisen saranevan ojat; niissä tapahtuu suopaineen ansioista sama tasoittumisilmiö kuin jäähän hakatun avannon täytyessä. — Auran kiilaamiseen palataan poistuneita maamääriä selostettaessa.

Kaivuriojat madaltuvat huomattavasti vähemmän. Ainoastaan ruohoisen saranevan regressiosuora osoittaa suurta muutosta. Päivittäisistä mittauksista kävi ilmi, että myös kaivuriojat madaltuvat eniten välittömästi kaivun jälkeen. Tätä tapahtumaa sellaisenaan molemmilla menetelmillä kaivetuissa 18 koeojassa havainnollistaa kuva 4. Vastaavasti on koottu kuvaan 5 koeojien mitatut pohjaleveyden muutokset.



Kuva 4. Auraus- ja kaivuriojien syvyyden muuttuminen 10 pv:n aikana.

Kuva 5. Auraus- ja kaivuriojien pohjaleveyden muuttuminen 10 pv:n aikana.

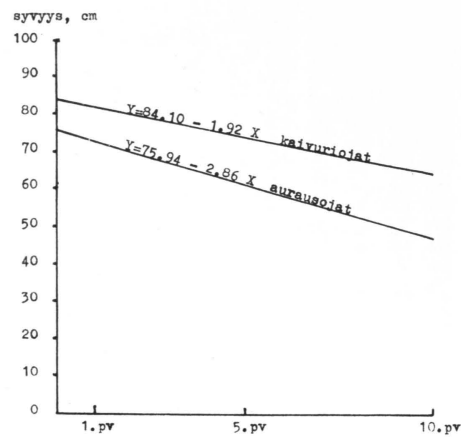
Seuraavat koeojien tilavuuden muutoksia kuvaavat yhtälöt on laskettu poikkileikkauspinta-aloista:

suotyyppi	aurausojat	kaivuriojat
IR	$Y = 0.813 - 0.024 X$	$Y = 0.765 - 0.003 X$
RhK	$Y = 0.667 - 0.012 X$	$Y = 0.810 - 0.005 X$
RhSN	$Y = 0.757 - 0.059 X$	$Y = 0.975 - 0.053 X$
VSR	$Y = 0.789 - 0.029 X$	$Y = 0.936 - 0.021 X$

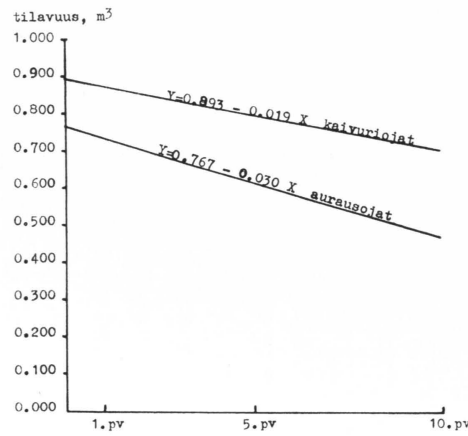
Aurausojat pienenevät huomattavasti ruoho- ja heinäkorpea lukuunottamatta. Sen sijaan kaivuriojat pysyvät verraten muuttumattomina. Poikkeuksena on ruohoinen saraneva, jonka suopaine madaltaa syviksi kaivettuja kaivuriojia. Havaintojen vähäisyydestä johtuen on edellä esitetyllä lyhyen ajan mittauksella ainoastaan suuntaa-antava merkitys. Tilastollisesti luotettavampi kuva saadaan käsittelemällä yhdessä mainitut kuusi koekenttää, nehen sisältävät kaikkiaan 18 auraus- ja 18 kaivuriojaa.

Koko lyhyen ajan mittauksen aineistosta lasketut regressioyhtälöt ovat seuraavat:

	aurausojat	kaivuriojat
syvyys	$Y = 75.94 - 2.86 X$	$Y = 84.10 - 1.92 X$
tilavuus	$Y = 0.767 - 0.030 X$	$Y = 0.893 - 0.019 X$



Kuva 6. Koeojien syvyyden muutos 10 pv:n aikana.



Kuva 7. Koeojien tilavuuden muutos 10 pv:n aikana.

Regressiosuorien kulkua havainnollistavat kuvat 6 ja 7. Niistä nähdään eri menetelmillä kaivettujen ojien koon ja muutosten erot. Kaivuriojat ovat mitausjakson alussa keskimäärin 8.2 cm (eli n. 11 %) syvemmät kuin aerausojat ja edelliset ovat 0.126 m³ (eli n. 16 %) tilavammat kuin jälkimmäiset. Kymmenessä päivässä aerausojat madaltuvat ja pienenevät enemmän kuin kaivuriojat.

Aurausojien syvyyttä kuvaavan regressiokertoimen testi on merkitsevä ($T = 2.958^{**}$); kaivuriojien regressiosuora ei poikkea tilastollisesti merkitsevästi vaakatasosta, jota osoittaa T-testin arvo ($T = 1.289$). Aurausojien tilavuuden regressiokertoimen osoittaa T-testi niin ikään merkitseväksi ($T = 2.775^{**}$); kaivuriojien tilavuuden muutosta kuvaavan regressiosuoran kerroin sen sijaan ei ole merkitsevä ($T = 0.746$).

Lyhyen ajanjakson mittausten osoittamat muutoserot johtuvat pääasiassa kaivutapojen erilaisuudesta. Aura kulkee samalla ojalla vain kerran, kun taas kaivuri pystyy vetämään kauhalla samaa kohtaa niin usein kuin on tarpeen. Välittömästi aerauksen jälkeen alkavat suopaineen ja ojamaiden painon aiheuttamat muutokset, murenevat turvepaakut jäävät koskemattomina ojan pohjalle madaltamaan ojaa ja seinämistä valuu veden mukana löysää turvetta lietteeksi. Sama suopaine pienentää välittömästi myös kaivuriojia, mutta kaivuri poistaa toisella tai kolmannella kauanvedolla seinämistä pullistuvan löysän turpeen ja siivoaa pohjalle vierineet turvepaakut pois. Kaivurioja jää valmiiksi, sen mitat eivät sanottavasti muutu lyhyen ajan kuluessa. Aurausojien muutokset alkavat varsin suurina heti auran kulkemisen jälkeen, tällöin suopaineen tasapaino järkkyy eniten.

Kuvia 4 ja 5 vertailemalla nähdään kaivuriojien syvyyden ja pohjaleveyden muuttuvuus. Kaivuri on eliminoinut suopaineen jyrkän tasoittumistapahtu-

man; oja madaltaa ja pohjaa leventää ojamaiden paino, suon painuminen sekä kauempana vaikuttava suopaine.

Samosta kuvista havaitaan aurausojien pohjan leventyvän yhtä jyrkästi kuin syvyys pienenee. Suopaine nostaa ojien pohjaa aiheuttaen molemmat edellä mainitut ilmiöt. Paine näyttää tasoittuvan kahden päivän kuluessa, siitä lähtien aurausojien muutokset aiheutuvat samoista tekijöistä kuin kaivuriojienkin muutokset. Myös siivouksen puute virtaamista haittaavine esteineen madaltaa aerausojia ja leventää niiden pohjaa.

322. Pitemmän ajan muutokset

Tapahtuneet muutokset todettiin mittaamalla ojat talven kynnyksellä ja seuraavana kesänä. Koekentät sisältäneitä hankkeita ei siivottu koko aikana, vain aurausojien päiden aukaisu tapahtui ennen lokakuun puolivälissä suoritettua toista mittausta. Kolmannen mittauksen tapahtuessa koeojat olivat likimain vuoden ikäiset.

3221. Syvyys

Ojien syvyyteen vaikuttavista tekijöistä tärkeimmät lienevät suopaineen ojan pohjaa nostava vaikutus, seinämistä irtautuvan löysän turpeen liettyminen ja suon painuminen sekä toisaalta veden virtaaminen. Käsillä oleva tutkimus pyrkii selvittämään kahden ensinmainitun tekijän osuutta, sillä ne vaikuttavat eri tavalla aeraus- ja kaivuriojissa. Kaksi jälkimmäistä on oletettu samankaltaisiksi kunkin koekentän aeraus- ja kaivuriojilla, samoin ojamaiden paino. Taulukkoon 2 on koottu suotyypeittäin aeraus- ja kaivuriojien syvyyden kehitystä osoittavat tulokset.

Taulukko 2. Koeojien syvyyden muutokset vuoden aikana.

suotyyppi	kaivussyvyys, cm		syvyys kk:n kuluttua		syvyys vuoden kuluttua	
	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.
IR	81.7	89.9	81.8	88.7	73.7	80.3
RhK	64.7	73.9	65.1	72.6	64.4	65.3
RhSN	78.1	90.4	70.0	79.2	58.6	71.1
VSR	77.3	88.2	75.9	89.3	69.2	81.9
Keskim.	75.0	84.9	73.4	82.4	67.1	74.6

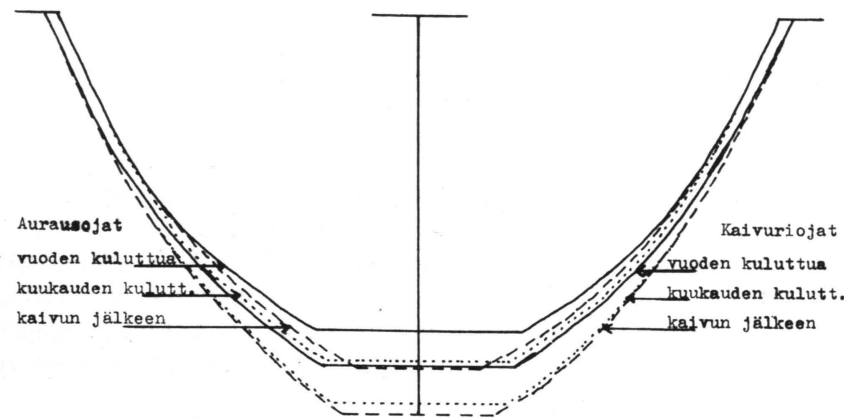
Verrattaessa lyhyen ajan muutoksia taulukossa 2 esitettyihin koeojien syvyyteen havaitaan kehityksen tapahtuneen eri tavalla aeraus- ja kaivuriojissa. Aurausojat ovat merkittävästi syventyneet ja kaivuriojat jonkin verran madaltuneet lisää kuukauden kuluessa.

Edellisten syventyminen johtunee pääasiassa sarkaojien päiden avaamisesta, jolloin vesi ja ojiin valunut löysä liete ovat päässeet virtaamaan pois.

Kaivua seuranneen kymmenen päivän aikana tapahtunut ojien madaltuminen näytti aurausojissa erittäin jyrkältä ja kaivuriojissa lähes merkityksettömältä, mutta kuukauden aikana ovat aurausojat madaltuneet vain 2.1 % kun taas kaivuriojat ovat madaltuneet 2.9 % kaivussyvyyteensä verrattuna.

Samainen taulukko osoittaa, että myös vuoden aikana kaivuriojat madaltuvat hieman enemmän kuin aurausojat. Turvemaahan kaivettujen ojien syvyyden muutos on hyvin samankaltainen molemmilla kaivutavoilla, mutta kivennäismaahan koeajat varsinkin ruoho- ja heinäkorvella madaltuvat toisistaan poikkeavasti. Suurin suotyypeittäinen muutos on tapahtunut raakaturpeisella ruohoisella saranevalla verraten samansuuntaisena.

Muutoserot aiheutunevat kaivutapojen erilaisuudesta siten, että jyrkkäluis-kainen, syvä kaivurioja madaltuu enemmän jo pelkästään muotonsa ja syvyytensä johdosta (HEIKURAINEN 1957 ja 1960), tietäähän syvyyden 10 cm:n lisäys 6 cm:n madaltumista.



Kuva 8. Koeajat kaivun jälkeen (katkoviivat), kuukauden kuluttua (pisteviivat) ja vuoden kuluttua (ehyet viivat).

Koeajien syvyyden kehitystä vuoden aikana osoittavat seuraavat yhtälöt:

$$\begin{aligned} \text{aurausojat} & Y = 74.56 - 0.62 X \\ \text{kaivuriojat} & Y = 84.09 - 0.79 X \end{aligned}$$

Aurausojien kertoimen testitulos on erittäin merkitsevä ($T = 4.513^{***}$) samoin kuin kaivuriojienkin kertoimen testitulos ($T = 4.887^{***}$). Vuoden kuluessa ovat aurausojat madaltuneet 10.5 % ja kaivuriojat 12.1 % kaivussyvyydestään. Jälkimmäiset olivat 9.9 cm syvempiä kaivun jälkeen, vuoden kuluttua enää 7.5 cm syvempiä. Ero on supistunut 24.2 %lla, kaivuriojat ovat vuoden ikäisinä 11.2 % syvemmät kuin aurausojat. — Koeajien poikkileikkauspiirroset vuoden aikana nähdään kuvassa 8.

Koeajien pohjaleveys saatiin tarkasti mitatuksi vain välittömästi kaivun jälkeen. Useimpien kaivuriojien pohja jouduttiin mittaamaan metrimitan avulla joko selvästi alkaneen seinämän rajasta tai ilman havaittavaa rajaa tasaisesti pyöristyneestä pohjasta erotettuna osana, jonka osan kaarevuus oli enintään 2 cm. Näin on menetelty kaikilla koeajilla kuukauden ja vuoden kuluttua niitä mitattaessa. Saadut, jossain määrin tulkinnanvaraiset tulokset on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Koeajien pohjaleveys vuoden aikana.

suotyppi	kaivuleveys, cm		leveys kk:n kulutt., cm		leveys vuoden kulutt., cm	
	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.
IR	21.3	27.6	31.2	33.2	43.5	45.9
RhK	28.9	37.9	39.7	38.7	33.7	30.7
RhSN	21.5	32.4	38.1	39.0	44.6	41.0
VSR	23.1	27.9	43.5	38.1	54.5	45.4
Keskim.	24.0	31.5	37.8	37.0	43.4	40.5

Varsinkin aurausojien pohjaleveys kasvaa suuresti suopaineen ja puuttuvan jälkisiivouksen johdosta. Tätä käsitystä tukee kivennäismaahan aurattujen ruoho- ja heinäkorven ojien pohjaleveyden kasvu vain 16.6 %:lla, kun taas raakaturpeisen ruohoisen saranevan ja varsinaisen sararämeen ojat ovat leventyneet 107.4 % ja 135.9 %. Kaikkiaan on aurausojien pohjaleveys kasvanut n. 81 %.

NUMMINEN (1958) toteaa aurausojien pohjaleveyden kasvavan eniten juuri kaivua seuraavan vuoden aikana. Hänen tutkimuksensa siivottujen ojien pohjaleveys oli 41 cm.

Myös kaivuriojien pohjaleveys on kasvanut. Eniten ovat muuttuneet isovarpuinen räme (n. 66 %) ja varsinainen sararäme (n. 63 %). Virtaava vesi on syövyttänyt oman kulku-uransa ylläleiksi kaivettujen ruoho- ja heinäkorven ojien pohjalle, ne ovat kaventuneet 19 %. Kaivuriojien pohjaleveys on kasvanut keskimäärin 29 %.

Pintaleveys mitattiin seipäseen naulatun metrimitan avulla. Pintaturpeen tai puunjuurien pieniä repeytymiskoloja ei luettu pintaleveyteen, ei myöskään rappumaista jätkänpolkua.

Taulukko 4. Koeojien leveys vuoden aikana.

suotyppi	kaivuleveys, cm		leveys kk:n kulutt., cm		leveys vuoden kulutt., cm	
	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.
IR	154.7	148.5	149.2	149.9	149.2	148.8
RhK	159.5	160.5	161.0	162.8	162.9	162.5
RhSN	146.8	160.4	148.7	164.8	148.7	164.8
VSR	146.5	161.1	146.8	162.9	145.8	160.9
Keskim.	152.8	157.1	152.0	159.4	152.3	158.5

Pintaleveyden muutokset ovat vähäisiä ja samankaltaisia kummankin kaivumenetelmän ojissa. Aura ei näytä kiilanneen ojan yläosaakaan. Näin nuorissa ojissa ei ole esim. kasvillisuuden vaikutusta lainkaan havaittavissa. Tästä johtuu eroavuus aikaisempiin tutkimuksiin ja vanhojen ojien kunnon selvityksiin nähden, MULTAMÄKI (1934), LUKKALA (1948) ja HEIKURAINEN (1957) ovat todenneet metsäojien pintaleveyden pienenevän huomattavasti. — Kaikkiaan ovat aurausojat kaventuneet 0.3 % ja kaivuriojat leventyneet 0.9 % vuoden aikana.

3224. Tilavuus

Koeojien tilavuus on laskettu syvyyden, pohjaleveyden, 25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien mitatun leveyden ja pintaleveyden mittaustulosten perusteella. Koeojissa vuoden aikana tapahtuneita muutoksia valaisee taulukko 5.

Taulukko 5. Koeojien tilavuus vuoden aikana.

suotyppi	kaivutilavuus, m ³		tilavuus kk:n kulutt., m ³		tilavuus vuoden kulutt., m ³	
	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.	aur.	kaiv.
IR	0.838	0.886	0.844	0.886	0.788	0.852
RhK	0.654	0.800	0.691	0.805	0.695	0.727
RhSN	0.774	0.953	0.750	0.851	0.633	0.788
VSR	0.760	0.937	0.797	0.968	0.751	0.905
Keskim.	0.754	0.885	0.772	0.875	0.724	0.816

Aurausojat näyttävät jonkin verran suurentuneen kaivua seuraavan kuukauden aikana ruohoista saranevaa lukuunottamatta, sen tilavuus on pienentynyt n. 3 %. Toisten suotyyppien aurausojat ovat suurentuneet viitisen prosenttia. Kaivuriojat ovat pysyneet verraten vakaasti samansuuruisina, pieneminen on vain yhden prosentin luokkaa. Vuoden kuluessa tapahtuvat tilavuuden muutokset ovat jo suuremmat ja ne poikkeavat eri menetelmillä kaivetuissa ojissa toisistaan. Aurausojat pienenevät 4.0 % ja kaivuriojat 7.8 % vuoden aikana. Tilavuuden kehitystä kuvaavien regressiosuorien seuraavat yhtälöt on laskettu poikkeleikkauspinta-aloista:

$$\begin{aligned} \text{aurausojat} & Y = 0.764 - 0.003 X \\ \text{kaivuriojat} & Y = 0.883 - 0.006 X \end{aligned}$$

Edellisen yhtälön testituloks on melkein merkitsevä ($T = 2.245^*$), kun taas jälkimmäisen yhtälön kerroin on merkitsevä ($T = 2.647^{**}$).

Kaivuaikainen kokoero 0.131 m³ on vuoden kuluttua enää 0.092 m³. Prosentteina esitettynä on muutos 27 %, kaivuriojat ovat vuoden kuluttua vielä 12.7 % tilavammat kuin aurausojat.

323. Poistuneet maamäärät

Auran mahdollisen kiilaamisen selville saamiseksi punnitsemalla eikä vain mittaamalla ojan supistumista otettiin jokaisen koeojan seinämästä turvenäyte, yhteensä 102 kpl. Kunkin näytteen ottamiskohta oli 25 cm:n korkeudella pohjasta lukien. Mainitulla korkeudella on vuoden 1962 ojakoon suosituksen mukaan suurin seinämän kouru ja niin ollen suurin oletettavissa oleva kiilaamisvaikutus. Taulukossa 6 esitetään vain puhtaiden turvenäytteiden ja puhtaiden kivennäismaanäytteiden Satoturve Oy:ssä punnitut painot, sekanäytteet on jätetty pois.

Taulukko 6. Koeojien keskimääräiset tilavuuspainot turve- ja maalajeittain, g/dm³

suotyppi/ kaivutapa	LS-t LC-t	SC-t	Ht Mr	muu kivenn. maa
IR auraten	89.8			1 142.8
IR kaiv.	102.8			1 157.2
RhK auraten	123.9		1 468.6	1 384.0
RhK kaiv.	189.9		1 641.3	1 554.0
RhSN auraten		82.6		
RhSN kaiv.		94.1		
VSR auraten		96.8		
VSR kaiv.		92.6		

Aurausojien seinämistä otetut sekä turve- että kivennäismaanäytteet ovat kevyempiä kuin kaivuriojien seinämistä otetut näytteet. Ainoana poikkeuksena on varsinainen sararäme. Jos aura olisi kiilannut ojan seinämää, olisi järjestys luonnollisesti ollut päinvastainen. Aurausojien turvenäytteet ovat keskimäärin n. 14 % kevyempiä ja kivennäismaanäytteet keskimäärin n. 8 % kevyempiä kuin kaivuriojista otetut.

Taulukossa nähtävä tulos johtunee osittain siitä, että kaivuriojien näytteet on otettu n. 10 cm syvemältä kuin aurausojien näytteet. Osaksi aurausojien turvenäytteiden keveys johtuu myös siitä, että välittömästi auran kulkemisen jälkeen seinämä pullistui suopaineen vaikutuksesta ja turvenäyte on luonnontilaista hauraampaa, löysempää turvetta. Myös kaivuriojissa tapahtui saman-

laista pullistumista, mutta kaivuri poisti löysän turpeen vetäessään samaa ojaosuutta toiseen tai kolmanteen kertaan. Näin ollen kaivuriojista saatujen turvenäytteiden painot lienevät lähinnä luonnontilaisen turpeen painoa vastaavia. PÄIVÄNEN (1968) on saanut saraturpeiden painoarvoja 70...180 g:n välille, pääasiassa 80 ja 120 g:n tienoille, ja puuturpeiden painoja 120...200 g:n välille. Tulokset näyttävät samankaltaisilta.

Kaikista koeojista on 12 keveintä näytettä saatu aurasojien seinämistä ja vain 5 keveintä kaivuriojien seinämistä. Painavimpien näytteiden osalta on järjestys päinvastainen.

Kaivuriojista poistuneita maamääriä ei ole muulla menetelmällä mitattu tämän tutkimuksen puitteissa, mutta aurasojista poistuneita maamääriä selvitettiin auraspalteiden avulla. Jokaisen aurasojan arvotulta havaintopisteeltä katkaistiin molemmat auraspalteet justeerilla ja leipäveitsellä. Mittaamalla saatu ojatilavuus ja palteiden mukainen tilavuus ovat nähtävissä taulukossa 7.



Kuva 9. Auraspalteen mittaus.

Taulukko 7. Aurasojista poistuneet maamäärät ja auraspalteiden mukainen suurin ja pienin oja

Suotyyppi	Tilavuus, m ³		Tilavuus, m ³		Vaihteluväli, m ³
	mitattu	palteista	suurin	pienin	
IR	0.838	0.937	1.139	0.552	0.587
RhK	0.654	0.650	0.924	0.415	0.509
RhSN	0.774	0.965	1.191	0.782	0.409
VSR	0.760	0.957	1.407	0.608	0.799
Keskim.	0.754	0.862	Auraspalteiden mukaan		

Molemmat mittaustavat antavat vain suuruusluokan, eivät ojan täsmällistä kaivukokoa. Ennenkuin mittari ehdittiin asettaa ojan viidelle havaintopisteelle ja vaaita syvyys, supistui oja suopaineen vaikutuksesta. Aurasojista on edellä olevan taulukon mukaan poistunut maata n. 14 % enemmän kuin mittausta ojen sisältä osoittaa.

Myös kaivuriojista on todellisuudessa poistunut maata huomattavasti enemmän kuin mittaamalla saatu tilavuus osoittaa, eron suuruutta ei kuitenkaan voitu turvekasojen avulla saada selville.

Ojamaiden etureunan etäisyys vaihteli aurasojissa 0...55 cm ja kaivuriojissa 15...140 cm. Keskimääräiset etäisyydet olivat 20 cm ja 65 cm. Ojamaiden ei todettu yhdelläkään koeojalla varisseen takaisin ojiin.

324. Eri tekijöiden vaikutus ojan muutoksiin

3241. Turpeen syvyyden vaikutus

Ojan syvyys ja sen muutokset kuvastanevat parhaiten turpeen paksuuden vaikutusta. Ohutturpeisten soiden pohjamaa aiheuttaa ojan jäämisen matalaksi eikä suopaine ainakaan kuivahkoilla soilla johda nopeisiin tasoittumisilmiöihin. Paksuturpeisten kaivualustojen ojat ovat verraten syviä ja suopaineen vaikutus on välitön.

Jotta saataisiin kuva siitä, eroaako auras- ja kaivuriojien syvyyden kehitys vuoden aikana toisistaan ohutturpeisilla soilla tai paksuturpeisilla soilla, on jäljempänä olevaan taulukkoon 8 koottu vastaavilta koekentiltä kaikki alle 40 cm:n ja kaikki yli 130 cm:n turvesyvyyksillä olleet ojat. Taulukon keskiarvot on laskettu ohutturpeisilta koekentiltä 9 auras- ja 12 kaivuriojasta sekä paksuturpeisilta koekentiltä 22 auras- ja 23 kaivuriojasta.

Taulukko 8. Ohutturpeisten ja paksuturpeisten koeojien syvyys vuoden aikana

Aurasojat	Syvyys, cm			Kaivuriojat	Syvyys		
	heti	kk	12 kk		heti	kk	12 kk
< 40 cm	66.8	66.6	60.3	< 40 cm	78.7	70.6	65.2
> 130 cm	81.2	77.0	67.3	> 130 cm	91.9	87.4	77.9

Ohut- ja paksuturpeisten soiden aurausojia keskenään verrattaessa havaitaan jälkimmäisten olevan keskimäärin 14.4 cm syvempiä kuin edelliset. Paksuturpeisilla ojilla tapahtuu voimakasta madaltumista jo kuukauden kuluessa, 4.2 cm ohutturpeisten ojien 0.2 cm vastaan. Vuoden aikana madaltuvat syväturpeisten soiden ojat 13.9 cm ja ohutturpeisten soiden ojat 6.5 cm. Kaivuaikainen kokoero on supistunut yli puolella 7.0 cm:ksi. — Tämän suuntainen kehitys johtuu suopaineesta ja suon painumisesta, jotka tekijät paksuturpeisilla soilla ovat suuremmat kuin ohutturpeisilla soilla.

Paksuturpeisille soille kaivetut kaivuriojat ovat 13.2 cm syvempiä kuin ohutturpeisille soille kaivetut ojat. Molempien ryhmien ojat madaltuvat jo kuukauden kuluessa, jälkimmäiset selvästi enemmän (8.1 cm) kuin edelliset (4.5 cm). Vuoden aikana tapahtuva madaltuminen on lähes samansuuruinen sekä ohutettä paksuturpeisilla soilla, 13.5 cm ja 14.0 cm. — Kaivuriojien syvyyden muutokset ohutturpeisilla soilla johtunevat syvästä, lähes kouruttomasta ojasta itsestään. Suora hietainen seinämä soluu ja murtuu varsinkin märkänä huomattavasti ja irtaantunut maa valuu ojan pohjalle.

Paksuturpeisten soiden kaivuriojat madaltuvat tasaisesti. Turpeessa pysyy jyrkkäluiskein oja paremmin kunnossa kuin kivennäismaassa. Kaivuri on suopaineen eliminoidakseen poistanut turvetta samasta paikasta useana nostona ojaa syventäen ja samalla tehokkaasti sitä siivoten.

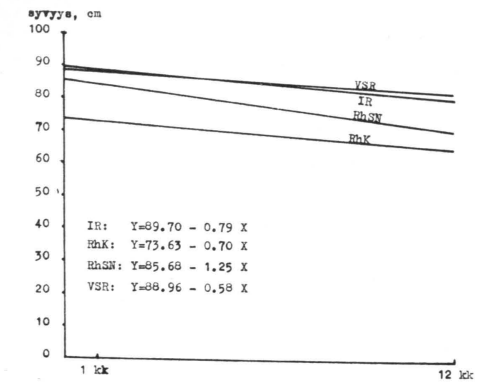
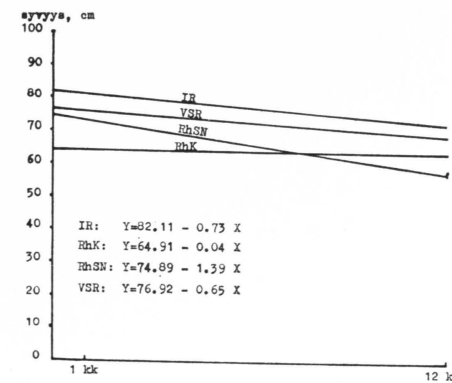
Auraus- ja kaivuriojia toisiinsa verrattaessa nähdään, että ohutturpeisilla soilla ovat aurausojat 11.9 cm matalampia kaivun jälkeen, mutta kuukauden kuluttua enää 4.0 cm ja vuoden kuluttua 4.9 cm matalampia. Matalien aurausojien loivaluiskein, kaareva seinämä ei sorru läheskään niin voimakkaasti kuin syvien kaivuriojien seinämä. Jälkimmäiset madaltuvat vuodessa 82.8 %:iin ja edelliset 90.3 %:iin alkuperäisestä koostaan.

Paksuturpeisten soiden kaivuriojat ovat alkuaan 10.7 cm syvempiä kuin aurausojat ja tuo määrällinen ero säilyy lähes samana sekä kuukauden että vuoden kuluttua tapahtuneissa mittauksissa, 10.4 ja 10.6 cm:nä. Alkuperäiseen kokoonsa verrattuina ovat aurausojat pienentyneet 17.1 % ja kaivuriojat 15.2 % paksuturpeisilla soilla.

3242. Suotyypin vaikutus

Auraus- ja kaivuriojien yksityiskohtainen vertailu kullakin suotyypillä esitetään kaivumittojen ja vuoden kuluttua tapahtuneen mittauksen tulosten avulla, ne ovat nähtävissä taulukoissa 1...5. Vain ojien syvyyden ja tilavuuden muutoksia koskevat regressiosuorat on laskettu ja niiden tilastollinen luotettavuus testattu.

Isovarpulisella rämeellä koeojien kaivumitat osoittavat, että kaivurioja on 10.0 % syvempi ja 5.7 % tilavampi kuin aurausojia. Suurin muutoserä tapahtuu vuoden aikana pohjaleveyden kehityksessä. Molempien ojien syvyys ja tilavuus on pienentynyt. Kaivurioja on 9.6 % syvempi ja 8.1 % tila-



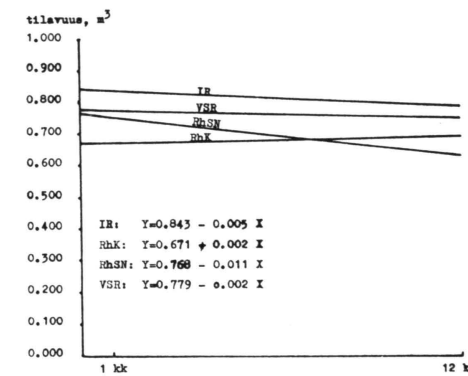
Kuva 10. Aurausojien syvyys vuoden aikana.

Kuva 11. Kaivuriojien syvyys vuoden aikana.

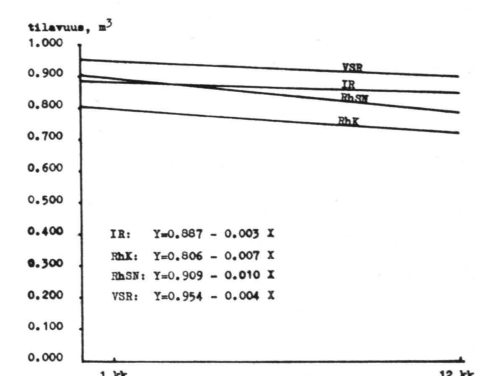
vampi kuin aurausojia. Pintaleveys on koeojilla käytännöllisesti katsoen sama, eroa on vain 0.4 cm.

Isovarpulisen rämeen koeojien syvyyden muutosta havainnollistavat kuvissa 10 ja 11 esitetyt regressiosuorat. Aurausojien kertoimen testitulos on merkitsevä ($T = 3.409^{**}$), samoin kaivuriojien kertoimen testitulos ($T = 2.792^{**}$). Aurausojien tilavuutta kuvaavan suoran kerroin on melkein merkitsevä ($T = 2.173^*$), mutta kaivuriojien suoran kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä ($T = 0.695$). Koeojien suotyypittaiset tilavuuden muutokset suoraviivaiseksi tasoitettuna ovat nähtävissä kuvissa 12 ja 13.

Ohutturpeisimman ruohon ja heinäkorven ojamitoista havaitaan, että kaivuri on joustava työkonie. Vaikka syvyys on kaivuriojien pienin, osoittaa pohjaleveys ja leveys 25 cm:n korkeudelta, että kaivuri on nostanut maata ojasta kahdesti tai useammin saadakseen ojan leveäksi. Kaivurioja onkin joka suhteessa isompi kuin aurausojia. Merkittävin on 22.3 %:n suuruinen tilavuusero. Se koostuu 14.2 % suuremmasta syvyydestä, 31.1 % leveämmästä pohjasta ja 4.8 % suuremmasta leveydestä 25 cm:n korkeudelta sekä 0.6 % suuremmasta pintaleveydestä.



Kuva 12. Aurausojien tilavuus vuoden aikana.



Kuva 13. Kaivuriojien tilavuus vuoden aikana.

Vuoden aikana tapahtuvat muutokset poikkeavat eniten toisistaan tällä suotyypillä. Aurasojien tilavuus lisääntyy ja kaivuriojien tilavuus pienenee epätavallisen paljon. Kivennäismaan kaivuriojat ovat liian syvät, maanpaine sivuilta ylittää maata koossa pitävän voiman ja oja sortuu; syvyydeltään koeojat ovat käytännöllisesti katsoen saman kokoiset. Kaivuriojan pohja on poikkeuksellisesti kaventunut, vesi on syövyttänyt oman uransa ylliveään pohjaan.

Syvyyden ja pohjaleveyden pieneneminen kaivuriojissa toisaalta ja syvyyden säilyminen lähes ennallaan ja kaikkien leveysmittojen kasvaminen aurasojissa toisaalta on aiheuttanut sen, että kaivuriojat ovat vuoden kuluttua enää 4.6 % tilavammat.

Tapahtuneet muutokset ja koeojien kehityksen suuntaerot nähdään havainnollisesti kuvissa 9 ja 10 sekä 11 ja 12. Aurasojien syvyyden regressiosuora ei poikkea tilastollisesti merkitsevästi vaakatasosta ($T = 0.190$), mutta kaivuriojien regressiosuoran suunta on erittäin merkitsevästi pienenevä ($T = 3.810^{***}$). Aurasojien tilavuuden suureneminen ei ole merkitsevä ($T = 0.895$), kaivuriojien koon pieneneminen on melkein merkitsevä ($T = 2.460^*$).

Ruohoinen saraneva oli vetisin ja raakaturpeisin koesuotyyppi. Sen kaivurioja on tilava, poistettu maamäärä osoittaa kaivurin tehneen pienenemisen varaa tavalliseen sarkaojaan. Aurasoja on tutkittujen suotyyppien toiseksi suurin, mutta se jää kauttaaltaan kaivuriojan varjoon. Jälkimmäinen on 15.7 % syvämpi sekä 23.1 % tilavampi kuin edellinen.

Ei vain kaivuaikana, vaan myös vuoden kuluessa tapahtuu suuria muutoksia koeojissa. Suo on kuivuuksaan painunut ja ojien pohjaa on nostanut suopaine, jota osoittaa kaivuriojan pohjan leventyminen 8.6 cm ja 25 cm:n korkeudelta mitatun leveyden kasvaminen 14.5 cm mittauskohdan nousemisen johdosta. Toisaalta suon painuminen on myös pintaosista alentanut mittauskohdaksi kaivuaikaista leveämmän ojan. Sama ilmiö nähdään aurasojissa vielä korostumpana. Niiden pohjaleveys on yli kolminkertaistunut ja syvyys pienentynyt 19.5 cm lähinnä suopaineen johdosta. Suon painuminen on osaksi vaikuttanut ojan madaltumiseen, 25 cm:n korkeudelta mitattu leveys on kasvanut 10.1 cm lähinnä syystä, että mittauskohta on ylempänä.

Vuoden kuluttua on kaivurioja 21.3 % syvämpi ja 24.5 % tilavampi kuin aurasoja. Ruohoisen saranevan aurasojat madaltuvat yhtälön $Y = 74.89 - 1.39 X$ osoittamalla tavalla. Muutos on jyrkkä, tilastollisesti erittäin merkitsevä ($T = 6.862^{***}$). Kaivuriojat madaltuvat sentteinä lähes yhtä paljon (19.3 ja 19.5 cm), mutta niiden syvyyden regressiosuora $Y = 85.68 - 1.25 X$ poikkeaa vaakatasosta vain merkitsevästi ($T = 3.582^{**}$). Se johtuu kaivuriojien suuremmasta vertausyvydestä. Kuvista 9 ja 10 nähdään syvyyden regressiosuorat graafisina.

Aurasojien tilavuuden kerroin on myös erittäin merkitsevä ($T = 6.222^{***}$), kun taas kaivuriojien tilavuutta kuvaavan yhtälön kerroin on ainoastaan melkein merkitsevä ($T = 2.655^*$). Suorat esitetään kuvissa 11 ja 12.

Varsinaisen sararämeen kentistä oli kaksi raakaturpeisia kuten

ruohoinen saraneva, tosin huomattavasti kuivempia. Kaivuaikaiset syvyys- ja tilavuuserot ovat varsin suuret, kaivurioja on 14.7 % syvämpi ja 23.3 % tilavampi kuin aurasoja. Nämä verraten suuret prosentuaaliset erot ovat vuoden kuluttua osittain samat. Pohjaleveys on aurasojissa suurentunut yli kaksinkertaiseksi ja kaivuriojissakin runsaasti, ne ovat kuitenkin 16.7 % aurasoja kaapeampia.

Aurasojien syvyys pienenee suoraviivaisesti regressiosuoran $Y = 76.92 - 0.65 X$ mukaisesti. Madaltuminen on erittäin merkitsevä ($T = 3.876^{***}$). Kaivuriojien madaltumista kuvaavan yhtälön $Y = 88.96 - 0.58 X$ poikkeavuus vaakatasosta on vain melkein merkitsevä ($T = 2.655^*$). Kuvat 9 ja 10 havainnollistavat regressiosuorien eroavuutta. Aurasojien madaltumisen korvaa lähes kokonaan pohjaleveyden ja 25 cm:n korkeudelta mitatun leveyden kasvu, tilavuus pienenee vain vähäsen. Koon muutosta osoittavan yhtälön kerroin ei ole merkitsevä ($T = 0.972$). Kaivuriojien kehitys on samankaltainen, tilavuuden pieneneminen ei ole merkitsevä ($T = 0.884$). Kuvissa 11 ja 12 nähdään myös varsinaisen sararämeen koeojien tilavuuden regressiosuorat.

Koeojat poikkeavat toisistaan eri suotyypeillä sekä kaivukokonsa että vuoden aikana tapahtuvien muutosten puolesta. Aurasojat ovat paksaturpeisilla soilla lähes samansyvyiset ja -muotoiset, ruoho- ja heinäkorven ojat ovat n. 15 cm matalammat ja niiden muoto on tavallista avarampi. Kaivuriojat ovat vielä tarkemmin toistensa kaltaiset paksaturpeisilla soilla, hietainen ruoho- ja heinäkorpi tekee yhtä jyrkän poikkeuksen kuin aurasojissakin. Kaikki kaivuriojat ovat säännöllisesti 10 cm aurasoja syvämmät.

Suotyyppien väliset muutoserot vuoden aikana ovat huomattavat. Aurasojien syvyys kehittyy rämetyypeillä samansuuntaisesti tasaisesti madaltuvana, nevaajat madaltuvat hyvin voimakkaasti ja korven laakeat ojat pysyvät kaivuaikaisen syvinä.

Kaivuriojien syvyyden kehitys on samansuuntainen kuin aurasojissa, mutta madaltuminen on vähäisempää. Poikkeuksen tekee ruoho- ja heinäkorpi, kaivurioja täyttyy seinästä irtaantuvalla hiedalla. Tilavuus seuraa melko tarkkaan syvyyden muutoksia suotyypeittäin ja kaivutavoittain, kuitenkin selvästi tasaisemmin. Rämetyyppit ovat lähellä toisiaan, nevaajat pienenevät samalla tavalla ja vain korven auras- ja kaivuriojat poikkeavat oleellisesti toisistaan.

4. TULOSTEN LUOTETTAVUUDEN TARKASTELU

Tutkimuksen avulla on pyritty selvittämään auras- ja kaivuriojien koko- ja muutoserot sekä muutosten ajoittumista vuodessa eräillä keskeisillä suotyypeillä. Muutosten syyt ja niiden riippuvuus toisistaan on jätetty kaivutapaa lukuunottamatta entisiin laajoihin tutkimuksiin perustuvien oletusten varaan. Kun käsinkaivettuja oja on tutkittu perinpohjaisesti, on niihin vertailemalla saatavissa varsin luotettava kuva myös koneilla kaivettujen ojien muu-

toksista ja niiden syistä. Käsillä oleva tutkimus olisi paisunut liian laajaksi ja työlääksi, jos esim. ojan madaltumiseen vaikuttavien suopaineen ja suon eri osien painumisen suhdetta olisi yritetty mitata.

Tämän tutkimuksen aineisto käsittää 51 auras- ja 51 kaivuriojaa neljän suotyypin 17:llä koekentällä, ojat on etukäteen arvottu eri kaivumenetelmillä kaivettaviksi. Ojan koko on viiden havaintopisteen keskiarvo. Lyhyen ajan mittaus suotyypeittäin varsinaista sararämettä lukuunottamatta on ainoastaan yhden koeojan varassa; tällä mittauksella haluttiin saada selville tapahtuvien muutosten suunta ja nopeus. Kymmenen päivän aikana mitatut ojat näyttävät kuukauden ja vuoden kuluttua olevan omien suotyyppeinsä muiden ojen kaltaisia, joten näinkin rajoitetun mittauksen antama kuva vaikuttaa luotettavaalta. Myös vertailut muihin, aikaisempiin tutkimuksiin eivät osoita ristiriitaisuutta saatujen tulosten kanssa.

5. TIIVISTELMÄ JA PÄATELMÄT

Kaivutapojen erilaisuus on havaittavissa jo kaivutapahtuman aikana. Aura tekee työnsä kerralla ja oja jää välittömille muutoksille alttiiksi, kaivuri kaivaa samaan paikkaan yhden tai useamman ojan. Aurasojien muutokset tapahtuvat nopeasti, joskus yllättävän suurina kuten pohjaleveyden kasvaminen, joskus verraten pieninä kuten pintaleveyden muutokset. Syysateet näyttävät siivoavan tehokkaasti aurasoja; vuoden kuluessa tapahtuvat muutokset vastaavat käsinkaivettujen ojen tapaista kehitystä. Kaivuriojien mitat ovat yleensä vakaita ja muutokset hitaita. Se johtuu juuri työtavasta, kaivuri tekee samanaikaisesti sekä ojan että jälkisiivouksen. Kokonaisuudessaan kaivuriojat näyttävät muuttuvan vielä tarkemmin käsinkaivettujen ojen kaltaisesti kuin aurasojat. Sekä kaivuri että mies eliminoivat suopaineen välittömän vaikutuksen, ojan muutokset johtuvat suon painumisesta, ojamaiden painosta, kaivussyvyydestä, maan koossapysymisen muutoksista, veden virtaamisesta ja kasvillisuudesta aikaisempien tutkimusten mukaisesti. Kun suopaine on tasoittunut aurasojissa, nekin muuttuvat vain edellä lueteltujen tekijöiden vaikutuksesta. Suopaineen osuutta ei aikaisemmissa tutkimuksissa ole korostettu syystä, että ojuri on työvaiheen aikana poistanut sen vaikutukset saadakseen ojan luovutetuksi annettujen mittojen kokoisena.

Suotyypeittaiset kaivuerot ja ojissa lyhyenä ajanjaksona tapahtuvat muutokset ovat verraten suuret eri kaivutapojen välillä, mutta jo vuodessa kehitys tasoittuu lähes samankaltaiseksi auras- ja kaivuriojissa. Turpeen paksuus ja raakuus sekä suon vetisyys vaikuttavat eniten ojan muutoksiin. Raakaturpeisin ruohoinen saraneva näyttää vakaantuvan vasta sitten kun liika vesi on poistunut koko suosta. Ylisuuret ja perusteellisesti kaivetut kaivuriojatkin pienevät suopaineen vaikutuksesta. Ohutturpeisella, hyvinmaatuneella ruoho- ja heinäkorvella ojat ovat pohjaleveyttä lukuunottamatta verraten vakaat. Toi-

saalta juuri tällä suotyypillä poikkeaa koeojien kehitys jyrkästi toisistaan, aurasoja pysyy kunnossa selvästi paremmin. Pintaleveys on kaivutavasta riippumatta lähes muuttumaton vuoden aikana.

Auraspalteet osoittavat aurasojista poistuvan maata lähes kuutiometrin verran; kaivuri poistanee maata runsaasti yli mainitun määrän. Ojamaat eivät vieri takaisin ojiin. Aura ei tee ojaa kiilaamalla, vaikka ojan seinämät palautuvatkin nopeasti ojaa pienentämään. Aurasojat vaativat miestyönä tehtävän jälkisiivouksen, kaivuri puolestaan tekee sen kaivun yhteydessä. Jälkisiivoustarve johtuu suurelta osalta ojaan varisseista turvepaakuista ja suopaineen esiintyöntämästä löysästä lietteestä.

Kaivurikoeoja on sarkaojaksi tarpeettoman suuri. Varsinkin kivennäismaalla se on niin syvä, että maanpaine sivuilta ylittää maata koossapitävän voiman ja seinämät sortuvat ojan pohjalle madaltamaan sitä. Tärkeimmät ojatunnukset — syvyys ja tilavuus — poikkeavat vuoden kuluttua auras- ja kaivuriojissa toisistaan enää 7.5 cm ja 0.09 m³. Aikaisempien tutkimusten ja tässä työssä todetun kehityksen valossa näyttää siltä, että kaivuaikaiset erot tasoittuvat lähes olemattomiksi — ainakin käytännön kannalta merkityksettömiksi — siihen mennessä kun oja on ryhdyttävä perkaamaan.

6. KIRJALLISUUS

- ANTOLA, ALLAN—SOPU, RAIMO, 1966. Tutkimus 1930-luvulla kaivettujen metsäojien kunnosta ja perkaustarpeesta Helsingin, Mikkelin ja Seinäjoen metsänparannuspiireissä. Summary: Cleaning forested-swamp drains. Suo 3/1966, 39—47.
- HEIKURAINEN, LEO, 1957. Metsäojien syvyyden ja pintaleveyden muuttuminen sekä ojen kunnan säilyminen. Acta For. Fenn. 65:5.
- »— 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. WSOY Porvoo—Helsinki.
- »— 1961. Suon pinnan painuminen metsäojituksen vaikutuksesta. Summary: The settling of the bog surface produced by forest draining. Suo 1/1961, 12—14.
- HUIKARI—MUOTIALA—WÄRE, 1963. Ojitusopas, Kirjayhtymä Oy, Helsinki 1963.
- KOKKONEN, P., 1923. Tutkimuksia viemärien kuntoon vaikuttavista seikoista. Summary: Studies of the circumstances affecting the condition of drainage canals. Acta For. Fenn. 27:3.
- LISTO, TAPIO, 1963. Soitten esikuivatuksesta. Summary: Preliminary drying of wet peat lands. MTA 10/1963, 417—418.
- LUKKALA, O.J., 1948. Metsäojien kunnossapito. Referat: Die Instandhaltung der Waldgräben. Comm. Inst. For. Fenn. 36:1.
- »— 1949. Soiden turvekerroksen painuminen ojituksen vaikutuksesta. Referat: Über die Setzung des Moortorfes als Folge der Entwässerung. Comm. Inst. For. Fenn. 37:1.
- MIKOLA, ILPO, 1963. Vahvaturpeisten soiden ojitusvaikeuksista. Summary: Obstacles to drainage in swamps with deep peat. Suo 1/1963, 2—5.
- MULTAMÄKI, S.E., 1934. Metsäojien mittojen ja muodon muuttumisesta. Referat: Über die Grössen- und Formveränderungen der Waldgräben. Acta For. Fenn. 40:34.
- NISKANEN, MATTI, 1961. Traktorikaivurit metsäojituksessa. MTA 11/1961, 434—436, 439—440 ja 443.
- »— 1967. Metsäojituksen uusista kohteista ja menetelmistä. Summary: The new objectives and methods of peat land drainage. MTA 4/1967, 125—126 ja 129.

- NUMMINEN, ERKKI, 1958. Havaintoja aurattujen metsäojien mitoista ja kunnosta. Suomensätieteen lisensiaattityö. Konekirjoite.
- PÄIVÄNEN, JUHANI, 1962. Traktorikaivurit metsäojituskoneina. Suomensätieteen laudaturtyö. Konekirjoite.
- 1968. Tutkimuksia turpeen fysikaalisista ominaisuuksista, erityisesti tilavuuspainosta, vedenläpäisyvyydestä ja vedenpidätyskyvystä. Suomensätieteen lisensiaattityö. Konekirjoite.
- RAITASUO, KALEVI, 1965. Metsäojitus. Tapion taskukirja, 15. painos, 125—143. Kirjayhtymä Oy, Helsinki 1965.
- SAARINEN, E.K.E., 1935. Metsäojien syöpymisestä. Referat: Über die Erosion der Waldgräben. Comm. Inst. For. Fenn. 20.7.

SUMMARY:
ON THE CHANGES OF THE SIZE AND SHAPE OF
DITCHES MADE BY PLOWS AND TRACTOR DIGGERS

The present study is an attempt to find out what changes take place in the size and shape of ditches made with draining plows and, on the other hand, tractor diggers, and to ascertain the time when these changes take place. Data were collected over a one-year period immediately following draining, and the study was carried out in areas representing four different peatland site types of central importance in Finnish peatland forestry. Except regarding the influence of the way of digging on these changes and their interdependence, their causes were considered only against the background of assumptions based on previous studies. As handmade ditches have been studied in detail, comparison with them gives a fairly reliable picture of the changes occurring in ditches made mechanically as well as of the reasons involved for various site types.

The material of the study comprises 51 ditches made by plowing and, likewise, 51 ditches made with tractor diggers. 15 ditches of both types were located in drawf-shrub pine bog, 15 in herb-rich spruce swamp, 9 in herb-rich sedge bog and 12 in ordinary sedge pine bog. The length of each sample of the ditches was 20 m, and measurements were carried out in five places at regular intervals.

Measurements were normally taken immediately after the ditches had been made as well as one month and one year later. In addition, in each site type three ditches of both types were repeatedly measured during the ten-day period immediately following draining (in ordinary sedge pine bog, however, nine ditches were measured). In each point of measurement along the ditches concerned, the width of the ditch was determined at three levels: at the bottom, 25 cm above the bottom and at ground level. In the measurements over the ten-day period mentioned, the width was also taken 50 cm above the ditch bottom. The depth of the ditch was measured by means of levelling. From the wall of each ditch concerned, a peat sample was taken, and for the ditches that had been plowed, the volume of the spoil bank was determined.

Ditches made by plowing and completely surrounded by peat become shallower at an extremely rapid rate during the first 2—3 days after plowing. This is due to pressure from the surrounding peat masses, which lifts up the bottom and makes it broader. Ditches made with tractor diggers do not get shallower at the same rapid rate, neither does their bottom grow in width to the same extent as was established for plow-made ditches. Tractor diggers remove the immediate influence of this pressure when they have moved a couple of stiches ahead along the ditch line. Shallowing of the ditches and the decrease in their volume are statistically significant ($T = 2.958^{**}$ and $T = 2.775^{**}$) for ditches made by plows, but the changes occurring in ditches made by tractor diggers show no statistical significance.

In the course of one year the ditches studied changed in very much the same way as do handmade ditches. This was especially true for the ditches made with tractor diggers, but also those which had been made by plowing changed due to compression of the peat, the weight of the spoil bank and water movement in a way completely conforming with the results of previous investigation. Both types of ditches shallowed to a highly significant degree ($T = 4.513^{***}$ and $T = 4.887^{***}$) in the course of one year. The volume of the plowed ditches decreases to an almost significant ($T = 2.245^{*}$) degree, and that of ditches made by tractor diggers, significantly ($T = 2.647^{**}$). Immediately after digging the latter type of ditches are 10.0 cm deeper and 0.13 m³ larger in volume than plowed ditches. One year later the corresponding differences are 7.5 cm and 0.09 m³.

The thickness of the peat layer, too, is of importance for the size of ditches. Plowed ditches that are totally surrounded by peat are 14.4 cm deeper than ditches which penetrate into the subsoil, and for ditches made by tractor diggers the corresponding value is 13.2 cm. In soils with a thick peat layer ditches made by tractor diggers are 10.7 cm and in soils with a shallow peat cover, 11.9 cm deeper than plowed ditches. One year after draining the corresponding differences are 10.6 and 4.9 cm.

Among the peatland site types studied, the greatest and fastest changes took place in herb-rich sedge bog, which is an extremely wet site with poorly decomposed peat. The greatest differences between the development of the these two types of ditches were established in herb-rich spruce swamp, a site type with a shallow peat cover. Ditches made by tractor diggers, being relatively deep and having steep walls, very easily fall in and get filled up. Plowed ditches, which are shallow and have concave walls, keep their original state rather well.

The plow does not make the ditch by pushing the peat to the sides. This conclusion was drawn on the basis of the fact that the lightest soil samples taken were from the walls of plowed ditches. Moreover, determination of the ditch volume on the basis of measurements on the spoil banks resulted in 14 % higher values than those obtained from measuring the ditch proper. Tractor diggers perform cleaning of the ditches in connection with their digging work, whereas plowed ditches must be cleaned separately by hand.