

AURAUS- JA KAIVURIOJIEN KUNNOSSAPYSYMISESTÄ

On the changes of the size and shape of ditches made by plows and tractor diggers

JOHDANTO

Vanhon metsäojien kuntoa ja siihen vaikuttavia tekijöitä ovat useat tutkijat seikkaperäisesti selvittäneet. Lapiolla kaivettujen ojien mitoista ja niiden muutoksista on saatu luotettava kuva jälkikäteenkin, sillä kaivuaikaiset ojamitat ovat löydettävissä yksityiskohtaisesti laadituista a.o. ojien pituusleikkauspiirroksista. Todettujen muutosten tapahtumisaika on jäänyt verraten väljäreijäiseksi; sensijaan muuttumistavat on tutkittu ja syyt selvitetty perusteellisesti. Käsillä olevan kirjoituksen alkuosa perustuu kirjoittajan äskettäin julkaistuun tutkimukseen (Timonen 1971), jossa pyrittiin vertaamaan auran ja kaivurin eri suotyypeille tekemää ojaa keskenään sekä selvittämään ojan mitoissa tapahtuvia muutoksia ja niiden ajankohtaa. Lopuudessa pyritään erityisesti tarkastelemaan, mitä käytäntöön liittyviä johtopäätöksiä voidaan eri tutkimuksiin nojautuen tehdä.

KOEKENTÄT JA HAVAINTOPISTEET

Tutkimus tapahtui Kuopion metsänparannuspiirin työmailla Kiuruveden kunnassa 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, joille mitattiin ja paalutettiin viisi havaintopistettä. Koeojia oli 102 ja niillä 510 havaintopistettä. — Suon painumista ei tutkittu, se oletettiin samaksi auras- ja kaivuriojilla. Myös ojamaiden painon vaikutus oletettiin samantyyppiseksi molemmilla koeojatyypeillä. Koekenttien sisäiset auras- ja kaivuriojat olivat putoukseltaan samanlaiset.

OJAN MITAT VÄLITTÖMÄSTI KAIVUN JÄLKEEN

Koeojat mitattiin niin pian kaivun jälkeen kuin suinkin mahdollista. Aurasojien leveys todettiin ojamittarilla heti sen jälkeen kun koeoja tuli auratuksi, syvyys vaaittiin viimeiseksi. Kaivurikoeojat kaivettiin erillisinä n. 40 m:n pituisina pätkinä sarkaojien auruksen jälkeen.

Kaivuriojat ovat tilavuudeltaan 0.131 m³ eli n. 17 % aurasoja kookkaammat, ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Myös syvyysero 9.9 cm on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Pintaleveydeltään ojat ovat lähes samankokoiset. Huomattavasti suuremmasta pohjaleveydestään huolimatta kaivuriojat ovat 25 cm:n korkeudelta pohjasta lukien n. 4 % kapeammat kuin aurasojat. Jälkimmäiset ovat selvästi kouruluisempia kuin edelliset. Kaivuriojien sivuluiska on keskimäärin 1/0.74 ja aurasojien 1/0.86.

Taulukko 1. Auras- ja kaivuriojien koko välittömästi kaivun jälkeen

suotyppi	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



Kuva 1. Koeojan aurausta VSR:llä.

Fig. 1. Plowing a ditch in an ordinary sedge pine swamp.

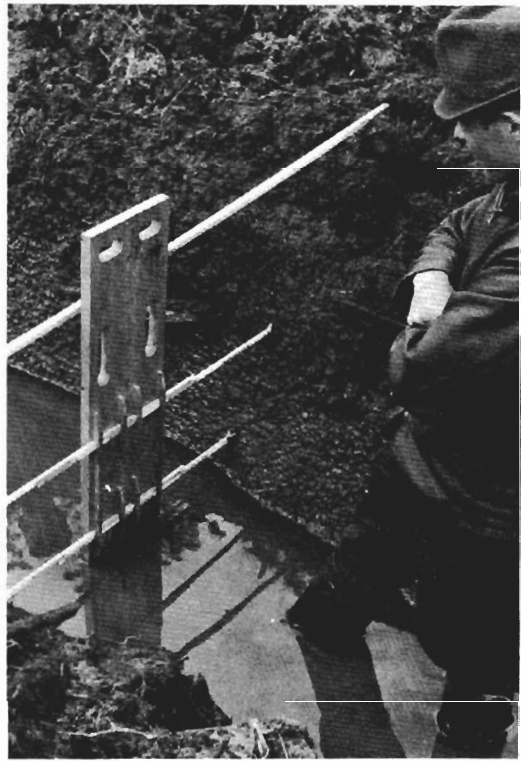
VÄLITTÖMÄT MUUTOKSET

Koska suopaineen vaikutus ojan muutoksiin on suurimmillaan heti kaivun jälkeen, mitattiin kuusi koekenttää toistuvasti 10 päivän aikana. Tällöin veden virtaaminen tai suon kuivuminen ei ehtinyt sanottavasti aiheuttaa muutoksia ojamittoihin. Tulokset on laskettu 1., 2., 5. ja 10. päivän mittauksen perusteella.

Suotyypeittaiset aurausojien syvyyden muutokset ajan funktiona nähdään suoraviivaiseksi tasoitettuna kuvassa 3. Päivittäiset mittaukset osoittivat pääasiallisimman madaltumisen tapahtuvan ensimmäisen vuorokauden aikana. 5. ja 10. päivän välillä aurausojat eivät madaltuneet käytännöllisesti katsoen lainkaan.

Pienin muutos tapahtuu kivennäismaahan kaituissa ruoho- ja heinäkorven ojissa, joissa suopaineen osuus on vähäinen. Eniten madaltuvat raakaturpeisen, märän RhSN:n ojat. Niissä tapahtuu suopaineen ansiosta sama tasoittumisilmiö kuin jäähän hakatun avannon täytyessä.

Kuvassa 4 esitetyt kaivuriojat madaltuvat huomattavasti vähemmän, ainoastaan RhSN:n regressiosuora osoittaa suurta muutosta. Päivittäisistä mittaustuloksista kävi ilmi, että myös kaivuriojat madaltuvat eniten välittömästi kaivun jälkeen.



Kuva 2. Ojamittari lukuasennossa.

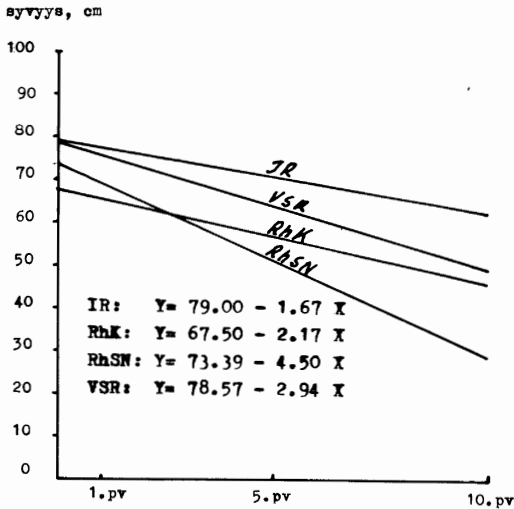
Fig. 2. The width of ditches was determined with a special measuring device.

Poikkileikkauspinta-aloista lasketut suotyypeittaiset tilavuuden regressioyhtälöt ovat samankaltaiset syvyyden muutosten kanssa. Havaintojen vähäisyydestä johtuen on edellä esitetyllä lyhyen ajan mittauksella vain suuntaa antava merkitys. Tilastollisesti luotettavampi kuva saadaan käsittelemällä edellä mainitut kuusi koekenttää yhdessä, nehän sisältävät yhteensä 18 auraus- ja 18 kaivurikoeojaa. 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	$Y=0.767 - 0.030 X$	$Y=0.893 - 0.019 X$

Aurausojien syvyyttä kuvaavan regressiokerroimen T-testi osoitti merkitseväksi, kaivuriojen regressiosuora ei sitä vastoin poikennut merkitsevästi vaakatasosta. Aurausojien keskimääräisen tilavuuden muutos oli niinkään merkitsevä, kaivuriojen muutos sen sijaan ei.

Lyhyen ajanjakson mittauksen 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



Kuva 3. Aurasojien syvyys 10 pv:n aikana.

Fig. 3. The depth of the ditches made by plowing during the first ten days of their existence.

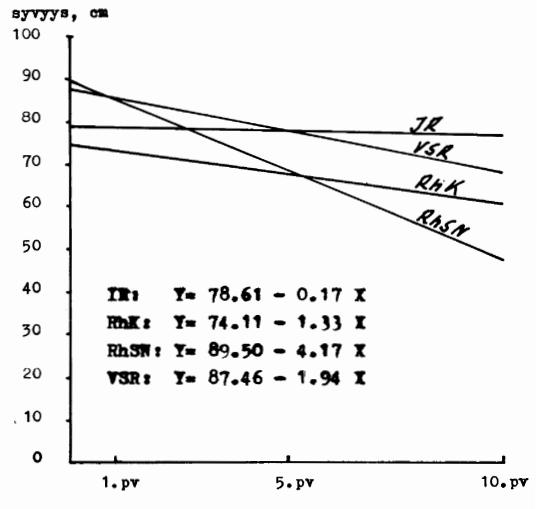
aurauksen jälkeen alkavat suopaineen ja oja-
maiden painon aiheuttamat muutokset, mure-
nevat turvepaakut jäävät koskemattomina poh-
jalle madaltamaan ojaa ja seinämistä valuu
löysää turvetta lietteen. Sama suopaine pien-
entää välittömästi myös kaivuriojia, mutta
kaivuri poistaa toisella tai kolmannella kauhan-
vedolla seinämistä pullistuvan löysän turpeen
ja siivoaa pohjalle vierineet turvepaakut pois.
Tästä syystä kaivuriojia jää valmiiksi, sen mitat
eivät sanottavasti muutu lyhyen ajan kuluessa.
Aurasojien muutokset alkavat varsin suurina
heti auran kulkemisen jälkeen, tällöin suopai-
neen tasapaino järkkyy eniten.

PITEMMÄN AJAN MUUTOKSET

Ojissa tapahtuneet muutokset todettiin mit-
taamalla ojat talven kynnyksellä ja seuraavana
kesänä. Koekentät sisältäneitä hankkeita ei
siivottu koko aikana, mutta aurasojien päiden
aukaisu tapahtui ennen lokakuun puolivälissä
suoritettua toista mittausta.

Taulukko 2. Koeojien syvyyden muutokset vuoden aikana.

suo- tyyppi	kaivu- syvyys, cm		syvyys kk:n kul.		syvyys vuoden kul.	
	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



Kuva 4. Kaivuriojien syvyys 10 pv:n aikana.

Fig. 4. The depth of the ditches made by a tractor digger during the first ten days of their existence.

Syvyys

Ojien syvyyteen vaikuttavista tekijöistä tär-
keimmät lienevät suopaineen ojan pohjaa nos-
tava vaikutus, seinämistä irtaantuvan löysän
turpeen liettyminen ja suon painuminen sekä
toisaalta veden virtaaminen.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään kahden
ensinmainitun tekijän osuutta, sillä ne vaikut-
tavat eri tavalla auras- ja kaivuriojissa.

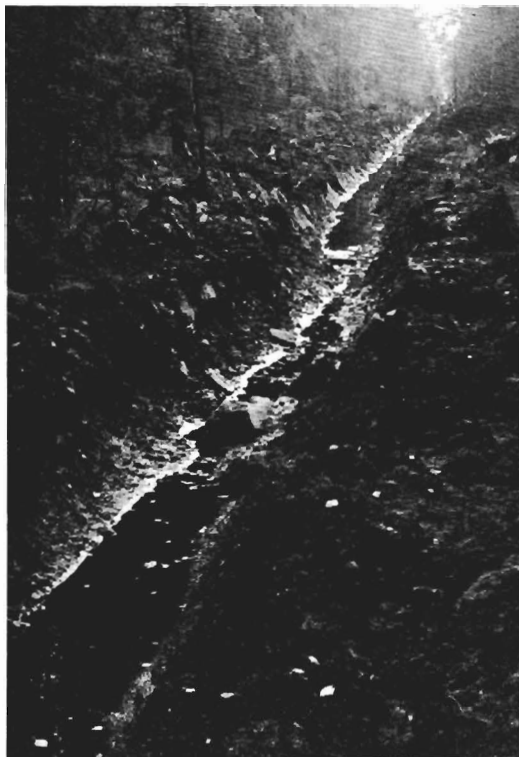
Verrattaessa muutoksia taulukossa 1 esitet-
tyihin koeojien mittoihin, havaitaan ojien sy-
vyyden kuukaudessa kehittyneen eri tavalla
auraus- ja kaivuriojissa. Aurasojat ovat merkit-
tävästi syventyneet ja kaivuriojat jonkin verran
lisää madaltuneet kaivua seuranneesta kehityk-
sestä poiketen.

Tähän lienee syynä se, että aurasojien sei-
nämistä ja pohjasta suopaineen heti esiin työn-
tämä löysä, lietemäinen turve on sateitten an-
siosta irronnut ja virrannut veden mukana pois;
aurausojien päät avattiin ennen toista mittausta.

Turvemaahan kaivettujen ojien syvyyden
muutos on hyvin samankaltainen molemmilla
kaivutavoilla, kivennäismaan koeojat RhK:lla
madaltuvat eri tavoin. Vuoden kuluessa auras-
ojat ovat madaltuneet 10.5 % ja kaivuriojat
12.1 % kaivussyvyydestään. Jälkimmäiset olivat
9.9 cm syvemmät kaivun jälkeen, vuoden kulut-
tua 7.5 cm syvemmät. Ero on supistunut
24.2 %:lla.

Tilavuus

Koeojien tilavuus on laskettu syvyyden, poh-
jaleveyden, 25 cm:n korkeudelta pohjasta lu-



Kuva 5. RhK:n aurausojaa etualalla, mutkan jälkeen kaivuriojaa.

Fig. 5. A ditch made by plowing (in the foreground) and by a tractor digger (in the background). Herb-rich spruce swamp.

kien mitatun leveyden ja pintaleveyden mittaus- tulosten perusteella.

Aurausojat pienenevät 4.0 % ja kaivuriojat 7.8 % vuoden aikana. Kokoero, joka kaivun jälkeen oli 0.131 m^3 , on vuoden kuluttua 0.092 m^3 . Prosentteina esitettyä muutos kai- vuaikaisesta kokoerosta on 27 %; kaivuriojat ovat vuoden kuluttua 12.7 % tilavammat kuin aurausojat.

TURPEEN SYVYYDEN VAIKUTUS OJAN MUUTOKSIIN

Turvekerroksen paksuus säätelee suuresti ojan syvyyttä ja toisaalta ojan syvyys ja sen



Kuva 6. RhK:n kaivurikoeoja kuukauden kuluttua.

Fig. 6. A ditch one month after plowing. Herb-rich spruce swamp.

muutokset kuvastanevat parhaiten turpeen pak- suuden vaikutusta. Ohutturpeisten soiden poh- jamaa aiheuttaa ojan jäämisen matalaksi eikä suopaine ainakaan kuivahkoilla soilla johda nopeisiin tasoittumisilmiöihin. Paksuturpeisten kaivualustojen ojat ovat verraten syviä ja suo- paineen vaikutus on välitön.

Jotta saataisiin kuva siitä, eroaako auraus- ja kaivuriojien syvyyden kehitys vuoden aikana toisistaan ohut- tai paksuturpeisilla soilla, on jäljempänä olevaan taulukkoon 4 koottu vas- taavilta koekentiltä kaikki alle 40 cm:n ja kaikki yli 130 cm:n turvesyvyyksillä olleet ojat.

Taulukko 3. Koeojien tilavuus vuoden aikana.

suo- tyyppi	kaivu- tilavuus, m^3		tilavuus kk:n kulutt., m^3		tilavuus vuo- den 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

Taulukko 4. Ohut- ja paksuturpeisten oijen syvyys vuoden aikana.

Aurus- ojat	Syvyys, cm			Kaivuri- ojat	Syvyys, cm		
	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

Taulukon keskiarvot on laskettu ohutturpeisilta koekentiltä 9 aurau- ja 12 kaivuri-
ojasta sekä paksuturpeisilta koekentiltä 22 au-
raus- ja 23 kaivuriojasta. Ohut- ja paksuturpeis-
ten soiden aurausojia keskenään verrattaessa
havaitaan jälkimmäisten olevan keskimäärin
14.4 cm syvempiä kuin edelliset. Paksutur-
peisilla ojilla tapahtuu voimakasta madaltumista
jo kuukauden kuluessa. Vuoden aikana madal-
tavat syväturpeisten soiden ojat 13.9 cm ja
ohutturpeisten soiden ojat 6.5 cm, näin ollen
on kaivuro 14.4 cm supistunut yli puolella
7.0 cm:ksi.

Tämänsuuntainen kehitys aiheutunee suopai-
neesta ja suon painumisesta, jotka tekijät pak-
suturpeisilla soilla ovat suuremmat kuin ohut-
turpeisilla soilla.

Paksuturpeisille soille kaivetut kaivuriojat
ovat 13.2 cm syvempiä kuin ohutturpeisille
soille kaivetut ojat. Molempien ryhmien ojat
madaltuvat jo kuukauden kuluessa, jälkimmäi-
set selvästi enemmän eli 8.1 cm ja edelliset
4.5 cm. Vuoden aikana tapahtuva madaltumi-
nen on lähes samansuuruisen sekä ohut- että
paksuturpeisilla soilla, 13.5 cm ja 14.0 cm.

Kaivuriojien syvyyden muutokset ohutturpei-
silla soilla johtunevat syvästä, lähes kourutto-
masta ojasta itsestään. Suora hietainen seinämä
soluu ja murtuu varsinkin märkänä ja irtaan-
tunut maa valuu ojan pohjalle. Paksuturpeisten
soiden kaivuriojat madaltuvat tasaisesti. Tur-
peessa pysyy jyrkkäluisainenkin oja parem-

min kunnossa kuin kivennäismaassa.

Aurus- ja kaivuriojia toisiinsa verrattaessa
nähdään, että ohutturpeisilla soilla ovat aurau-
ojat 11.9 cm matalampia kaivun jälkeen, mutta
kuukauden kuluttua enää 4.0 cm ja vuoden
kuluttua 4.9 cm matalampia. Matalien aurau-
ojien loivaluiskainen, kaareva seinämä ei sorru
läheskään niin voimakkaasti kuin syvien kaivuri-
ojien seinämä. Jälkimmäiset madaltuvat vuo-
dessa 82,8 %:iin ja edelliset 90,3 %:iin alku-
peräisestä koostaan. Paksuturpeisten soiden ka-
ivuriojat ovat alkuun 10,7 cm syvempiä kuin
aurausojat ja tuo määrällinen ero säilyy lähes
samana sekä kuukauden että vuoden kuluttua
tapahtuneissa mittauksissa — 10,4 cm:nä ja
10,6 cm:nä. Alkuperäiseen kokoonsa verrattui-
na aurausojat ovat pienentyneet 17,1 % ja
kaivuriojat 15,2 % paksuturpeisilla soilla.

SUOTYYPIN VAIKUTUS OJAN MUUTOKSIIN

Suotyyppittäistä kehitystä vuoden aikana va-
laisevat kuvissa 9–12 esitetyt aurau- ja kaivuri-
ojien syvyyden sekä tilavuuden yhtälöt ja ku-
vaajat. Aurausojien syvyyden regressiokertoi-
mista ovat erittäin merkitseviä RhSN:n ja VSR:n
kertoimet, merkitsevä on IR:n kerroin ja RhK:n
kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä. Kaivuri-
ojien syvyys muuttuu erittäin merkitsevästi
RhK:lla, merkitsevästi IR:llä ja RhSN:lla sekä
melkein merkitsevästi VSR:llä.

Aurausojien tilavuuden yhtälön suunnan



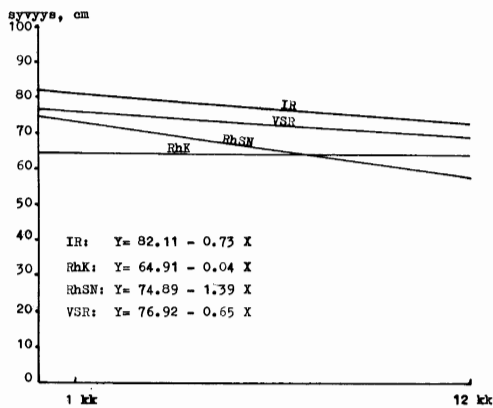
Kuva 7. RhSN:n aurausoja, jonka suopaine täytti välit-
tömästi ja se oli jätettävä tutkimuksen ulkopuolelle.

Fig. 7. A ditch made by plowing in a herb-rich sedge
bog.



Kuva 8. Kaivurikoeoja samalla nevalta vuoden ku-
luttua.

Fig. 8. One-year-old ditch made by a tractor digger
in a herb-rich sedge bog.



Kuva 9. Aorausojan syvyys vuoden aikana.

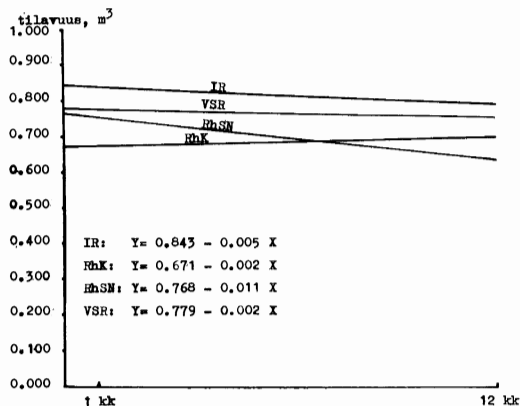
Fig. 9. The depth of the ditches made by plowing during the first twelve months of their existence.

osoitti T-testi RhSN:lla erittäin merkitseväksi ja IR:llä melkein merkitseväksi. RhK:n ja VSR:n aorausojat eivät pienentyneet tilastollisesti merkitsevästi. Kaivurioijat pienenevät melkein merkitsevästi RhK:lla ja RhSN:lla; niiden tilavuus IR:llä ja VSR:llä ei muuttunut merkitsevästi.

Taulukoiden 2 ja 3 mukaan tärkeimmät ojatunnukset - syvyys ja tilavuus - poikkeavat vuoden kuluttua aoraus- ja kaivuriojissa toisistaan enää 7.5 cm ja 0.009 m^3 . - Seuraavassa tarkastellaan näiden erojen merkitystä ja aikaisempia tutkimuksia lähemmin.

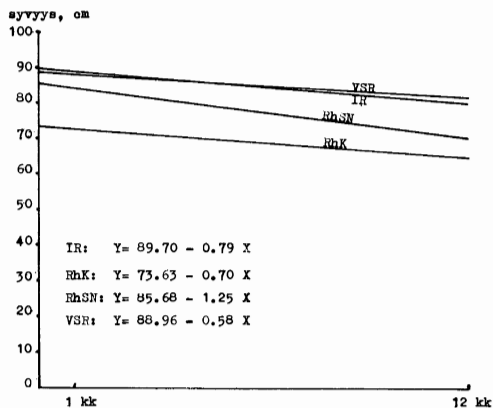
ERÄITÄ VERTAILUITA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Käytännön kannalta lienevät keskeisimpiä kysymyksiä riittävä kuivatussyvyys ja ojien kunnossapysyminen. Ojien kuntoon vaikuttavia tekijöitä on tutkittu useiden vuosikymmenien aikana varsin perusteellisesti. Niillä on yhä tärkeämpi merkitys nyt, kun kunnossapidettäviä metsäojia on yli 800 000 km ja niiden määrä nousee aikanaan kaksinkertaiseksi.



Kuva 11. Aorausojien tilavuus vuoden aikana.

Fig. 11. The volume of the ditches made by plowing during the first twelve months of their existence.



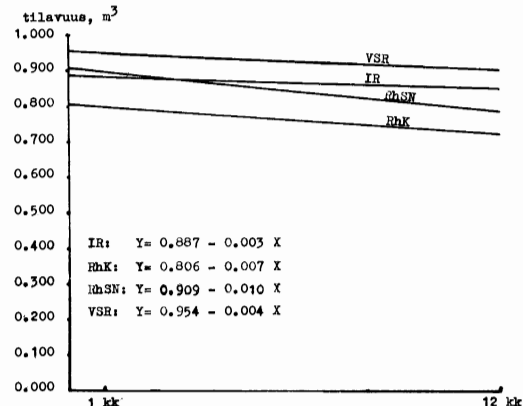
Kuva 10. Kaivuriojien syvyys vuoden aikana.

Fig. 10. The depth of the ditches made by tractor digger during the first twelve months of their existence.

Käsinkaivun aika on ohi, aura ja kaivuri tekevät ojaa halvalla ja nopeasti. Ammattimiesten ja metsänomistajien piirissä on vallalla jyrkkiäkin mielipiteitä toisen menetelmän puolesta toista vastaan. Aorausoja maksaa noin puolet kaivuriojan hinnasta ja se työllistää muitakin kuin koneen kuljettajat. Kaivuriojat ovat aurasojien mielestä tarpeettoman syviä, niihin onkin teoriassa sisällytetty ensimmäinen kunnossapitoperkaus.

Näihin kysymyksiin saataneen tyydyttävä vastaus jo aikaisemmista tutkimuksista.

Kokkonen (1923) toteaa, että jyrkkä luiska aiheuttaa viemäreiden murtumista korpi- ja saraturpeissa sekä hiekka-, hieta- ja savihietamaissa. Repeytymät johtuvat maanpaineen ja koossapysymisen muutoksista. Nämä maan liikkeitä johtuvat ilmiöt esiintyvät vain kahden tai kolmen kaivua seuraavana vuotena. Veden liikkeitä johtuvat ilmiöt ovat pitempiaikaisia ja heti kuivatuksen jälkeen voimakkaita.



Kuva 12. Kaivuriojien tilavuus vuoden aikana.

Fig. 12. The volume of the ditches made by tractor digger during the first twelve months of their existence.

Kasvillisuus vaikuttaa myöhemmin.

Multamäki (1934) esittää tutkimuksessaan metsäojien muutoksista, että ensimmäisenä ojan mittoja ja muotoa muuttavana tekijänä kohta kaivun jälkeen on tavallisesti turpeen painuminen. Se on sitä suurempi, mitä vetisempi, löyhempi ja raamempi turve on kysymyksessä. Seinämien särkyminen muuttaa ojan mittoja ja se johtuu maan laadusta ja ojan muodosta sekä veden liikkeistä. Paksuturpeisten soiden ojat madaltuvat ja supistuvat eniten.

Lukkala (1949) toteaa pääasiallisimman painumisen tapahtuvan viidessä vuodessa, voimakkaimmillaan se on kaivun aikana. Korvet painuvat vähiten ja nevat eniten. Ojan pohjaa nostavat liete ja kasvillisuus, virheellinen kaivu taas laskee.

Heikuraisen (1957 ja 1961) tutkimukset osoittavat, 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 kaivusvyvyys, putous, suotyypit ja maalaji. Ojien yleiseen kuntoon ei kaivusyvyydellä näytä olevan sanottavaa vaikutusta, sitä selvempi ja suoraviivaisempi syy-yhteys on mataloitumiseen. Korpi-ajat madaltuvat vähiten ja nevaajat eniten. 16–25 vuotta vanhat metsäajat ovat korpi-soilla madaltuneet 69 %:iin, rämeillä 63 %:iin ja nevoilla 62 %:iin alkuperäisestä kaivusyvyydestään. Kaivusyvyyden lisääminen 10 cm:llä merkitsee 6 cm:n madaltumisen lisääntymistä.

Numminen (1958) on tutkinut aurattuja metsäoja ja todennut, että moreeni ja kivisyys aiheuttavat ojan jäämisen matalaksi. Avosoille syntyy paras oja ja kehnoin savi- ja hiesumaille sekä silloin kun turpeen paksuus on 0.4–0.6 m. Ojat muuttuvat eniten kaivu-vuoden aikana.

Mikola (1963) toteaa vahvaturpeisilla soilla kaivua melko pian seuraavan ojan täyttymisen olevan seurausta siitä, että maan ja veden paine sivuilta ylittää turvetta koossa pitävän voiman. Paineen määrää ojan syvyys sekä ojamaiden määrä ja sijoitus. Turpeen koossa pysyväisyys riippuu taas sen vesipitoisuudesta, maatumaisuudesta ja laadusta. Ojan vioittuminen tapahtuu luiskan kaatuessa tai pullistuessa, pohjan pullistuessa ja ojan täytyessä. Tavallisemmin luiskat pullistuvat kaventamaan ojaa varsinkin vetisillä soilla. Sortuminen tapahtuu parissa tunnissa, pullistuminen parin vuorokauden aikana. Rimpisoilla ja heikosti maatu-

neilla soilla ojan pohja pysyy alkuperäisellä korkeudella ja madaltuminen johtuu vain reunojen alentumisesta. Rahkasoilla pohja pullistuu suoraan ylös verraten nopeasti. Umpeenkasvaneiden lampien ja ruopparimpien velliäinen turve tasoittaa ojan täydellisesti ja pian. Vastaava ilmiö tapahtuu rimpinevalla, jos oja kaivetaan liian syväksi.

Saman toteaa myös Listo (1963). Märillä soilla ojan pohja nousee ja luiskat lakoavat sisään. Mitä suurempi oja tehdään sitä varmemmin se menee tukkoon.

Miten syviä metsäojien tulee olla kuivatusta ja toisaalta kunnossapysymistä varten? Heikurainen (1957) pohtii kysymystä sekä entisten tutkimusten että myös yleisten käsitysten valossa ja toteaa, ettei puiden juuriston käyttämän turvekerroksen muuttaminen mahdollisimman suotuisaan tilaan vaatine lähes metrin syvyisiä oja. Metsäojien tehtävä on lähinnä kevään sulamisvesien ja sadekausien pintavesien kerääminen ja suon varsinaisen pohjavesipinnan aleneminen jää haihdunnan varaan. Tässä mielessä matalimmat ojat täyttänevät tehtävänsä yhtä hyvin kuin syvät ojat, joihin lisäsyvyyden saamiseksi käytetyt kustannukset tuskin vastannevat saavutettavaa hyötyä. Matalat ojat säilyttävät kuntonsa suhteellisesti paremmin kuin syvät ojat. Tämä on ymmärrettävääkin kun muistetaan, että ojien mataloituminen aiheutuu lähinnä luiskien särkymisilmiöistä ja ne ovat sitä voimakkaampia mitä syvemmiksi ojat kaivetaan. Ojien asettelulla tulisi korvata niiden tarpeeton syventäminen.

Antola (1965) on todennut, että erittäin herkkiä tukkeutumaan ovat heikkoputouksiset, vähävetiset ojat. Ojan pohjalle joutuneen esteen taakse patoutuu vettä ja seurauksena on nopea sammaloituminen ja umpeenkasvaminen. Myös painuminen ja syöpyminen sekä liettyminen aiheuttaa ojien kunnan heikkenemistä. Näin ollen tulisi välttää heikkolaskuisia ja pitkiä sarkaoja.

Antola ja Sopo (1966) ovat tutkineet 1930-luvulla kaivettujen metsäojien kuntoa kolmen metsänparannuspiirin alueella. Käsinkäivettujen sarkaojien kuivatussyvyys oli keskimäärin 54 cm, ojat olivat madaltuneet 32 cm eli n. 10 cm vuosikymmentä kohti. Osa ojista oli perattu. Madaltumista oli tapahtunut 85 %:ssa ja syventymistä 6 %:ssa oja.

Edellä selostetut tutkimukset koskevat pääasiassa käsinkäivettyjä oja. Verrattaessa niitä ja Timosen (1971) auras- ja kaivurioja koskevaa tutkimusta voidaan todeta paljolti

samankaltaisuuksia ojien suo- ja turvekohtaisissa muutoksissa. Uutta on muutosten ajoittumisen tarkempi määrittäminen. Suopaineesta johdettavat ojien mittojen muutokset alkavat jo kaivutapahtuman yhteydessä ja tasoittuvat parin vuorokauden kuluessa. Raakaturpeiset ja vetiset nevaot muuttuvat eniten ja välittömimmin, ohutturpeiset korpiojat vähiten ja vasta myöhemmin. Suovesiä virtaa ja lietettä irtaantuu sekä seinämistä että ojien pohjasta, kaivuri voi poistaa lietteet ja löysän turpeen pois toisella tai kolmannella kauhan pistolla, aurausojan kaikki muutokset jäävät korjaamatta näkyviin.

Ojan muodolla näyttää olevan suuri merkitys toisaalta ra'assa turpeessa ja toisaalta kivennäismaassa. Aura tekee edellisissä kohteissa liian loivaluiskaista ojaa, sen pohja nousee. Kivennäismailla aurausojat on riittävän loivaluiskainen verrattuna kaivuriojaan. Kaivuriojan syvyys saattaa olla osasyynä ohutturpeisten korpiojen suureen muutokseen.

Näyttäisi siltä, että kaivuriojen kunnossapysyminen edellyttää luiskaltaan vaihtelevien kauhamallien käyttämistä erikseen turve- ja kivennäismailla. On myös kyseenalaista, onko yli 70 cm:n syvyyden ojien kaivattamisesta kivennäismaaperäisille soille vastaavaa hyötyä kunnossapidon kannalta; kuivatustarve sitä ei ainakaan vaatine.

Aurausojat näyttävät jäävän pieniksi vetisillä ja raakaturpeisilla soilla. Toisaalta miestyönä toteutettava jälkisiivous vaikuttanee aurausojia syventävästi; mainittu toimenpide on jätetty tekemättä käsillä olevan tutkimuksen aurausojien osalta, näiden aukaisu tapahtui kaukana koeojista.

KIRJALLISUUTTA

- Antola, A. 1965. Metsäojien kunnossapito. Summary: The maintenance of drains in forested swamps. *Suo* 4/1965, 1-4.
- Antola, A. - Sopo, R., 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, L., 1957. Metsäojien syvyyden ja pintaleveyden muuttuminen sekä ojien kunnan säilyminen. *Acta For. Fenn.* 65.5.
- Heikurainen, L., 1957. Metsäojien syvyys ja ojituksen tiheys I ja II. Summary: Depth and Spacing of Forest Ditches. *Metsät. aikakausl.* 6/1957, 188-191 ja 7-8/1957, 233-238.
- Heikurainen, L., 1961. Suon pinnan painuminen metsäojituksen vaikutuksesta. Summary: The settling of the bog surface produced by forest draining. *Suo* 1/1961, 12-14.

Aura voitaneen nähdä myös eräänlaisena "esi-kuivattajana" siten, että alkuperäiset sarat myöhemmin halkaistaan joko aurasojilla tai käytäen kaivuria. Tällöin vetisetkin suot ovat jo kuivuneet siinä määrin, että uuden aurausojan mitat ja kunto säilynevät aikaisempaa ojaa paremmin. Kivennäispohjaisilla soilla aura tekee riittävän syvyistä ojaa ja se näyttää pysyvän verratellen hyvin kunnossa.

Auraus on nopea ja halpa menetelmä ja sen työllistävä vaikutus on huomattavasti suurempi kuin kaivurimenetelmän. Esimerkiksi metrihinnat niillä molemmilla ojitushankkeilla, joilla alussa selostetun tutkimuksen koekentät sijaitsivat, olivat 36 p/m. Aurausojat urakoihin hintaan 16.8 p/m ja kaivuriojista maksettiin 60 p/m³. Jos käytetään näitä lukuja ja taulukossa 1 nähtäviä ojakokoja, saadaan aurausojan kuutiometrihinnaksi 22.2 p/m ja kaivuriojan metrihinnaksi 53.1 p/m. Molempien kuivatushankkeiden yhteinen metrimäärä oli n. 158 km, josta aurattiin n. 130.3 km ja kaivurilla kaivettiin n. 27.7 km. Vaikka kaivuriojille ei laskettaisi miestyökustannuksia enää lainkaan, tuli aurausojien metrihinnaksi 33.6 p/m ja kuutiometrihinnaksi 44.5 p/m. Aurausojat on siis lähes 20 p/m halvempaa kuin kaivuriojat.

Kenties kannattaisi harkita, säästetäänkö tuo kustannus tällä hetkellä ja toteutetaan sen avulla myöhemmin perkaus tai sarkojen halkaisu vai tehdäänkö sillä jo nyt 0.13 m³ suuremmat kaivuriojat siinä toivossa, ettei niiden perkaukseen olisi tarvetta ryhtyä yhtä pian kuin aurausojien perkaukseen. Ero on jo vuodessa supistunut 0.09 m³:ksi eli 27 %.

- 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, T., 1963. Soitten esikuivattamisesta. Summary: Preliminary drying of wet peat lands. *Metsätal. aikakausl.* 10/1963, 417-418.
- Lukkala, O. J., 1949. Soiden turvekerroksen painuminen ojituksen vaikutuksesta. Referat: Über die Setzung des Moortorfes als Folge der Entwässerung. *Comm. Inst. For. Fenn.* 37.1.
- Mikola, I., 1963. Vahaturpeisten 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.

Numminen, E., 1958. Havaintoja aurattujen metsäojien mitoista ja kunnosta. Suometsätieteen lisensiaattityö. Konekirjoite.

Timonen, E., 1971. Aoraus- ja kaivuriojien koon ja muodon muutoksista. Summary: On the changes of the size and shape of ditches made by plows and tractor diggers. *Silva Fennica* Vol. 5, 2/1971.

SUMMARY:

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

The present study was performed in order 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.

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 dwarf-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.

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 ditch bottom and makes it broader. Ditches made with tractor diggers do not become 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.

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.

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 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. Tractor diggers perform cleaning of the ditches in connection with their digging work, whereas plowed ditches must be cleaned separately by hand. This has also been clearly supported by previous studies.

The study performed shows also that plowed ditches are considerably cheaper than those dug with excavators.