

PELTOJEN SALAOJITUKSESTA.

PENTTI KAITERA

Teknillinen korkeakoulu, Helsinki.

Saapunut 20. 1. 1951.

Kysymys peltojen salaojituksesta on viime aikoina tullut Suomessa erikoisen ajankohtaiseksi. Yleisen huomion kääntymistä asiaan on lisännyt kesäkuun 10 päivänä 1949 vahvistettu *salaojituslaki*, jota koskeva asetus annettiin maaliskuun 3 päivänä 1950. Valtio on kylläkin jo vuodesta 1922 alkaen tukenut salaojitustointia (10, s. 60). Mainitun lainsäädännön kautta tämä saa entistä kiinteämmät muodot.

Käsitys, että salaojitus on nykyaikaisen maanviljelyksen perusedellytyksiä, on jo kauan ollut monissa Euroopan maissa vakiintunut, ja Suomessakin tämä on nopeasti yleistymässä. Tärkein syy, miksi esimerkiksi Ruotsissa korostetaan salaojituksen välttämättömyyttä, on työkustannusten aleneminen ja koneiden käyttömahdollisuuksien paraneminen. Salaojitus nähdään siellä eräänä tärkeimmistä keinoista torjuttaessa yhä uhkaavammaksi käyvää maatalouden työvoimapulaa. Myöskin Suomessa nämä jo nyt ovat merkittävimpiä niistä lukuisista eri seikoista, joita usein luetellaan salaojituksen etuina, ja tulevaisuudessa näiden seikkojen merkitys tulee yhä lisääntymään. Yleispiirtein voitaneen sanoa, että Suomessa salaojituksen nettohyödyistä on noin puolet luettava työkustannusten alennuksen ja koneiden käytön helpottumisen osuudeksi kaikkien muiden, kuten peltoalan lisääntymisen, rikkaruohojen, tuhosienien ja -eläinten vähenemisen, tasaisemman ja paremman kuivatuksen y.m. tekijöiden muodostaessa yhteensä toisen puolen hyödyistä (26, s. 589).

Toisaalta salaojitukseen liittyy epäkohtiakin, joita ei ole syytä peitellä. Ylivoimaisesti pahin näistä on salaojituskustannusten suuruus. Toinen sellainen, johon ulkomailla on viime aikoina kiinnitetty entistä enemmän huomiota, on pintavesien poisjohtamisen vaikeus tasaisilla ja vaikeasti läpäisevillä mailla.

Salaojituksen kustannukset riippuvat ensi sijassa salaojamäärästä hehtaaria kohden. Tämä taas on Suomessa käsitetty lähinnä maalajista riippuvaksi. Taulukossa 1 on esitetty NUUTTILAN (26, s. 588) kokoomia tietoja keskimääräisistä hehtaarikustannuksista *Suomen Salaojitusyhdistyksen* suunnitelmien mukaan kesällä

1950. Samoin siitä ilmenevät *Salaojitus* Oy:n laskuttamat keskimääräiset hehtaari-kustannukset tekn. tri T. JUUSELAN ilmoituksen mukaan.

Taulukko 1. Keskimääräiset salaojituskustannukset ha:lla v. 1950 eri maalajeissa.

Maalaji	NUUTTILAN mukaan	JUUSELAN mukaan
tiivis moreenihietä	—	100.000 mk (560 m)
tiivis hiesusavi	67.000 mk (670 m)	76.000 mk (650 m)
aitosavi	62.000 mk (620 m)	65.000 mk (600 m)
tiivis hietä	50.000 mk (500 m)	63.000 mk (540 m)
löyhä hietä	37.000 mk (335 m)	36.000 mk (330 m)
urpasavi	20.000 mk (165 m)	22.000 mk (200 m)
mutasuo	25.000 mk (335 m)	32.000 mk (360 m)
mutasuo (liekoinen)	—	39.000 mk (350 m)

Sulkumerkeissä on esitetty arvioidut ojamäärät hehtaaria kohden, jotka ovat olleet laskelman pohjana. On huomattava, että urpa- eli liejusavipeltoja on Suomessa TUORILAN (35) arvion mukaan vain 35 000 ha, ja että suomaitakin on eri vuosina salaojitettu vain noin 10 % kaikista salaojituksista. Keskimääräinen hehtaarikustannus v. 1950 on ollut noin 60.000 mk.

Suomessa on avo-ojitettuja peltoja nykyään noin 2.1 miljoonaa hehtaaria. Ottaen huomioon peltojemme maalajisuhteet merkitsee salaojitus maataloudelle investointia, joka on 100 miljoardin markan kertalukua. Kun maatalouden samanaikaisesti on toteutettava monia muita perushankintoja (esimerkiksi maatalouden koneistaminen on vasta alussaan), ymmärtää, että salaojituskustannusten kalleus asettaa ratkaisevan esteen toiminnan riittävän nopealle laajenemiselle. Pääomaköyhyys estää yksityistä maanviljelijää, niin halukas kuin hän muutoin olisikin salaojittamaan peltansa, siihen ryhtymästä ilman valtion tukea. Kun lisäksi moni maanviljelijä saa samalla hehtaarihinnalla uutta peltoa, kääntyy ratkaisu usein sen hyväksi.

Onkin todettava, että salaojitus on Suomessa edistynyt aivan liian hitaasti. *Suomen Salaojitusyhdistys* on yli 30-vuotisen toimintansa aikana toteuttanut noin 80.000 hehtaarin salaojitukset. Tämän rinnalla on ilman valtion tukea tehty suunnittelematonta salaojitusta, pääasiassa risu-, riuku- ja kivisalaojia, lähes sama määrä. Ennätystulos salaojituksessa on n. 7000 hehtaaria kesässä. Mutta tällä vauhdilla-kin nykyisten avo-ojitettujen peltojen salaojittaminen kestäisi vielä 300 vuotta. Jos otetaan huomioon ne eri tekijät, jotka rajoittavat salaojitusten nopeaa suoritusta, 30 000 hehtaarin vuotuinen salaojitusmäärä lienee tavoite, jonka saavuttaminen ja ylittäminen vaatii jo huomattavia erikoistoimenpiteitä. Tämä tavoite merkitsee salaojituslain edellyttämää valtion apua ja lainaa yhteensä n. 500 miljoonaa markkaa vuodessa. Ottaen huomioon peltoalan lisääntymisen tulisivat peltomme salaojite-
tuiksi tällä vauhdilla aikaisintaan 100 vuodessa, mikäli vanhojen ojitusten uusiminen ei siirtäisi kokonaistavoitetta saavuttamattomiin. Mainittakoon, että *Ruotsissa* salaojitettiin ennen sotia vuosittain n. 16 000 hehtaaria (10, s. 60) ja Tanskassa on vuosina 1933—1949 salaojitettu keskimäärin 23 000 hehtaaria vuodessa (2, s. 47). Hehtaarikustannukset olivat Tanskassa v. 1949 keskimäärin 1100 kruunua eli virallisen kurssin mukaan 36.500 markkaa. Ottaen huomioon jatkuvan raivaustoiminnan ja maataloutemme nykyisen kehitysvaiheen, ennenkaikkea sen nopean koneellistu-

misen sekä sen, miten paljon me olemme salaojituksessa jääneet muista Euroopan maista jälkeen, olisi käsitykseni mukaan päästävää jonnekin 100 000 hehtaaria lähentelevään vuositavoitteeseen, ennenkuin tämä kysymys tulisi sen merkitystä vastaavalla tavalla hoidetuksi.

Voidaan kysyä, onko tällaisella tavoitteella mitään todellisuus pohjaa? Paitsi pääomien puutetta niin jo puhtaasti teknilliset rajoitukset tuntuvat ylivoimaisilta. Esimerkiksi tiiliputkien tuotannon kohottaminen tarvittaviin määriin tuottaisi suuria vaikeuksia. Nykyinen tuotanto 10 miljoonaa tiiliputkea vuodessa olisi saatava nousemaan n. 15-kertaiseksi. Yhtä suuria vaikeuksia tulisi ilmenemään ammattityövoiman saannissa. Kun jo valmiisiin ja rakenteilla oleviin tiilitehtaisiin liitetään tiiliputkien valmistus, voitaneen dipl.ins. K. LEIPOSEN ilmoituksen mukaan päästä n. 30 miljoonan tiiliputken vuosituotantoon. Edellä mainittu 30 000 hehtaarin salaojitustavoite edellyttää n. 50 miljoonaa tiiliputkea vuodessa ja vaatii sekin useiden kokonaan uusien tiilitehtaitten rakentamisen.

Edelläolevissa laskelmissa on edellytetty, että salaojitus suoritetaan niiden periaatteiden mukaan, joita *Suomen Salaojitusyhdistyksessä* on noudatettu. Koetan seuraavassa tarkastella, onko mahdollista kehittää salaojitustöitä niin, että tehtävä helpottuisi ja kustannukset alenisivat.

Salaojituskustannukset jakaantuvat NUUTILAN mukaan aitosavimaassa taulukon 2 esittämällä tavalla (25, s. 588).

Taulukko 2. Salaojituskustannusten jakaantuminen aitosavimaassa NUUTILAN mukaan.

	mk/ha	Yhteensä mk/ha	%	Yhteensä %
salaojien kaivu	17.400:—		28.0	
pohjan tasaus	1.500:—	18.900:—	2.5	30.5
putkien hinta lähetysasemalla ...	23.000:—		37.0	
putkien kuljetus	2.100:—		3.5	
putkien levitys ja lasku	2.800:—	27.900:—	4.5	45.0
peitesoran ajo ja levitys		3.100:—		5.0
salaojien täyttö	1.900:—		3.0	
avo-ojien täyttö	1.200:—	3.100:—	2.0	5.0
erikoislaitteet		1.900:—		3.0
suunnittelu, työnjohto y.m.		7.100:—		11.5
	Yhteensä	62.000 mk		100.0 %

Edelläolevista kustannuksista puuttuvat vielä valtaojien ja reunaojien perkaus-kustannukset. Eri maalejaissa ovat luvut jossain määrin erilaisia. Edelläoleva osoittaa lähinnä savimaiden yleisiä kustannussuhteita Etelä-Suomessa.

Havaitaan, että putkikustannukset ovat suurimmat, senjälkeen kaivukustannukset ja kolmantena tutkimus, työnjohto y.m. Nämä yhteensä muodostavat 87 % kokonaiskustannuksista.

Putkikustannuksia ei K. LEIPOSEN ilmoituksen mukaan liene mahdollista alentaa muulla tavoin kuin poistamalla liikevaihtovero, jolloin salaojituksen hehtaarikustannukset alenisivat n. 8 %. Tuotannon rationalisoiminen uusissa tehtaissa lienee kehitetty niin pitkälle, että tällä linjalla ei ole näköpiirissä sellaista kehitystä, jolla voisi olla vaikutusta hintoihin. Uusia tehtaita perustettaessa kor-

keat perustamiskustannukset edellyttävät ainakin nykyisen hintatason. *Suomen Salaojitusyhdystys* yritti 1940-luvun alkupuolella siirtä imuojien latvoilla 3 cm:n salaojaputkiin, jotta putkikustannukset pienenisivät. Tästä pyrkimyksestä on kuitenkin luovuttu ja palattu 4 cm:n putkiin. Mainittakoon, että useissa muissa maissa on päinvastainen pyrkimys suurentaa imuojaputkia, jotka jo muutoinkin yleensä ovat suuremmat kuin Suomessa. Niinpä esimerkiksi *Tanskassa* pienimmät putket ovat 5 cm:n, *Englannissa* ja *Kanadassa* 7.5 cm:n ja *Yhdysvalloissa* 12.5 cm:n. Aikaisemmin oli Yhdysvalloissa pienimpien putkien koko 10 cm, mutta siitä on nyt luovuttu. Syynä näin suureen putkikokoon mainitaan paitsi suuremman varmuuden saavuttamista liettymistukkeamia vastaan ennenkaikkea se, että kun salaojituksessa pyritään töitä mahdollisuuksien mukaan koneellistamaan, tällöin on aiheellista luopua liian suurista tarkkuusvaatimuksista, joihin pienet putket johtavat. Yhdysvalloissa tapahtuu putkien lasku usein välittömästi kaivukoneen jälessä ilman, että pohjan tasausta toimitetaan. Mikäli Suomessakin katsotaan aiheelliseksi siirtä nykyistä suurempiin putkiin, niin jo 5 cm:n imuojaputket kohottavat salaojituskustannuksia n. 8—9 %:lla eli sillä määrällä, mikä liikevaihtoveron poistamisella säästettäisiin.

Kaivukustannusten kohdalla näyttää olevan suuremmat mahdollisuudet kustannusten alentamiseen. Varsinkin sodan jälkeen on ryhdytty kiinnittämään entistä suurempaa huomiota kaivutyön koneellistamiseen. Maahan on hankittu ulkomailta useita erilaisia konetyyppejä ja myös kotimaassa on niitä kehitetty. Toimintavarmimmat ovat tällä hetkellä suuret *Buckeye*- ja *Cleveland*-tyyppiset koneet. Niiden korkeat korko- ja kuoletuskustannukset aiheuttavat kuitenkin, että hinta juoksumetriä kohden tulee jotenkin samaksi kuin käsinkaivussa. Nykyään



Kuva 1. *Ferguson*-traktoriin liitetty salaojan kaivukone työssä hietamaassa Tikkurilassa.

Fig. 1. A digging machine attached to the *Ferguson* tractor at work in sand at Tikkurila.

tällaiset koneet maksavat tarpeellisine lisälaitteineen 4—5 miljoonaa markkaa. Kotimaassa kehitetty samantyyppinen kone on hinnaltaan halvempi, mutta sen kestävyydestä ei ole vielä kokemuksia, niin että ei voida sanoa, missä määrin sillä on mahdollista alentaa kustannuksia. Tällaisilla suurilla koneilla on edullisinta ojittaa suuria yhtenäisiä alueita. Yksityistapauksissa voi tällaisen koneen kaivukustannukset saada alenemaan huomattavastikin, mutta yleisesti arvostellen tällä konetyypillä tuskin voi olla ratkaisevaa merkitystä salaojituskustannusten alentajana Suomessa. Suuremmat kehittymismahdollisuudet tässä suhteessa näyttävät olevan niillä konetyypeillä, jotka voidaan kiinnittää tavalliseen maataloustraktoriin (kuva 1). Suomessa on kokeiltu joitakin tällaisia tyyppiejä. On kuitenkin ilmennyt, että tavalliset peltomaalajit Suomessa ovat siksi vaikeakaivuisia, että toistaiseksi niille sopivaa tyyppiä ei ole kyetty kehittämään. Mutta yleisvaikutelmaksi on jäänyt, että tyydyttävät ratkaisut ovat tällä linjalla jo läheisessä tulevaisuudessa mahdollisia.

Mikäli saadaan riittävän lujarakenteisia ja muutoinkin Suomen maalajeihin sopivia tyyppejä, voidaan odottaa kaivukustannusten jossain määrin alenevan, edullisissa tapauksissa ehkä kolmanneksella nykyisistä kaivukustannuksista.

Sopivien salaojien kaivukoneitten valintaa rajoittavat tuntuvasti ne ankarat vaatimukset salaojien syvyydestä, mitä Suomessa on esitetty. KESON mukaan tulee imuojien olla yleensä Etelä-Suomessa putken päältä mitattuna 120 cm ja Pohjois-Suomessa 140 cm (19, s. 5). Tämän mukaan minimikaivussyvyys on 125—145 cm. Sellaisena rajana, jossa konetyyppiä kehitettäessä joudutaan tuntuvien rajoitusten eteen, näyttää olevan 110 cm:n kaivussyvyys. Esimerkiksi *Ferguson*-traktoriin (kuva 1) liitettävän kaivukoneen suurin kaivussyvyys on 105 cm ja *Valmetin* valmistamassa kaivukoneessa täytyy 110 cm:n syvyydessä siirtyä hitaampaan vaihteeseen, mikä alentaa kaivunopeutta 30—40 %. Myöskään sellaista tyyppiä kuin *Aashamar-auraa* ei juuri voitane ajatella käytettäväksi 110 cm syvemmissä ojissa. Prof. N. BERGLUNDIN antamien tietojen mukaan tällä tyyppillä on Ruotsissa päästy huomattavasti (n. 30 %) halvemmilla kaivukustannuksilla kuin muilla tyypeillä, missä vain tätä auraa on mahdollista käyttää. OMBERG on v. 1948 esittänyt laskelman (28, s. 146), missä *Aashamar-auralla* on päästy niin alhaiseen kustannukseen kuin 15 äyriä juoksumetriltä, kun traktorin ja kuljettajan tuntihinta on 7 kruunua sekä apumiesten 1: 65 kr. Nykyhetken hintatasoon muutettuna vastaisi tämä Suomen oloissa noin 10 markan kustannusta juoksumetriltä. Ruotsissa ja Norjassa on tätä tyyppiä olevia auroja useita satoja yksityisillä tiloilla, kun auran hankintakustannukset ovat vain 30.000 markan vaiheilla. Suomessa ei aurasta ole saatu yhtä hyviä kokemuksia, liekö syy sitten tottumattomuudessa sen käyttöön tai mahdollisesti maalajieroavaisuuksissa. Suurimmat epäkohdat ovat auran epätyytyttävässä leikkauksessa ja siinä, että aura vaatii hyvin ahtaissa rajoissa sopivan kosteuden kaivettavan maan suhteen. Tuntuu siltä, että kannattaisi tutkia, onko mitään mahdollisuuksia tästä tyyppistä kehittää, esimerkiksi auran leikkauslaitteita parantamalla, yksityisille tiloille sopiva salaojankaivukone.

Olisi nimittäin mitä tärkeintä saada kehitetyksi sellainen salaojan kaivukone, jonka yksityinen maanviljelijä tai muutamat tilat yhdessä voisivat hankkia, ja jota ei tarvitsisi käyttää muulloin kuin silloin, kun on maanviljelijöiden kannalta sopivin salaojitusaika. Tämä aika rajoittuu Suomessa 4—6 viikkoon, kun otetaan huomioon sellaiset maataloudet, joissa ei käytetä vierasta työvoimaa. Jos salaojien kaivutyöt voidaan toteuttaa talon omin voimin, merkitsee se paitsi ratkaisevaa lisäystä salaojitustöiden nopeudessa myös sitä, että maanviljelijän ei tarvitse siinä käyttää rahaa, vaan hän voi työt toteuttaa muiden töiden välisenä aikana. Nykyisin salaojityöt ovat liian suuressä määrässä kehittyneet ammattityövoiman varaan. Myös urakointiyhtiöitten osuus salaojituksissa on viime aikoina tuntuvasti lisääntynyt. Vain riittävän suuret ja pääomarikkaat yhtymät voivat hankkia niitä konetyyppejä, joilla Suomessa nyt koneellista salaojitusta suoritetaan.

On myös esiintynyt pyrkimyksiä suorittaa osa kaivutyöstä tavallisilla avo-oja-auroilla ja loput kaivetaan käsin. Niinpä esimerkiksi *Hollannissa* menetellään näin. Avo-oja tehdään ensin n. 50—60 cm:n syväksi ja pohjasta otetaan 1—2 lapiopistoa, jolloin päästään siellä riittäväksi katsottuun 80—120 cm syvyyteen. Syvyysvaih-

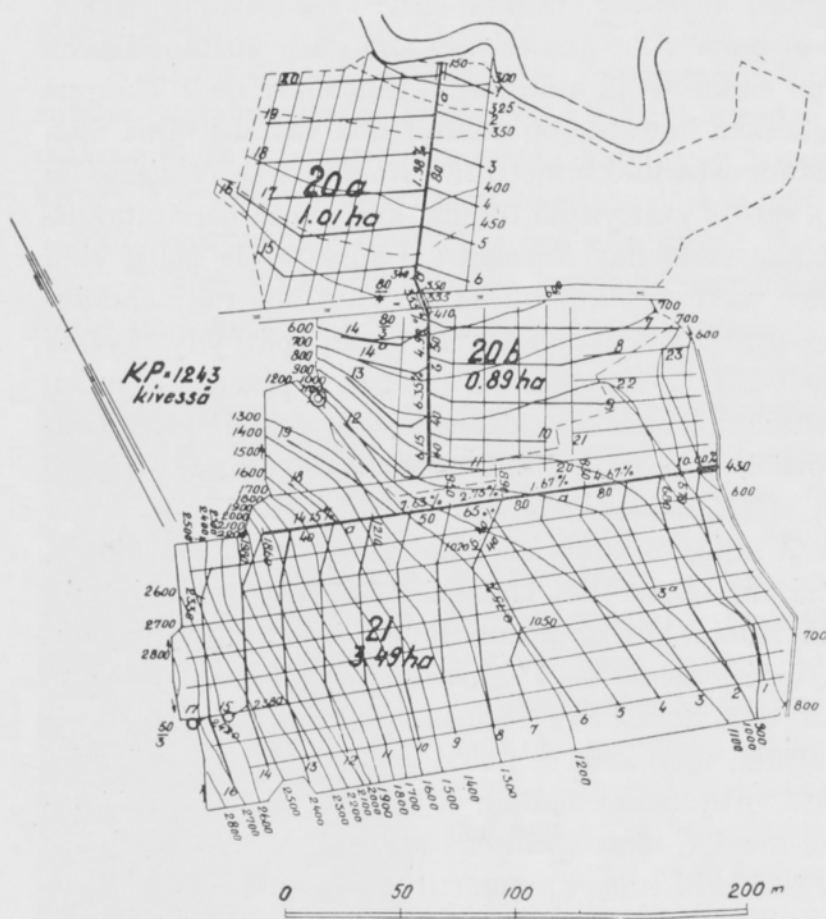
telu johtuu siitä, että sen avulla saadaan ojiin tasaisilla mailla riittävä putous. Liian suuret syvyysvaatimukset tekevät tämänluontoisessakin kaivujärjestelyssä saatutettavan hyödyn vähäiseksi.

Paitsi tämänluontoisten konetyyppien kehittämisessä merkitsee käsinkaivussa-kin salaojan syvyyden pieneminen huomattavaa säästöä. Jos salaojain syvyyttä pienennetään esimerkiksi Etelä-Suomessa 20 cm ja Pohjois-Suomessa 40 cm nyt vaadittavista eli likimäärin niihin ylärajoihin, joita nyt Ruotsissa käytetään vastaavilla leveysasteilla, merkitsee se Suomen Salaojitusyhdistyksen laatimien kaivutaulukoiden mukaan Etelä-Suomessa 30 %:n ja Pohjois-Suomessa yli 50 %:n ja valtaojituskustannukset huomioon ottaen vielä paljon suurempaa säästöä kaivukustannuksissa. Myöhemmin tarkastellaan, mitä mahdollisuuksia on syvyysvaatimusten lieventämiseen.

Salaojituksen hehtaarikustannuksissa nykyisten kaivussyvyysvaatimusten mukaan näyttää siis olevan mahdollisuuksia korkeintaan 10 %:n alennukseen, jos kytetään kehittämään esimerkiksi maataloustraktoreihin sovellettavia konetyyppejä.

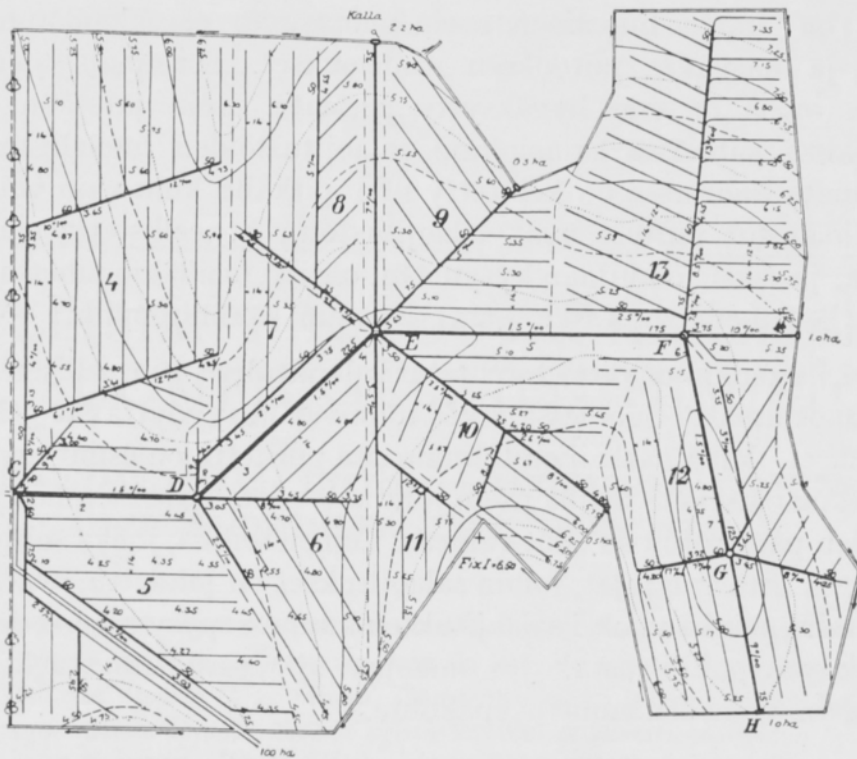
Samaan tulokseen päästään välittömästi, jos alennetaan syvyysvaatimuksia edellä esitetyllä tavalla. Tämä vaatimusten alentaminen luo samalla edellytyksiä sellaisten konetyyppien kehittämislle, joissa salaojituksen kokonaiskustannuksia saadaan edelleen alenemaan. Muissa kustannuserissä alentamisen mahdollisuudet lienevät suhteellisen vähäiset.

Voidaan siis todeta, että nykyisten salaojitusnormien mukaan salaojituskustannusten alentamismahdollisuudet ovat sängen vähäiset. Kun otetaan huomioon, että nimenomaan ammattityövoiman suhteen palkkakustannukset suhteessa maataloustuotteiden hintoihin ovat jatkuvasti kasvaneet, uusien kaivukoneitten mahdollisesti aikaansaama kustannusten alennus tuskin jaksaa estää salaojituskustannusten ja salaojituksesta aiheutuvan tuoton lisäyksen



Kuva 2. Suomen Salaojitusyhdistyksessä laadittu salaojitus-suunnitelma vuodelta 1949. Huomaa korkeuskäyrien mukaan mutkittelevat imuojat ja vähäinen lietekaivojen määrä. Rinteessä ojatiheys on sama kuin tasaisella maalla.

Fig. 2. Draining project from 1949 made in the Finnish Drainage Society. Observe the winding laterals according to the contour lines and the small quantity of mud-wells. In the slope the spacing of laterals is the same as in even ground.



Kuva 3. Ruotsissa laadittu salaojitussuunnitelma (3, s. 346). Huomaa imuojien suoraviivaisuus ja yhdensuuntaisuus sekä lietekaivojen runsaslukuisuus. Rintessä ojatiheys sama kuin tasaisella maalla.

Fig. 3. Draining project made in Sweden (3, page 346). Observe the straight-lined, parallel laterals and the great number of mud-wells. In the slope the spacing of laterals is the same as in even ground.

välisen suhteen huononemista. Koneiden päämerkitys tulenee olemaan työvoiman saannin vaikeutumisesta aiheutuvien epäkohtien poistamisessa.

Salaojituskustannuksia voidaan alentaa myös muita suunnitteluperusteita muuttamalla. Suomessa on tähän pyritty ottamalla tarkasti huomioon eri maalajien asettamat erilaiset vaatimukset ojaetäisyydelle. Niinpä Suomessa käytetäänkin osittain suurempia imuojaetäisyyksiä kuin vastaavissa maalajeissa monessa muussa maassa, missä sadeolosuhteet ovat samanlaiset. Jotta salojien kuivatuskyky olisi mahdollisimman suuri, sijoitetaan ne poikittaissuuntaan suurinta maanpinnan viettosuuntaa vastaan. Tämä, puoli vuosisataa sitten erääksi salaojitussuunnittelun pääperiaatteeksi tullut menettely, joka oli tunnettu jo Babyloniassa n. 2000 v. e.K., voidaan toteuttaa joko mahdollisimman tarkasti korkeuskäyrien suuntaa noudattaen, jolloin imuihin tulee mutkia, taikka vain yleispiirteittäin, sallimalla siitä runsaasti poikkeuksia. Suomessa käytetty salaojitus on suuremmassa määrin poikittaisojitusta kuin ehkä missään muualla. Suomessa noudatettaneen myös tarkemmin kuin muualla sitä salaojituksen periaatetta, että ojien putouksen tulee kasvaa alaspäin, jotta lietteen laskeutuminen salaojiin olisi mahdollisimman vähäistä. Kaikki tämä aiheuttaa, että Suomessa salaojitus on kehittynyt enemmän kellosepän tarkkuustyöhön verrattavaksi kuin missään muualla ulkomailla olen havainnut. Kun tarkastelee Suomen Salaojitusyhdistyksessä laadittuja suunnitelmia, toteaa,

miten niissä on otettu huomioon usein suorastaan nerokkaalla tavalla poikittaisoajituksen ja kasvavan putouksen vaatimukset. Sensijaan ojien yhdensuuntaisuus, joka myös on eräs hyväksytty periaate, usein jätetään toisarvoiseksi (kuva 2). Näissä suhteissa samoin kuin salaojitusoiden huolellisuuteen nähden salaojitus toiminta Suomessa on kehitetty niin pitkälle kuin vain voi toivoa. Toisaalta edellä mainitut piirteet ovat salaojitus töitä koneellistettaessa asettamassa lisärajoituksia, ja siksi joudutaan kysymään, olisiko meilläkin aihetta lähteä suoraviivaisempiin ja vähemmän tarkkuutta vaativiin suunnitelmiin.

Tärkeintä kuitenkin on, että toteutetut salaojitukset suhteellisen harvoja poikkeuksia lukuunottamatta Suomessa myös toimivat ja tyydyttävät peltojemme kuitatusvaatimukset. Mikäli salaojien toiminnassa puutetta on esiintynyt, se on tasaisilla ja vaikeastiläpäisevillä mailla usein johtunut pintakerroksen liettymisestä niin, että pintavesien pääsy ojiin on ollut vaikeaa. Toinen seikka, jonka suhteen epäkohtia on esiintynyt, on että valtaoajat, joihin salaojitukset on johdettu, ovat liettyneet tai ovat liian matalia, minkä vuoksi salaojituksen kunnossapysyminen edellyttää laskuaukkojen jatkuvaa puhdistusta. Jos salaojien syvyysvaatimusta lievennettäisiin, pienenisikin ainakin viimeksimainittu epäkohta.

Mutta on myös muistettava, että vaikka ulkomailla monien periaatteiden suhteen esim. syvyysvaatimuksissa ollaan väljempinä kuin Suomessa, niin myöskin siellä salaojitukset, jotka on tehty viimeisten 20—30 vuoden aikana, toimivat yleensä täysin tyydyttävästi. KESO on Suomen salaojituksen erikoisuuksia perustellut mm. väittämällä, että esimerkiksi Ruotsissa noin puolet salaojituksista olisi toimintakyvyttömiä ja uudistuksen tarpeessa. Tämä väite on ollut ehkä vaikuttavin peruste sille käsitykselle, että Suomessa käytetty organisatio ja menettelytapa olisi paras mahdollinen. Kun eräässä keskustelussa minulle selvisi, että mainittu väite on harhaanjohtava, ryhdyin asian varmentamiseksi tiedustelemaan sitä useilta alan johtavilta henkilöiltä Ruotsissa ja sain sekä suullisia että kirjallisia vastauksia, joissa yksimielisesti todettiin väite vääräksi. Mikäli Ruotsissa on toimintakyvyttömiä ojituksia, mainitaan niiden jotenkin yksinomaan olleen viime vuosisadalla toteutettuja ja jo 70—80 vuotta toimineita. Olihan Ruotsissa jo vuosisadan vaihteessa salaojitettuja peltoja n. 700.000 hehtaaria (10, s. 60). Tiedustelun mukaan viimeisen 30 vuoden aikana toteutetuista ja yleensä huomattavan matalista salaojituksista Ruotsissa tuskin on epätydyttäviä suhteellisesti sen enempää kuin Suomessakaan. Toisaalta myöskin Suomessa niissä vähälukuisissa ojituksissa, jotka ovat 70—80 vuoden ikäisiä tai vanhempia, on runsaasti toimintakyvyttömiä.

Edellä on käynyt ilmi, että jos salaojituksessa pidetään kiinni niistä periaatteista, joita meillä on viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana noudatettu, on hyvin rajoitettuja mahdollisuuksia saada kustannuksia alenemaan ja salaojitus toimintaa laajenemaan niihin mittasuhteisiin, joita nykytilanteessa tarvittaisiin. Ryhdyn nyt tarkastelemaan, missä suhteessa meillä olisi syytä tarkistaa salaojituksessa noudatettavia periaatteita. Tärkeimmät seikat, joihin tulen puuttumaan ovat seuraavat:

1. salaojituksessa vaadittava ojasyvyys,
2. salaojitoiminnan liiallinen kaavamaisuus,
3. maan viettosuhteitten huomioonottaminen,
4. vanhan sarkaojituksen hyväksikäyttö.

Aikaisemmin katsottiin kasvien kuivatustarpeen vaativan n. 120 cm:n kuivatussyvyyttä. Viime vuosikymmenien aikana suoritettut tutkimukset ovat osoittaneet, että jo 60—90 cm:n ojasyvyys on tässä mielessä yleensä riittävä ja erittäinkin sellaisissa olosuhteissa, jotka Suomessa vallitsevat. Salaojien syvyyttä koskevia vaatimuksiaan KESO (19, s. 5) perustelee lähinnä salaojaputkien jäätymisvaaralla. »Salaojaputkien tulee olla vähintään roudasta vapaassa syvyydessä», hän mm. mainitsee. Urpasavi- ja liejumailla hän hyväksyy 20 cm pienemmän syvyyden kuin muissa maalajeissa. Turvemaissa, kun suo on painunut ja jo viljelyksessä, on syvyysvaatimus koko maassa 120 cm. Toisena perusteena syvyysvaatimuksille KESO on esittänyt juuritukkeumavaaran, joka hänen mukaan matalissa ojissa on suurempi kuin syvissä.

Ensi kerran jouduin epäilemään näiden selviönä pitämieni syiden paikkansa-pitävyyttä opintomatalla Saksassa kesällä 1937. M.m. prof. JANERT, joka oli Saksasta kutsuttuna asiantuntijana, kun Englannin maatalousministeriö järjesti vuosina 1924—1931 kokeiluita myyräsalaojituksen mahdollisuuksien selvittämiseksi, esitti näkökohtia ja kokemusperäisiä tuloksia jopa 60 cm:n ojasyvyyden tueksi. Olen matkapäiväkirjaani merkinnyt JANERTIN lausuneen mm.: »Saksassa ja Englannissa on todettu edullisemmaksi ojittaa matalaan ja tiheään kuin harvaan ja syvään. Pohjavesivarat ovat siten paremmin kasvien käytettävissä ja liiat vedet maan pintakerroksista poistuvat nopeasti.» Siksi järjestin v. 1940 *Maasojan vesitaloudelliselle koekentälle* Vihtiin muutamia matalia salaojia lähinnä roudan vaikutusten selvittämistä varten. Ojien syvyys oli putken päältä mitattuna 30—40 cm. Osa putkista kaivettiin ylös v. 1943, jolloin NIINIVAARA tutki niiden lujuusominaisuuksissa tapahtuneita muutoksia. Lukuunottamatta ojain päissä olleita ilman vaikutuksen alaisia putkia ei niissä havaittu murtolujuuden heikkenemistä tai rapautumisen merkkejä (24, s. 74—91). Eräs tien alitse johdettu oja, jossa putkien yläpinta on 40—45 cm maanpinnasta, on ollut toiminnassa nyt 10 vuotta. Kenttämestari SALMIPURON ilmoituksen mukaan putket ovat useimpina talvina olleet routakerroksessa. Suojailmoilla niissä on virrannut vettä ja toisinaan vesi on jäänyt yläpuoliseen avo-ojaan lammikoksi. Putket ovat siis olleet mahdollisimman vaikeissa olosuhteissa. Tavallisissa peltosalaojissa putket eivät joutune 80—110 cm:n syvyydessä 50 vuodessakaan niin usein jäätymis- ja rikkoutumisvaaralle alttiiksi kuin mainitussa kokeessa. Tässäkään kokeessa, lukuunottamatta ojan päissä olevia putkia, ei havaittavaa huonontumista putkien lujuudessa ole tapahtunut.

Sodan päätyttyä ryhdyin yhteistoiminnassa *maataloushallituksen vesiteknillisen tutkimustoimiston* kanssa etsimään mahdollisuuksia salaojituskokeiden järjestämiseksi ja saatiinkin perustetuksi ojasyvyyskokeilu *Jokioisten kartanoon*. Näissä kokeissa salaojien syvyys on 30, 60, 90 ja 120 cm. Kokeet ovat nyt olleet käynnissä 4 vuotta. Oleellisia eroja viljelyksen ja satojen kannalta ei eri ojasyvyyksillä ole

esiintynyt lukuunottamatta niitä vaikeuksia, joita on ollut matalimmassa ojituksessa, kun muokkauksessa joudutaan varomaan, etteivät koneet rikkoisi putkia. Routatai juuritukkeumahaittoja ei ole ilmennyt. Sensijaan eri ojastoista purkautuvissa vesimäärissä on havaittavissa selviä eroja niin, että syvistä salaojista poistuu enemmän vettä kuin matalista.

Jo nämä Suomessa tehdyt irralliset havainnot osoittavat, että meillä on ilmeisesti liioiteltu roudan haittoja ja juuritukkeumavaaraa. Tämä käy sitäkin selvemmäksi, kun tarkastelee niitä sekä tutkimusten että käytännön antamia tuloksia, mitä ulkomailla on asiasta saatu. Yhä yleisemmin on päädytty eri maissa 80—110 cm:n ojasyvyyteen etenkin savimailla, missä huomattava osa Suomen salaojituksista on tehty. Tässä suhteessa kiinnostavat erikoisesti Ruotsissa tehdyt havainnot, koska ilmastolliset ja geologiset olosuhteet siellä muistuttavat Suomen oloja. JUUSELA (10, s. 60—68) on selostanut verraten yksityiskohtaisesti käsityksiä Ruotsissa ja esittänyt mm.: »Ottaen lisäksi huomioon se, ettei Ruotsissa eikä Suomessa edes normaalia huomattavasti ankarampien talvien 1939—1943 jälkeen ole voitu todeta roudan vahingoittaneen salaojaputkistojen matalimpiakaan kohtia, tuntuu Suomessa routavaaran takia käytetyn syvän salaojituksen tarkoituksenmukaisuus jossakin määrin epäiltävältä.»

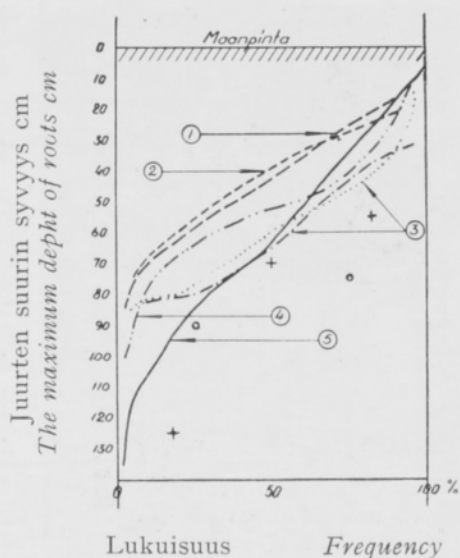
Kaikki ne Ruotsin salaojitusasiantuntijat, joiden kanssa olen joutunut kosketuksiin, ovat yksimielisesti pitäneet Suomessa vaadittavia ojasyvyyksiä tarpeettoman suurina. Niinpä, kun syksyllä 1950 kävin *Norrbotenin läänissä*, esitettiin siellä *Sunderbyssä*, Luleån lähellä, likimäärin Kemin korkeudella, salaojituskoee, jossa oli 25 vuotta ollut vertailtavana 60, 90 ja 120 cm:n ojasyvyys. Mitään haittoja matalimmassakaan ojituksessa ei koko aikana ollut esiintynyt. Prof. G. HALLGREN, joka on suorittanut tutkimuksia ja äskettäin kaivanut ylös putkia tästä kokeesta, kirjoittaa lähettämässään kirjeessä: »Mitään liikkumista tai siirtymistä ei yksityisissä putkissa esiintynyt tutkituilla ojamatkoilla. Liettymistä esiintyi vain vähäisessä määrässä, kuitenkin jonkin verran enemmän syvimpään asetetuissa putkissa. Tämä voitaneen kuitenkin katsoa johtuneen huonommasta työstä putkia asetettaessa (pieniä notkelmia ja siitä aiheutuneita pusseja ja lietetaskuja). Juuritukkeumia tai merkkiä siihen suuntaan ei saatettu osoittaa.» Sunderbyn koeaseman johtaja agr. AGERBERG mainitsee eräässä tutkielmassaan (1, s. 245—246) »Hyvin asetetuissa salaojajohdoissa ei näytä olevan suurtakaan vaaraa rikkijäätymiseen, vaikka ne ovat siinä kerroksessa, johon routa ulottuu, missään tapauksessa ei jos maa on vastaavan läpäisevää. — — — Osottautui, että putket 22 vuoden kuluttua olivat täysin virheettömiä myös niin matalassa kuin 60 cm:n ojituksessa, johon saakka kuitenkin routa oli ulottunut useita kertoja kuluneina vuosina.» Myös agr. ANJOU, jolla on jo usean vuosikymmenen kokemus salaojituksesta Norrbottenissa, ilmoitti, että siellä käytetystä 1 metrin ojasyvyydestä ei roudan tai juuritukkeumien vuoksi ole epäkohtia esiintynyt.

Ruotsissa tehtyjä havaintoja selventääkseni lainaan vielä otteita ins. SVEN HALLININ lähettämästä kirjeestä. Ins. Hallin on Ruotsin pätevimpiä salaojitusasiantuntijoita ja on mm. ollut jäsenenä useissa valtion asettamissa komiteoissa, jotka ovat selvittelleet salaojitusta koskevia tutkimuksia tai käytännön sovellu-

tuksia. Hän kirjoittaa: »Olin itse Skånessa n. v. 1920 mukana kaivamassa ylös erästä vanhaa salaojitusta, joka ei toiminut. Maalaji oli savimoreenia, siis varsin tiivistä. Osottautui, että todenköisästi sokerijuurikkaat, joita oli säännöllisesti mukana 4-vuotisessa kasvikierrossa, aiheuttivat juuritukkeumia. Imuojat olivat putoussuhteiden johdosta hyvin vaihtelevassa syvyydessä (60—130 cm). Kaikki juuritukkeumat tavattiin suureksi yllätykseksemme syvimällä olevissa putkissa. Tästä tein johtopäätöksen, että juuret hakivat salaojista ilman happea eikä vettä.

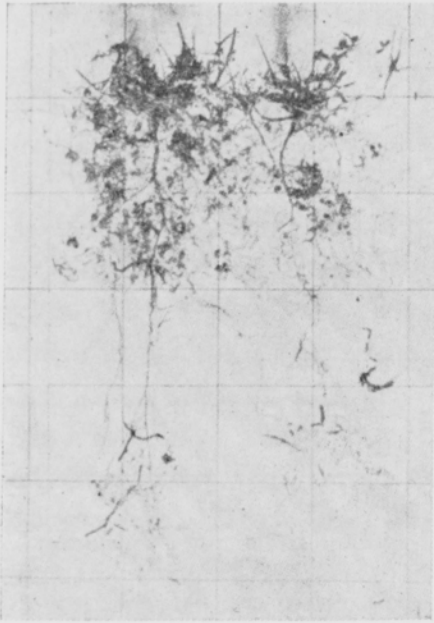
Maatalouskoetoiminnan keskuslaitos on järjestänyt pyöreiden tiiliputkien rikkijäädytyskokeita, joissa eräs 0.4 m syvä putkioja tukittiin suusta ja varustettiin nousuputkella, joka säännöllisesti täytettiin vedellä, kunnes vesi jäättyi. Roudan lähdön yhteydessä kaivettiin putket ylös. Ne olivat silloin täysin vahingoittumattomia, mutta täynnä jäätä, jossa oli samankeskeisiä kerroksia ja mitätön reikä keskellä. — — — Näiden kokemusten pohjalla emme ole tässä piirissä menneet liian syvään ojitukseen. Olen siten salaojitannut erään jalkapallokentän ja eräitä sotilaslentokenttiä vain 60 cm:n imuojasyvyydellä ilman, että mitään haittoja tästä olisi havaittu.» Näin kirjoittaa Hallin.

Kasvien juurten syvyyttä Suomen olosuhteissa on tutkinut SALONEN (34, s. 58—69). Hänen mittaustensa perusteella olen piirtänyt kuvassa 4 esitetyt jakaantumiskäyrät. Aineisto kokonaisuudessaan käsittää vain 138 havaintokohtaa, mutta näiden jakaantumiskäyrien perusteella voi kuitenkin todeta, että vaikka pääosa juurista ulottuu korkeintaan 90 cm syvyyteen, niin 125 cm:n ojasyvyys ei poista juuritukkeumavaaraa oleellisesti paremmin kuin esimerkiksi 110 cm:n syvyys. Niinpä mm. apilan juuria tunkeutuu 130 cm:n syvyyteen. Kun näin pienessä aineistossa jo on tällaisia mittaustuloksia, osoittaa se juurien varsin usein saavuttavan tämän syvyyden. Edelleen Salonen toteaa, että viljelyskasvien juurien suurin syvyys on Suomen olosuhteissa pienempi ja juuristo esiintyy suuremmassa määrässä muokkauskerroksessa kuin on asianlaita kasvinviljelykselle edullisemmilla alueilla. Kun viimeksimainituilla alueilla, joilla myös viljellään enemmän syväjuurisia kasveja kuin Suomessa, varsin yleinen salaojitussyvyys on 80—110 cm, havaitaan, että ratkaisevaa juuritukkeumissa ei ole se, miten yleisesti juuristo ulottuu salaojien syvyyteen. Salosen tutkimus valottaa myös kysymystä, miten yksityinen kasvin juuri tunkeutuu vaikeastiläpäisevän kerroksen läpi jotain rakoa myöten, jolloin se voi kerroksen alapuolella kehittää uudelleen voimakkaan juuriston



Kuva 4. Lukuisuuskäyriä eri viljelyskasvien juurten suurimmasta syvyydestä Suomessa SALOSEN mittausten mukaan. 1 = nurmikasvit paitsi apila, 2 = peruna, 3 = kevätvilja, 4 = ruis, 5 = apila. Ristit esittävät syysvehnän ja pienet ympyrät sokerijuurikkaan yksityisiä havaintoja.

Fig. 4. Frequency curves of the greatest depth of the roots of different cultivated plants in Finland according to the measurements of Mr. Salonen. 1 = leys without clover, 2 = potato, 3 = oats and barley, 4 = rye, 5 = clover. The crosses are observations of winter rye and the circles those of sugar beet.



Kuva 5. Ensimmäisen vuoden puna-apila. Kuvassa on 20 ja 35 cm:n välillä vähän juuria ortsteinin takia, ja tässä kerroksessa olevia reikiä myöten on muutamia juuria tunkeutunut läpi muodostaen alla olevassa pehmeässä maassa uusia juuria. Viivojen väli risttikossa on 10 cm.

Fig. 5. First year red clover in autumn. Between 20 and 35 cm the roots are scarce because of hardpan and along the furrows in this layer single roots have dug their way to the lower soft layer and formed new roots there (Salonen). The lines of the screen are 10 cm apart.

(kuva 5). Salaojia ajatellen tämä merkitsee sitä, että muutamat harvat juuret voivat hyvinkin syvällä aiheuttaa juuritukkeumia, jos nämä juuret löytävät salaojista sellaista, mitä ne erikoisesti tarvitsevat.

Edellä on viitattu siihen, että kasvit mahdollisesti hakevat salaojista *ilmaa*, jolloin niiden pyrkimys salaojiin on syvällä suurempi kuin matalalla, missä ilman puute ei ole yhtä suuri. Toinen seikka, jota kasvit voivat salaojista etsiä, on *kosteus*. Normaalitytapauksessa salaojissa ei kesällä virtaa vettä muulloin kuin runsaina sadekausina. Salaojiinhan pääsee maasta vain ns. *vapaa vesi*, joka liikkuu painovoiman ja hydrostaattisen paineen vaikutuksesta. Siinä vaiheessa, kun maassa tapahtuu vapaan veden liikettä, maa on siinä määrin kosteaa, että kasveilla ei ole tarvetta etsiä vettä salaojista, sillä kasvien juurten imupaine kykenee irrottamaan maasta vielä sellaisenkin *sidotun veden*, joka on kiinnittynyt maahiukkasten ympärille 15—25 ilmakehän paineella (23 s. 110). Toisenlaiset ovat olosuhteet sellaisessa tapauksessa, jolloin salaoja tulee lähteellisestä kohdasta ja siinä virtaa kuivanakin aikana vettä. Tällaisissa tapauksissa voi salaojia ympäröivä kosteus olla omiaan houkuttelemaan juuria putkistoon. Mutta on kyseenalaista voidaanko tätä vastustaa niillä salaojan syvyyksillä, joita Suomessa käytetään, ja missään tapauksessa tällaiset erikoistapa-

ukset eivät ole oikea peruste vaatia kaikkia oja tehtäväksi tähän syvyyteen. Lähteellisistä kohdista on muussakin suhteessa usein aihetta johtaa salaoja erillisenä valtaojaan (kuva 6).

Edelläolevalla ei ole haluttu väittää, etteikö jäätymis- ja juuritukkeumavaaraa ole salaojissa lainkaan otettava huomioon. On vain pyritty osoittamaan, että näiden torjunnassa on noudatettava toisia linjoja kuin ne, mitä Suomessa on käytetty. Niinpä esimerkiksi ojasyvyyskysymyksessä lienee aiheellista kiinnittää huomiota maalajin vaikutukseen ottaen oppia niistä kokemuksista, joita muissa maissa tässä suhteessa on saatu.

On huomautettu, että ojasyvyyksien pienentäminen aiheuttaa ojavälinkin pienentämisen. Toisaalta on myös esitetty käsityksiä, että meillä mahdollisesti voitaisiin käyttää nykyistä suurempiakin ojaetäisyyksiä. Tätä tukevat mm. eräät Ruotsissa saadut koetulokset (7). Edelläolevan perusteella on Suomessa ilmeisesti edullisempaa pienentää ojasyvyyttä kuin suurentaa ojaetäisyyttä. Tätä puoltavat vielä muutkin seikat. Jo Etelä-Suomessa nykyinen ojasyvyys aiheuttaa usein huomattavan valtaojien syventämisen. On myös runsaasti tapauksia,

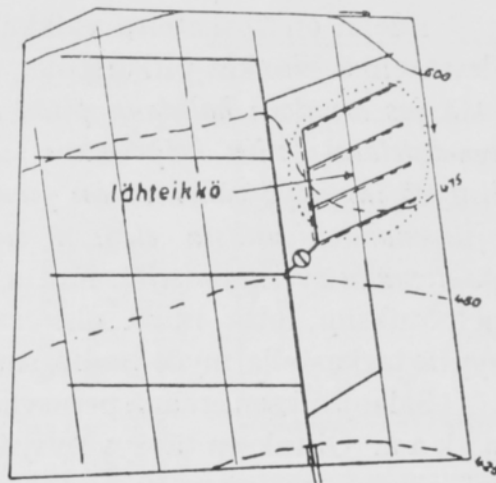
kun kustannusten säästämiseksi koetetaan välttää valtaojan syventämistä, että laskuaukot ovat ojan pohjassa ja ojan liettyessä vaativat aivan erikoista huolenpitoa. Pohjois-Suomen tasankoalueilla nykyiset ojasyvyysvaatimukset tekevät yleisen salaojitus toiminnan suorastaan mahdottomaksi, sillä siellä jouduttaisiin niin kauas ulottuviin valtaojien perkauksiin, ettei pienten alueiden salaojittaminen sellaisia kustannuksia kestä. Sitäpaitsi on huomattava, että Pohjois-Suomessa esiintyy runsaasti sellaisia maalajeja, joissa valtaojien syventäminen jo 2 m:iin saakka ja erikoisesti siitä ylöspäin tuottaa ojien sortumisen ja juoksemisen johdosta erittäin suuria vaikeuksia. Tiiliputkiojituksessa täytyy valtaojien olla vähintään 60 cm imuojien pohjaa syvemmillä, jos maa on tasaista ja on kuivatettava alue, joka on hiukankin etäämmällä valtaojasta. Kun imuojien syvyysvaatimus on 145 cm, tullaan täten yli 2 m syviin valtaojiin.

Myöskin siinä suhteessa syvistä salaojista on haittaa, että vesistöjen ranta-alueilla maatalouden ja vesivoimatalouden etu vastakohta jyrkkenevät. Kun vesivoimatalouden kannalta pyritään säännöstelemään veden juoksutusta ja siinä mielessä halutaan korottaa vedenpintaa varastoaltaassa, asettavat salaojituksen vaatimukset suuria rajoituksia tälle korottamiselle. Tällaisia alueita Suomessa on runsaasti.

Maataloustieteellisen Seuran kokouksessa 1. 12. 1950 näistä kysymyksistä keskusteltaessa KESO mainitsi syvien salaojien puolustukseksi myös sen, että matalassa salaojituksessa Rothamstedin kokeiden mukaan typpi häviöt ovat vuodessa n. 15 kg/ha suuremmat kuin syvässä salaojituksessa. Mainittujen kokeiden mukaan (30, s. 39) on 38 vuoden keskiarvona poistunut typpeä nitraattina eri syvistä salaojista seuraavat määrät:

Salaojan syvyys	Poistuneen nitraattitypen määrä
51 cm	34.5 kg/ha vuodessa
102 »	29.6 » »
153 »	33.7 » »

Tuloksista havaitaan, että tämäkään peruste ei tue ylisyvien salaojien käyttöä tavallisessa peltoviljelyksessä.



Kuva 6. KESON esittämä malliesimerkki lähdeellisen kohdan kuivattamisesta (18, s. 133) voidaan ratkaista myös siten, että lähdealueen kokooja sijoitetaan nykyisen kokoojan oikealla puolella olevaan sarkaojaan, jolloin vältetään lähdealueelta virtaavan veden haitoista yhteisessä kokoojassa. Tämä ratkaisu ei pidennä alkuperäisiä ojamääriä.

Fig. 6. The model example (presented by Dr. KESO) of the under draining of the part of the soil containing springs (18, page 133) can be solved in such a way that the main of the spring-area is placed in the plot-trench to the right of the main, in which case the water flowing from the spring area does not cause any inconcnienices in the main. This solution does not increase the lenght of the original drains.

Edellä on kosketeltu vaikkakaan ei tyhjentävästi niin kuitenkin tässä yhteydessä ehkä liiankin pitkälti ojasyyvyyskysymystä. Tämä on tapahtunut siitä syystä, että jos muutoin halutaan pitää kiinni niistä periaatteista, joita nyt salaojituksessa noudatetaan, niin helpoimmin saadaan kustannukset alenemaan ja salaojitukseen liittyvä ihmistyö vähenemään pienentämällä ojasyyvyysvaatimuksia. Tämä lisää salaojitusmahdollisuuksia etenkin sen vuoksi, että välttään tehtyjen valtaojien tarpeettomalta syventämiseltä. Mutta tällä linjalla ei kuitenkaan voida päästä sellaisiin helpotuksiin, että niillä olisi ratkaiseva vaikutus salaojitus toiminnalle. Siksi on syytä tarkastella myös muita suunnitteluperusteita.

Salaojituksen eräänä perusvaatimuksena on pidetty o j i e n p i t k ä ä k e s t o a i k a a. Ojituksen täytyy pysyä toimintakykyisenä vuosikymmeniä. Eräänä aikamääränä on mainittu 50 vuotta. Tämä vaatimus johtuu lähinnä kahdesta seikasta. Ensimmäkin, kun salaojitus on kallista, vain pitkä kesto aika tekee ojituksen kannattavaksi. Toiseksi, kun vuosittain salaojitettava määrä on kovin pieni, tulisivat vanhat salaojitukset toimintakyvyttömiksi jo paljon ennen kuin likimainkaan kaikki salaojitettavat maat ehditään ojittaa. Mutta toisaalta on huomattava, että tämä periaate tulee toiseen valoon, jos käytetään halpaa ja nopeasti tehtävää kuivatusmenetelmää. Niinpä salaojituksen yhteydessä käytettävät vesivaot uusitaan avoviljelyksessä joka vuosi. Kysymyksen selventämiseksi esitetään seuraavassa eräs laskelma:

Oletetaan että salaojitus kustannusten ollessa 100 voidaan toteuttaa ojitus, jonka kesto aika on 50 vuotta. Kysytään, onko edullisempaa salaojittaa näin vaiko menetelmällä, jonka kustannukset ovat 50, mutta kesto aika vain 25 vuotta, jolloin ojitus uusitaan kokonaisuudessaan. Voidaanpa ajatella vielä menetelmää, jonka kustannus on 20, mutta kesto aika 10 vuotta. Näiden menetelmien edullisuus riippuu mm. korkokannasta sekä pääomien saantimahdollisuuksista. Saamme seuraavan vertailun kokonaiskustannuksista 50 vuoden päätyttyä, kun edellytetään, että lyhytaikainen salaojitus uusitaan samoilla kustannuksilla kuin ensi kerralla sitten, kun se on vanhentunut:

Taulukko 3. Suhteelliset kokonaiskustannukset kestoajan lopussa erilaisia salaojitus tapoja käytettäessä.

Peruskustannukset	Kesto aika vuotta	Peruskustannukset ja niiden korko 50 vuoden kuluttua, kun korkokanta on			
		2 %	4 %	6 %	8 %
100	50	269	711	1842	4688
50	25	217	485	1130	2680
20	10	190	375	795	1720
		Suhteelliset arvot, kun yläriivi on 100			
100	50	100	100	100	100
50	25	81	68	61	57
20	10	71	53	41	37

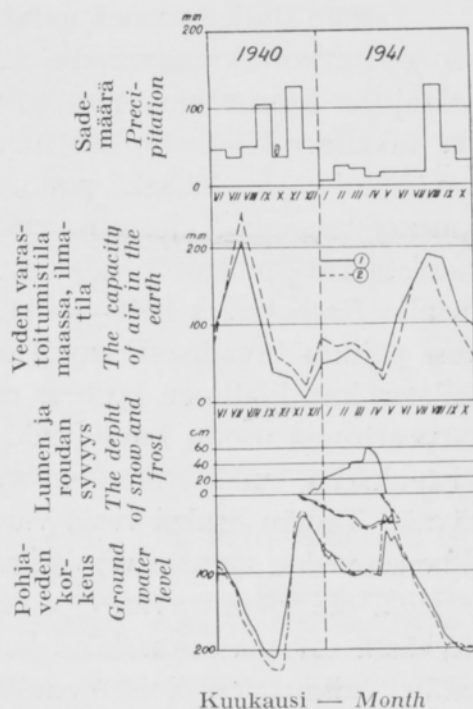
Havaitaan, että mitä korkeampi korkokanta on, sitä edullisempi on ojittaa sellaisella menetelmällä, jossa pääomantarve on pieni. On tekijöitä, jotka jossain määrin pienentävät näitä etuja, mm. se, että lyhytaikaisessa salaojituksessa ojien tukkeutumisesta aiheutuvat satovahingot ovat suurempia. Näiden osuus ei kuitenkaan lisääny siinä suhteessa kuin suhteelliset perustamiskustannukset alenevat.

Ne voidaan myös saada jotenkin merkityksettömiksi tarkkailemalla huolellisesti ojituksen kuntoa. Edelläoleva osoittaa, että Suomessa, missä on poikkeuksellisen korkea korkokanta ja puute pääomista, voi olla edullista käyttää kokonaan toista salaojitusmenetelmää kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa taikka Ruotsissa, missä korko on 4—7 % alhaisempi kuin Suomessa. Edelleen se tukee käsitystä, että Suomessa on aihetta tinkiä salaojituksen syvyysvaatimuksista sitäkin suuremmalla syyllä, kun Ruotsissa on tälle tielle lähdetty. Yhdistelmä tekee myös ymmärrettäväksi kaikki ne pyrkimykset, mitä eri maissa, myös halpakorkoisissa ja pääomarikkaissa, on ollut halvan salaojitusmenetelmän kehittämiseksi kestoaajan kustannuksella. Niinpä myyräojitukseen on viime aikoina ruvettu monissa maissa kiinnittämään entistä suurempaa huomiota. Samoin esitetään oppikirjoissa muissa maissa myös halpojen salaojitusmenetelmien käyttöä. KESO (18, s. 7) antaa niille vain salaojitushistoriallisen arvon.

Maatalouden yleisillä kannattavuusedellytyksillä ja tuotannon voimaperäisyydellä on myös vaikutusta salaojitusmenetelmään. Suomen olosuhteissa nämäkin tekijät asettavat halvat menetelmät etusijalle suuremmassa määrässä kuin useimmissa Euroopan maissa. Tämä on myös syynä siihen, että nykyistä salaojitusmenetelmää on voitu toteuttaa vain rintapitäjissä ja vauraimmilla maatioilla.

Seikka, joka myös puoltaa halvan ojituksen kehittämistä, on se, että Suomessa on suhteellisesti suurempi osa pelloista salaojituksen tarpeessa kuin muualla. Voidaan arvioida, että Suomessa pitäisi vielä salaojittaa n. 80 % peltoalasta. Ruotsissa vastaava luku on n. 40 % ja Tanskassa vain 12 %. Suhteellinen pääoman tarve Suomessa on samaa menetelmää käytettäessä siis kaksinkertainen Ruotsiin verrattuna ja Tanskaan verrattuna 7 kertainen.

Paitsi koko maan peltoalan salaojitusta ajatellen on myös yksityisen tilan peltojen salaojitusta suunniteltaessa näillä näkökohdilla merkitystä. Jos maanviljelijällä on vapaita pääomia, joille hänen ei tarvitse laskea samaa korkoa kuin lainapääomien varassa toimivan maanviljelijän, hän voi inflatiovarmana sijoituksena toteuttaa pitkäaikaisen mutta kalliin salaojituksen. Samoin maanviljelijä, jonka pelloista jo pääosa on salaojissa, voi edelleen jatkaa kallista menetelmää toisinedellytyksin kuin maanviljelijä, joka vasta on salaojituksessa alussa. Tämä osoittaa, että salaojitusmenetelmää valittaessa ei ole oltava kaavamaisia ja rajoituttava vain yhteen menetelmään, vaan ratkaistava se vallitsevien olosuhteiden perusteella.



Kuva 7. Maan kosteussuhteiden vaihtelut avo- ja salaojitetulla maalla Backaksessa JUUSELAN mittausten mukaan. 1 = salaojitettu pelto, 2 = avo-ojitettu pelto.

Fig. 7. The variations of humidity in ditched and drained soils at Backas, according to the measurements of Mr. Juusela. 1. = The field with tiledrains, 2. = The field with open trenches.

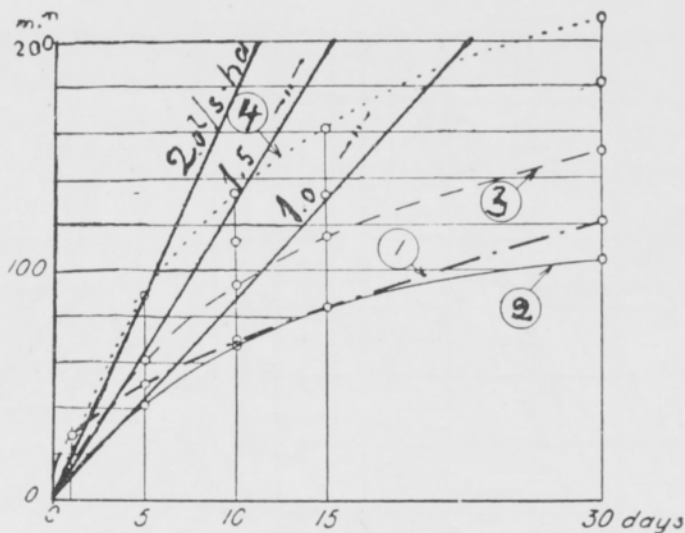
Tämän lisäksi monet muut seikat osoittavat yhden ainoan systeemin suosimisen epätarkoituksenmukaiseksi. Jos tarkastelemme sitä tarkoitusta, mitä varten salaojitus suoritetaan, niin toteamme, että se voidaan saavuttaa hyvin monella eri tavalla. Liiallista kosteutta esiintyy vain suhteellisen lyhyinä ajankohtina keväällä ja syksyllä sekä poikkeuksellisina sadekausina toisinaan kesälläkin. Tämä ilmenee kuvasta 7, jossa on eräitä tietoja JUUSELAN (9, s. 51, 89, 190—195) suorittamista tutkimuksista salaojitettun ja avo-ojitettun pellon kosteusoloista aitosavimaalla *Backaksessa* 1940—1941. Kevätkesän runsaan haihtumisen johdosta pohjavesi painuu tavallisesti myös salaojitetuilla mailla ojan pohjan alapuolelle. Sen jälkeen kun liiallinen kosteus on keväällä maasta poistunut, ojat ovat itse asiassa tarpeettomia useita kuukausia. Paitsi salaojien kautta poistuu vesiä myös pintavirtauksena, mikä erikoisesti avo-ojitetuilla pelloilla ja mäkimaastossa on merkittävää. Tämän lisäksi vesiä varastoituu maassa olevaan huokoistilaan. Kuvasta 7 ilmenee veden varastoitumistilan määrä maassa eri aikoina vuodesta. Sen mukaan ei siinä ole mainittavaa eroa salaojitettun ja avo-ojitettun maan välillä tällaisessa jäykässä savessa esimerkiksi kevätvaiheessa, jolloin tasaisella maalla salaojituksen pitäisi vaikuttaa erikoisen edullisesti. Avo-ojitetulla pellolla pintavirtaus on tehokkaampaa kuin salaojitetulla pellolla, missä myös pintavirtausta pyritään edistämään vesivaoilla. Avo- ja salaojia myöten pääsevät virtaamaan vain vapaat vedet. Ennenkuin pellot ovat muokkauskunnossa keväällä täytyy huomattava määrä sidottuja vesiä poistua haihtumalla. Liian kosteuden poistuminen ja optimikosteuden saavuttaminen tapahtuu siten usealla eri tavalla — osa vesiä poistuu pintavirtauksena, osa pohjavesinä, osa haihtumalla jne. On yhdentekevää, millä näistä tavoista liika vesi poistuu, jokaisen osatekijän suureneminen edistää maan kuivumista. Tämä seikka, että liian kosteuden poistuminen voi tapahtua kovin erilaisia tekijöitä muuttamalla, selittää myös sen, että niinkin toisistaan eroavat kuivatusmuodot kuin avo-ojitus ja salaojitus ovat vaikutuksiltaan hyvin samanlaisia. Tämä ilmenee kuvasta 7. Ne erot, mitä siinä esimerkiksi veden varastoitumistilan suhteen on havaittavissa, ovat melko vähäisiä. Niinpä myös syyssateiden aikana on avo-ojituksen pintavirtausta edistävä vaikutus kuvan mukaan ollut ainakin yhtä tehokas kuin salaojituksen pohjavesien poistumista edistävä kuivatus.

Tästä erilaisten kuivatustapojen käyttömahdollisuudesta on esimerkkejä myös salaojituksen historiassa (29, s. 228—229). Siinä esiintyy useita yksityisiä nimiä varsinkin salaojituksen alkuaikoina, sellaisia kuin ELKINGTON, SMITH, PARKES ym., jotka esittivät oleellisesti toisistaan poikkeavia kuivatustapoja. Nämä lienevät olleen henkilöitä, jotka korostamalla omaa menetelmäänsä saivat kannatusta. Mutta heidän kuoltuaan menetelmät syrjäytyivät toisten tieltä jättäen ehkä jonkin ajatuksen itämään. Tämä oli mahdollista, koska kuivatus ratkaistiin jossain muualla yhtä hyvin toisellakin tavoin.

M ä k i m a a s t o s s a pintavirtauksen merkitys lisääntyy. Siitä syystä nimenomaan mäkien yläosassa maahan painuvien vesien määrä jää vähäiseksi, ja siellä pohjavesi painuu Suomessakin usein niin alas, että ojituksella ei siihen enää ole sanottavaa vaikutusta. Sensijaan rinteiden juuressa, missä putous heikkenee ja mihin pintavirtauksen samoin kuin pohjavesien virtauksenkin vaikutuksesta tulee

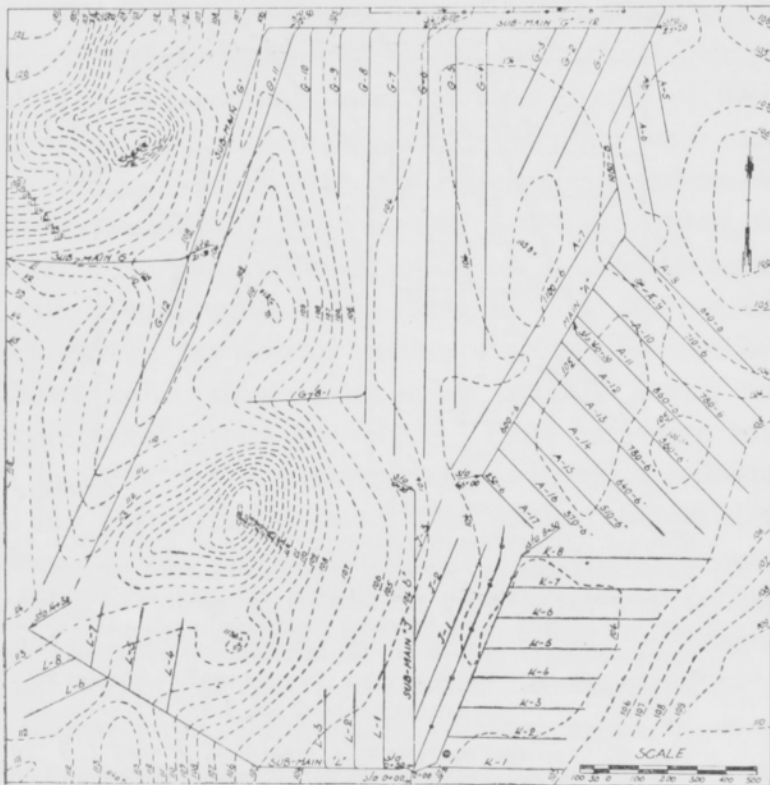
myös rinteiden vesiä, kuivatustarve on suuri. Lähteellisyys esiintyy tavallisesti juuri tällaisissa kohdissa, ja niissä salaojien toiminta on erikoisen tehokasta, kun ne katkaisevat paineellisen pohjaveden virtaussuunnat. Suomen olosuhteissa näyttää maanpinnan kaltevuus olevan tekijä, joka kuivatustoiminnassa olisi myös otettava huomioon, sillä kevätvaihe on kuivatuksen kannalta tärkein, ja silloin tasaisilla alueilla lumipeite pidättää vesien valumista aina sulamiskauden loppuun. Sensijaan mäkimaastossa sulamisvesien valumista maan pinnassakin tapahtuu jo hyvin aikaisessa vaiheessa sulamiskaudella. Tämän lisäksi lumen kevätsumamisen aikana vapautuvat vesimäärät ovat myös suurimmassa osassa maata ne, jotka määräävät esimerkiksi salaojajohtojen suuruuden. Tämä ilmenee kuvasta 8, johon on merkitty eri pitkinä aikoina lumen sulamisessa ja vesisateissa alueelle tulevat vesimäärät siinä vaiheessa, jolloin ne ovat suurimmillaan. Aineisto on maataloushallituksen vesistötutkimuksissa koottu (16, s. 95) ja edustaa ajanjakson 1934—1948 keskitilannetta. Vesisateiden intensiteetti on koko maassa likimäärin sama. Lumen sulamisessa vapautuvat vesimäärät sensijaan vaihtelevat lumipeitteeseen varastoutuneista vesimääristä riippuen varsin huomattavasti. Vuonna 1945 esitin (14, s. 20), että salaojien mitoituksessa olisi suuremmassa määrässä otettava huomioon lumen sulamisessa vapautuvien vesimäärien erot maamme eri osissa kuin mitä on tehty. JUUSELA on yhtynyt tähän ajatukseen (11, s. 2). Ryhtymättä tässä yhteydessä tarkemmin syventymään näihin salaojien mitoitusperusteisiin, todettakoon vain, että mäkimaastossa pintavirtaus pienentää salaojissa virtaavia vesimääriä, ja että nimenomaan lumirikkaiden seutujen tasaisilla alueilla kuivatustarve keväällä on erikoisen suuri. Nämä seudut ovat myös siinä osassa maata, missä muokkauskausi on keväällä lyhyt ja missä hallavaarankin takia on tärkeä, että keväällä voidaan kylvöt suorittaa riittävän aikaisin.

Maan viettosuhteiden huomioonottaminen on Suomessa salaojitussuunnitelmissa laiminlyöty. Kun tarkastelee suomalaisia salaojitussuunnitelmia, niin toteaa, että imuojaetäisyys vaihtelee pääasiassa vain maalajin mukaan (vert. kuva 2 ja taulukko 1). Toisinaan on kylläkin havaittavissa vähäistä ojaetäisyyden suurenemista, kun putoussuhteet ovat jyrkät. Esimerkiksi *Yhdysvalloissa* tähän seikkaan



Kuva 8. Suurin sademäärä 1, 5, 10, 15 ja 30 vrk:n aikana keskimäärin vuosina 1934—1948 koko maassa (1) ja suurimmat lumen sulamisessa vapautuneet vesimäärät vuosittain keskimäärin vastaavana aikana (2) = Lounais-Suomessa, (3) = Keski-Suomessa ja (4) = Pohjois-Suomessa. Suorat viivat osoittavat tasaista purkautumista 1—2 l/s. ha.

Fig. 8. Average maximum (1) rainfall during 1, 5, 10, 15 and 30 days 1934—1948 in the whole country and the quantities of water released during the same days in the melting season in different regions of the country, (2) = South-West Finland, (3) = Central Finland, (4) = North Finland.



Kuva 9. Salaojitus suunnitelma Yhdysvalloista Minnesotasta. Katkoviivat osoittavat maanpinnan korkeuden jalkoina. Huomaa, että rinteet on jätetty ojittamatta ja ojat sijoitettu vain notkoteisiin sekä tasaisille kohdille.

Fig. 9. Draining project from Minnesota in the United States. The contourlines indicate the height of the ground level in feet. Observe how the slopes have been left unditched and the ditches are placed only in dells and in the even parts.

ja tarkkaillaan pohjavesisuhteita erityisesti poikkeuksellisen kosteina aikoina. Tällä tavalla säästetään kustannuksia.

Se, että mäkisyyden merkitys myös Suomen olosuhteissa on kuivatuksen kannalta tärkeä, ilmenee mm. ojattomien peltöjen viettosuhteista sekä matalista avo-ojista rinnemailla. Kuvassa 10 on esitetty maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten yhteydessä suorittamiini havaintojen keskitulokset (13, s. 106). Havaitaan, että ojattomien peltöjen vietto on keskimäärin 4.5 metriä sadalle. Ojattomia peltöjä ei ole vain Sisä-Suomen moreenimailla, joiden viljelysmahdollisuus ilman ojia osaltaan johtuu maaperän läpäisevyydestä, vaan mainitussa tutkimuksessa ojattomista pelloista oli savi-, hiesu ja hietamaita n. 25 %. Ojan syvyyden pieneneminen 0.3 metriksi, kun maanpinnan kaltevuus kasvaa 3 %:ksi osoittaa, että rinnepeltojen viljeleminen on Suomessa mahdollista pelkästään pintavirtausta edistävillä toimenpiteillä, sillä mainitunsyvyiset ojat eivät ole muuta kuin muokkauskerroksen läpi ulottuvia vesivakoja. Agr. M. POHJONEN onkin viime aikoina ruvennut kiinnittämään huomiota Keski-Suomen rinnepeltojen viljelemiseen ilman sarko- oja suuremmassa määrässä kuin tähän asti. Hän on mm. suorittanut tutkimuksia Uuraisten kunnasta, jossa on peltöjä 2500 hehtaaria. Hänen ilmoituksensa

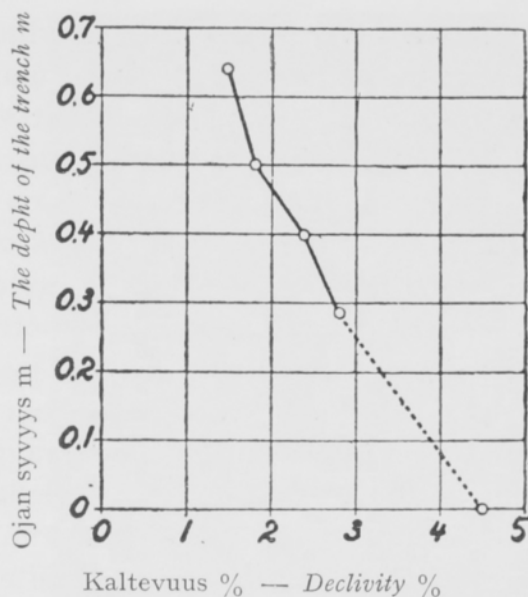
kiinnitetään erikoista huomiota (15, s. 69). Tämä ilmenee myös kuvasta 9. Sellaisessakin maalajissa, missä tasaisella kohdalla tarvitaan 15—20 m:n ojaetäisyyttä, jätetään rinnekohdat salaojittamatta ja ojitetaan vain sekä rinteiden yläpuolella että alapuolella olevat kuivatusta vaativat kohdat. Keskustellessani Denverissä v. 1948 Bureau of Reclamationin salaojitusasiantuntijan kanssa siellä käytetyistä suunnittelu- perusteista hän korosti erikoisesti maan viettosuhteiden merkitystä kustannuksia halventavana tekijänä. Hän mainitsi mm., että kun rinnemailla voi esiintyä maalajivaihteluista johtuen paineellista pohjavettä, menettellään tällaisissa tapauksissa usein siten, että järjestetään parin vuoden aikana ennen ojitusta pohjavesihavaintoja

mukaan näistä on 3/4 enemmän tai vähemmän kumpuilevia tai viettäviä. Kivennäispelloista on kaikkiaan n. 60 % sarkaojattomia. Tiedustelujen mukaan 85 % viljelijöistä on ilmoittanut, ettei sarkaojattomuudesta ole ollut mitään haittaa viljelystoimenpiteille. Näiden peltojen keskimääräinen viettävyys on ollut 3.5 % vaihdellen 0.5—8.0 %.

Myöskään ei salaojitusten suunnittelussa ole osattu käyttää hyväksi jo olemassa olevaa sarkaojitusta. Sarkaojitusta KESO pitää suorastaan haitallisena. Hän on useassa yhteydessä suositellut uudisraivauksiin liittyvää salaojittamista, myöskin turvemailla. Hän mainitsee mm. (20, s. 4): »Kuivatuksen teho on myöskin heti alusta alkaen parempi, jos raivaukset salaojitetaan suoraan, kuin jos ne ensinnä sarkaojitetaan. Sarkaojien seinämien tiivistymisen ja ojain kohtain kuopanteellisuuden vuoksi vaikeutuu sarkaojituksen jälkeinen salaojitus nim. huomattavasti. Myöskin muokkauskerroksen multavuus säilyy tasaisempuna salaojitettaessa uudisviljelykset heti niiden raivauksen yhteydessä.»

NUUTTILA (25, s. 476—477) on savimaiden salaojituksesta esittänyt, että *sarkaojiin olisi ajettava soraa*, n. 4 m³ 100 metriä kohden, jolloin voitaisiin nykyisillä periaatteilla tehdystä salaojitussuunnitelmasta »joka toinen imuoja jättää tekemättä». Eräissä tapauksissa, milloin soraa on helposti saatavissa, voitaisiin Nuuttilan mukaan käyttää leveämpääkin imuojaväliä, esim. 45—50 m. Jos tämän lisäksi imuojasyvyys pienennettäisiin 90—100 cm:iin, voitaisiin salaojituskustannuksia alentaa »keskimäärin kolmanneksella nykyisistä kustannuksista». Tämä, että vanhoja sarkaojia hyväksikäyttämällä voidaan järjestelmällisesti harventaa imuojien väliä, on tärkeimpiä uusia näkökohtia salaojituksessa, mitä meillä on pitkiin aikoihin esitetty. Tämä ajatus on yhdenmukainen niiden pyrkimysten kanssa, joita jo parinkymmenen vuoden aikana on ollut Keski-Euroopassa *myyräojituksen* hyväksikäyttöä kehitettäessä. Myyräojituksen mahdollisuudet näyttävät olevan parhaat yhdessä tiiliputkiojituksen kanssa siten, että poikittaissuunnassa tiiliputkiojia vastaan ajetaan myyräreikiä, jolloin tiiliputkiojien etäisyyttä voidaan lisätä. Samalla tällainen ojitus edistää pintavesien pääsyä salaojiin vaikeasti läpäisevissä maalajeissa. Mm. Ruotsissa on viime vuosina ryhdytty kokeilemaan tällaisilla ojituksilla (8, s. 200—205).

Parin vuoden ajan olen suorittanut tutkimuksia, mitä mahdollisuuksia Suomessa on saada salaojitus nykyistä halvemmaksi ja nopeammin levenemään. Näissä tutkimuksissa on tullut ensimmäisenä esille ajatus *käyttää mahdollisimman suuressa määrässä hyväksi vanhoja avo-ojia*. Sarkaojituksessahan on tehtynä valmista työtä, jonka arvo on huomattava. Lisäksi sarkaojitus ja sarkojen kupuruus aikaansaavat



Kuva 10. Ojan syvyyden riippuvaisuus maanpinnan kalvetuudesta Suomessa.

Fig. 10. Dependability of the depth of the trench on the declivity in Finland.

sen, että vaikka salaojituksen yhteydessä avo-ojat ajetaan umpeen, niistä muodostuu vesien kokoontumispaikkoja, sillä vajovesien virtaussuuntaa vanhan jankon viettosuunnassa ei pinnan tasoittaminen useinkaan kykene muuttamaan. Myös on kokemus osoittanut, että uudisraivauksessa on avo-ojitus Suomessa luontainen ojitusmuoto. Tutkimuksissani olen täten kiinnittänyt erikoista huomiota *halpojen salaojien tekemiseen vanhojen sarkaojien paikalle*. Tällöin on otettu erittelyn kohteeksi ne erilaiset menetelmät, joita aikojen kuluessa salaojituksessa on käytetty. Seuraavassa selostan kahta menetelmää, joita olen yhdessä assistenttini dipl.ins. A. MAASILLAN kanssa kokeillut, ja jotka on nyt kehitetty niin pitkälle kuin puutteellisin varoin ja välinein on ollut mahdollista. Jatkotutkimukset edellyttävät valtion tukea ja kentällä suoritettavia koesalaojituksia erilaisissa olosuhteissa. Peruslähtökohtana niissä on, että pellolla on kunnolliset valta- ja reunaojat.

Ensimmäinen menetelmä on varsin lähellä edellä selostettua NUUTTILAN esittämää. Nuutila toteaa kuitenkin, että alueilla, joiden avo-ojitus on rappiolla, ei sarkaojien täyttämistä soralla voida käyttää ilman ehkä suuriakin lisäkustannuksia. Kun avo-ojitukset ovat maassamme yleensä melko huonossa kunnossa, pienentää tämä seikka niitä kustannussäästöjä, mitä Nuutilan menetelmällä olisi saavutettavissa. Lisäksi on huomattava, että muutamatkin hienojakoista maata sisältävät lapiolliset soran seassa muodostavat soraojassa padon, joka ratkaisevasti heikentää soraojan vedenjohtokykyä. Soran epätasaiseen kokoomukseen maanviljelijät, jotka soratäytteen tulisivat tekemään, tuskin kiinnittävät tarpeellista huomiota, joten menetelmä sellaisenaan tulisi aiheuttamaan epävarmuutta ja epätasaisuutta salaojitusten toiminnassa. Edelläesitetyt epäkohdat poistuvat, jos sora seulotaan ja käytetään täsmälleen määrättyjä raekokomuksia sekä tehdään avo-ojan pohjaan erikoinen, 30—40 cm syvä ura soratäytettä varten. Samalla ojan syvyys suurenee 70—100 cm:ksi eli kuivatuksen kannalta optimiin. Seulotun soran vedenläpäisykyky on oleellisesti parempi kuin seulomattoman, jossa pienimmät raesuuruudet ovat tässä suhteessa määrääviä. Lisäksi seulotun soran vedenläpäisykyky on täsmälleen määriteltävissä, joten voidaan luoda tarkat laskelma-perusteet siitä, miten karkeaa soraa ja miten suuria määriä on käytettävä, kun putous-suhteet ja poisjohdettavat vesimäärät tunnetaan. Tällöin voidaan soraojan vedenjohtokyky saada niin suureksi, että varsinaisten tiiliputkisalaojien etäisyyttä voidaan suurentaa siitä, mitä NUUTILA on esittänyt. Seulottua soraa käytettäessä voidaan ottaa huomioon mäkisyyden tarjoamat mahdollisuudet sellaisissakin tapauksissa, jolloin pituussuuntaisten sarkaojien putous on yläpäässä suurempi kuin alapäässä, ilman että alapäässä tulee liettymisvaaraa. Tällöin ojien yläpäissä on käytettävä hienorakeisempaa soraa kuin alapäissä. Siten vähennetään lietteen kulkeutumista ylhäältä sekä estetään virtausnopeuden pieneneminen alaspäin mentäessä. Näin menetellen voidaan päästä yleensä 50—100 metrin ojaetäisyyksiin tiiliputkiojissa. Jos sopivaa soraa ei ole saatavissa, voidaan käyttää pienkivisepeleä ja sen valmistuksessa syntyvää soraa, joiden vedenläpäisykyky on suurempi kuin vastaavaa raesuuruutta olevan luonnonsoran.

Selvittääkseni tällaisten ojien vedenläpäisykykyä ja soran tarvetta tehtiin seuraavanlainen koe. Vanhan sarkaojan pohjaan kaivettiin aitosavimaahan Some-



Kuva 11. Koe sepelin vedenjohtokyvystä. Pienkivisepelillä (raesuuruus 10—30 mm) täytettyyn uraan johdetaan vettä n. 0.33 l/s. Vesi häviää 15 cm vahvaan ja 10 cm leveään sepelikerrokseen, jonka pituussuuntainen vietto on 3.7 %.

Fig. 11. Test concerning the conductivity of macadam. Into a channel filled with small stone macadam (grain size 10—30 mm) is conducted about 0.33 l/s. water. The water vanishes into the macadam layer, the thickness of which is 15 cm and the breadth 10 cm. Slope lengthways 3.7 %.



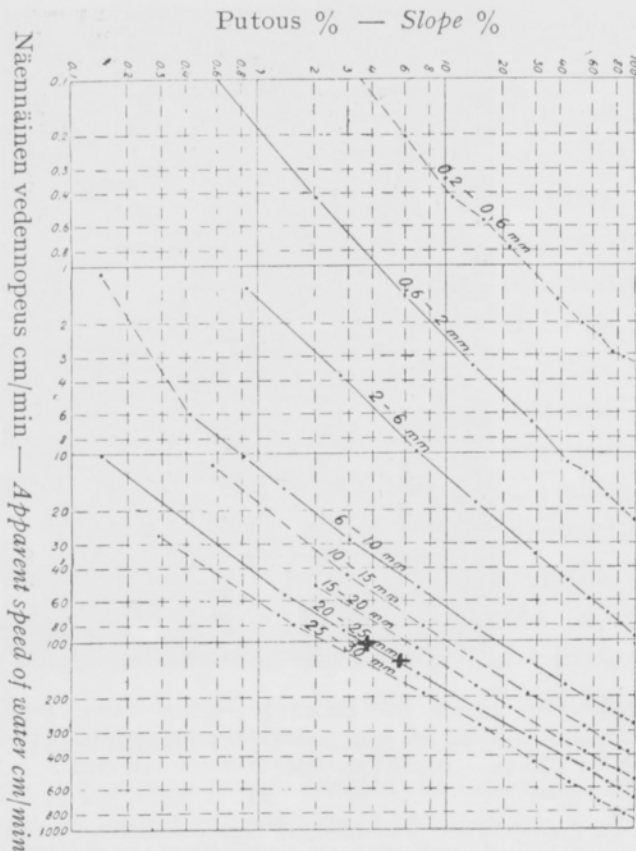
Kuva 12. Sama koe kuin kuvassa 11. Noin 90 m:n päässä, ojan alapäässä tulee sepelikerroksesta leveä vesivirta.

Fig. 12. Same test as in picture No. 11. At a distance of about 90 m, in the lower end of the macadam drain, a broad stream of water is flowing from the macadam layer.

rolla n. 30 cm syvä ja 10 cm leveä ura, jonka pohjaan luotiin 15 cm vahvuudelta 10—30 mm:n sepeliä. Ojan putous oli 60 m:n matkalla 3.7 % ja siitä edelleen 30 m:n matkalla 5.8 %. Ojan päähän johdettiin vesijohdosta vettä 0.33 l/s. Tämä vesi hävisi sepelikerrokseen ja jonkin ajan kuluttua rupesi ojan alapäästä tulemaan avo-ojan pohjan koko leveydeltään täyttävä vesivirta (kuvat 11 ja 12). Kun kaivettiin sepelikerrokseen kuoppia, voitiin mitata vedenpinnan putous ja sitten määritellä vallitsevat virtausolosuhteet. Kokeessa käytetty vesimäärä vastaa n. 300 m pitkän sarkaojan maksimivesimäärää niiden perusteiden mukaan, joita Suomen Salaojitusyhdistyksessä käytetään.

Kokeessa saatu sepelin vedenläpäisykyky vastaa likimäärin sitä vedenläpäisykykyä, minkä WÄRE (36, s. 511) on laboratoriokokeissa saanut vastaaville raesuuruuksille. Kuvassa 13 on WÄREEN saamat vedennopeudet seulotulle soralle, ja siihen on merkitty risteillä edellämämainitussa kokeessa saadut pisteet. Kuvasta voidaan todeta, miten suurella säännönmukaisuudella soran vedenläpäisykyky on riippuvainen raesuuruudesta.

Ennenkuin jatketaan näiden tulosten sovellutusta tarkastellaan hieman kysymystä sora- ja kivilsalaojista. Niitähän on käytetty jo roomalaisajalla, ja vielä nytkin niitä käytetään melko runsaasti. Esimerkiksi Ruotsissa on HALLGRENIN (6, s. 14) mukaan kivilsalaojia n. 14 % kaikista salaojituksista, ja Suomessa sisä-



Kuva 13. Näennäinen vedennopeus luonnon sorasta ja hiekasta seulotuissa maalajitteissa. Kokeet, joissa veden lämpötilä oli vaihdellut 4--6° C, merkitty yhtenäisellä viivalla (WÄREEN mukaan).

Fig. 13. Apparent speed of water in samples screeded from natural gravel and from sand. The tests in which the temperature of the water varied between 4--6° C are marked with a continuous line, according to Dr. Wäre.

sillä näissä ojaan pannut kivet eivät tarjoa tukeaa seinämämaan sisäänmurenemisen estämiseksi ja vesi pääsee kulkemaan pohjalla maan yhteydessä ja syövyttämään sitä.

Kivisalaojien kalleus johtuu lähinnä kahdesta seikasta. Kun kivitäytteen poikkileikkaus on ollut vähintään 20×25—30×35 cm, on tämä vaatinut jo ojaan kaivettaessa runsaasti työtä etenkin, jos ojat on tehty poikittaissuuntaan ja jätetty vanhat avo-ajat huomioonottamatta sekä jos ojat on tehty syviksi. Lisäksi runsas kivitäytteen hankinta on kallista, ja siten kustannukset kiviojituksessa ylittävät tavallisesti tiiliputkiojituksen kustannukset juoksumetriä kohden. Mutta kivisalaojituksen kehittäminen näyttää jääneen kokonaan unhoon, kun kaikki huomio on keskitetty tiiliputkisalaojiin. Kuten aikaisemmin on mainittu, voidaan seuloa soraa ja sepeliä käytettäessä luoda täsmälliset säännöt tarvittavien määrien laskemiseksi niin, että vältetään tarpeettomilta kustannuksilta sekä ojan kaivussa että täyteaineen hankinnassa. Liettymisvaaraa pienentää jo se, että soran ja sepelin raesuuruus voidaan ottaa huomattavasti pienemmäksi kuin aikaisemmin

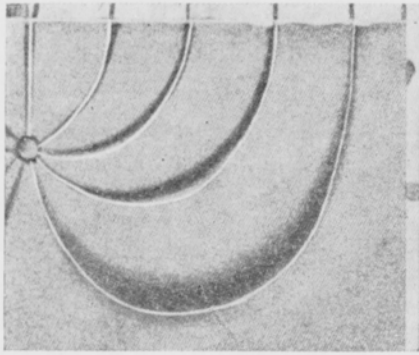
maassa on moreenipelloilla haudattu kiviä maahan salaojiksi. Näin tehdyt salaojat ovat kuitenkin huolimattomasta valmistuksesta johtuen usein olleet suhteellisen lyhytikäisiä syystä, että ojat ovat liettynyt alapäistään tukkoon. Jonkinlaisena suuntaa antavana lukuna voitaneen kestoajaksi nähdä mainita tällaisissa ojissa 20—40 vuotta. Kun kivisalaojien teko on suoritettu huolellisesti ja kiinnitetty huomiota mm. kivien sopivaan kokoon ja kivitäytteen suojaamiseen liettymistä vastaan asettamalla sivuille ja päälle sammalia, niiden kestävyysaika on ollut samaa kertalukua kuin tiiliputkiojien. RAUSTE (29, s. 243) mainitsee, että huolellisesti tehdyt kivisalaojat toimivat täysin tyydyttävästi 50—60 vuotta. KESO (17, s. 48, 51) on kivisalaojista esittänyt, että kun ne ovat huolellisesti tehtyjä, kestävät ne 40—60 vuotta, mutta tämän ojituksen tavattoman kalleuden vuoksi ne saattavat tulla kysymykseen vain puutarhasalaojituksessa ja milloin on kysymyksessä pellon perkaaminen kivistä. Myöhemmin (18, s. 99) KESO esittää, että niissä on melko suuri tukkeutumisen vaara,

tehdyissä kiviojissa ja käyttää pienempää reasuuruutta ojien yläpäissä. Lisäksi suojaamalla sora turvepehkulla tai sammalella voidaan lietteen pääsy ojiin saada jotenkin olemattomaksi. Mahdollisesti muitakin suojusaineita voidaan käyttää. Edelleen katkaisemalla tällaiset soraajat poikittaissuuntaan niiden alitse kulkevilla tiiliputkiojilla vältytään kovin suurista soramääristä ja pienennetään liettymisvaaraa. Nimenomaan vaikeimmin kuivattavissa kohdissa, kuten rinteiden juuritaitteissa sekä pitkissä sarkaojissa tasankomailla, on tiiliputkiojitusta käytettävä runsaammin kuin muualla. Veden virtausnopeudesta aiheutuva syöpymisvaara häviää myös edellämainituilla toimenpiteillä, mikä ilmenee jo siitäkin, että näennäinen virtausnopeus kuvan 12 mukaan 25—30 mm:nkin raasuuruudessa on korkeintaan 5 cm/s, mutta syöpymistä rupeaa sille alttiissa maalajeissa esiintymään vasta virtausnopeuden ollessa n. 30—40 cm/s (4, s. 730). Edelleen on huomattava, että etenkin sepelin murskaajissa tapahtunut kehitys on luonut sepelin käytölle parempia mahdollisuuksia aikaisempaan verrattuna.

Jos asetetaan soraosan pituusrajaksi 100 metriä, jonka jälkeen vedet otetaan tiiliputkisalaojaan, ja soraosien vedenjohtokyky lasketaan kaksi kertaa niin suurilla vesimäärillä kuin nykyisin salaojien vedenjohtokyky Suomessa lasketaan, riittää keskimääräisissä oloissa 15—25 m³:n soramäärä hehtaarille. Jos soraa on erikoisen edullisesti saatavissa, voidaan sitä käyttää runsaammin, ja siten alentaa kokonaiskustannuksia. Täten siis esitetystä menettelyssä riittää vain kolmannes — neljännes siitä täyteainemäärästä, jota kivisalaojissa on suositeltu käytettäväksi. Edelleen on mahdollista kehittää soran ja sepelin levityslaitteita niin, että sora-kerroksen vahvuus voidaan täsmälleen säätää ja tehdä ojan alapäässä suuremmaksi kuin yläpäässä. Samoin voidaan nämä laitteet suunnitella niin, että sammal- tai turvepehkueristysten teko tulee huomattavan yksinkertaiseksi. Tällaisten samoin kuin sarkaojien pohjaan tulevan uran tekemiseksi tarvittavien välineiden ja koneiden kehittämisessä esiintyvät vaikeudet lienevät huomattavasti pienempiä kuin esimerkiksi salaojan kaivukoneiden kohdalla olevat ongelmat nykyistä salaojitustapaa käytettäessä.

Kun edelläesitettyjen suuntaviivojen pohjalla arvostellaan salaojituskustannuksia, voidaan todeta, että melkoinen osa kivennäispelloistamme on siksi viettävää ja lyhytsarkaista, että niissä tullaan toimeen kokonaan ilman tiiliputkiojitusta. Tällaisten peltojen salaojittaminen ei tule maksamaan puoltakaan nykyisistä salaojituskustannuksista ja edullisissa tapauksissa voitaneen päästä aina kolmannekseen nykyisistä kustannuksista. Missä taas täytyy tehdä lisäksi tiiliputkiojia, joiden määrä kuitenkin alenee savimailla liejusavimaita lukuunottamatta kolmannen—neljänteen osaan nykyisistä salojamääristä, sielläkin useassa tapauksessa päästäneen puolella nykyisistä kustannuksista — ja epäedullisissakin oloissa keskimääräinen alennus lienee kolmannes nykyisistä kustannuksista. Tavoitteeksi voitaneen asettaa, kun tutkimuksilla kehitetään edullisimmat menettelytavat ja luodaan tarpeellinen organisaatio töiden toteuttamista varten, että keskimääräiseksi kustannusten alennukseksi savimailla saadaan n. 50 % nykyisistä kustannuksista.

Edellä esitetty sora- ja sepeliojien käyttö kaipaa muussakin mielessä täydentäviä tutkimuksia, jotta niiden teko heti alusta alkaen tulisi mahdollisimman



Kuva 14. Mallikokeilla (tummat viivat) ja teoreettisilla laskelmilla (valkeat viivat) saatuja virtaviivoja (GUSTAFSSON). Vasemmassa reunassa on salaoja, johon virtaus suuntautuu myös alapäin.

Fig. 14. Through model tests (dark lines) and theoretic calculations (white lines) obtained stream lines (DR. GUSTAFSSON). At the left margin is a drain to which the water flows also from underneath.

turvepehkuilla ympäriinsä, myös alapäin.

oikein suoritetuksi. Tärkein tehtävä tässä suhteessa on mahdollisimman tehokkaiden menetelmien luominen sora- ja sepelitäytteen suojaamiseksi liettymistä vastaan, jotta ojituksen kesto-aika saataisiin yhtä suureksi kuin tiiliputkiojituksenkin. Näissä tutkimuksissa on syytä ottaa huomioon mm. Saksassa ja Tanskassa viime aikoina tehdyt havainnot. SCHLEDERMANN-LARSEN (31, s. 19—20) on selostanut näitä tutkimuksia. Niistä ilmenee mm. turvepehkun hyvä suojauskyky salaojaputkistoon pääsevää hienojakoista lietettä vastaan. Turvepehku asetettaessa on tärkeää, että myös ojien pohjalle sitä levitetään, sillä paineellista vettä tunkeutuu salaojiin myös alhaaltapäin sellaisessa maalajissa, missä veden liike näin on mahdollista. Allaolevassa yhdistelyssä on vertailu siitä, miten paljon lietettä on jäänyt salaojaputkiin, kun ne ovat olleet suojaamattomia, suojattuina oljilla, turvepehkulla päältä ja sivuilta sekä

	Laboratoriokoe Saksassa	Kenttäkoe hiekkamaassa Tanskassa
	Suhteellinen hiekkamäärä salaojaputkissa	Hiekkamäärä putkessa 2 vuoden kuluttua (puun juuria putkistossa)
Suojaamattomat putket	100	78 g/putkea kohden
Putket suojattu oljilla	75	112 » »
Putket suojattu turvepehkulla päältä ja sivuilta	8	9 » »
Putket suojattu turvepehkulla ympäriinsä	1,4	

Vaikka kokeet ovat vain suuntaa antavia havaitaan niistä, miten tärkeää on hiekkamaassa suojata salaojajohdot myös alapäin. Koetulokset ovat yhdenmukaisia niiden tutkimusten kanssa, jotka teoreettisesti ovat selvittäneet veden liikettä läpäisevässä maassa. Eräs tällainen tulos ilmenee kuvasta 14 (5, s. 67). Myös muut tutkijat ovat saaneet vastaavanlaisia tuloksia (21). Kivisalaojien tukkeutumisiin lieneekin usein ollut syynä myös se, että näitä näkökohtia ei ole osattu riittävässä määrässä ottaa huomioon.

Muista seikoista, joissa kokeilu ja tutkimus voivat tuoda parannuksia sora- ja sepeliojien tekoon, mainittakoon sellaisen kaivukoneen tai oja-auran kehittäminen, jolla voidaan ajaa avo-ojan pohjaan 30—40 cm:n syvennys. Tällaisen laitteen kehittäminen on huomattavasti helpompaa kuin sellaisen kaivukoneen, jonka pitäisi kaivaa 130—150 cm syvää salaojaa. Siirtymällä siis nykyisistä syvistä tiiliputkiojista, joissa kehitys näyttää saavuttaneen sellaisen vaiheen, mistä sitä nimenomaan kustannusten alentamista ajatellen on vaikea enää viedä eteenpäin, uuteen menetelmään, saadaan tehtävän luonne muuttumaan ja ongelmat nykyisestään yksinkertaistumaan.

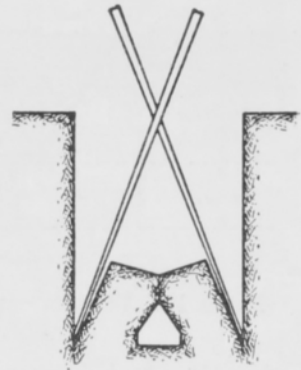
Edelläoleva koskee lähinnä sellaisia kivennäismaita, joissa nykyinen salaoja-

määrä on vähintään 500 m/ha. Esimerkiksi liejusavimaissa voi kokonaan toisenlainen ratkaisu olla edullisin. Mahdollisesti niissä myyräojitus voi olla tarkoituksen mukainen, kun sen kautta saadaan syntymään tuo liejusaville ominainen pysyvä rakoilu siihen kerrokseen saakka, mikä kerran on kuivunut. Vaikka myyräojat myöhemmin menisivät umpeenkin, ne ovat tehtävänsä tehneet. Ehkä kuitenkin tällöinkin harva tiiliputkiojitus on tarpeen. JUUSELA (12) on kiinnittänyt huomiota myyräojituksen laajempaankin käyttömahdollisuuteen.

Turvemailla voi myös olla vaikeaa soveltaa sora- ja se-
peliojien tekoa. Paksuturpeisilla mailla niillä ei saavuteta sellaisia kustannussäästöjä nykyisiin menetelmiin verrattuna, että tällä linjalla olisi sanottavia etuja voitettavissa. Toisaalta vaikka turvemailla salaojitus­kustannukset ovat oleellisesti alhaisemmat kuin kivennäismailla liejusavimaita lukuunottamatta, niin kuitenkin turvemaita on salaojitettu suhteellisesti vielä vähemmän kuin kivennäismaita. Jos saadaan yleiseen käyttöön sopivat työvälineet, joilla voidaan tehdä *kairattuja puuputkia* välittömästi salaojitettavien alueiden läheisyydessä, jolloin johtoaine saadaan omasta läheisestä metsästä, tämä voi edistää tuntuvasti suomaiden salaojittamista. Mutta myös turvemailla voidaan ajatella halvempia menetelmiä. Kesällä 1950 PMY:n kongressin yhteydessä johtaja EYLANDS mainitsi, että *Islannissa* on kokeiltu soilla myyräojitusta, jossa myyräreikä on ollut 6—9", ja saavutetut tulokset ovat edullisia, vaikkakaan ojien kestävydestä ei ole kuin muutaman vuoden kokemus. *Gotlanissa* on (6, s. 195) ollut jo 1880-luvulta alkaen myyräojitusta suomailta. Olisi aihetta myös Suomessa kokeilla myyräojitusta puuttomilla suomailta.

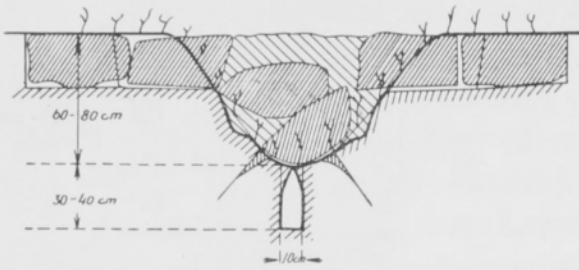
Turvemailla voidaan ajatella myös vanhojen avo-ojien hyväksikäyttöä siten, että tehdään *holviojia sarkaojien pohjaan*. Saksassa mainitaan käytetyn mm. kuvan 15 mukaisia salaojia (32, s. 258). Tällaisessa ojituksessa kaivettava maamäärä on suuri, joten sillä ei saavuteta kustannussäästöjä tavalliseen puuputkiojituksen verrattuna. Holviojitusta on käytetty myös Suomessa, lähinnä polttoturvesoiden kuivauskenttien kuivatuksessa. Noin 30 vuotta sitten tehtiin tällaisia ojia *Haukka-suolle* Utissa ja 7—8 vuotta sitten *Aitonevalle* Kihniöllä. Holvit tehtiin näissä ojituksissa tavalliseen salaojakaivantoon lähelle maanpintaa, missä turve oli vähemmän maatunutta. Saadut kokemukset ovat olleet myönteisiä. Insinöörit EKELUND ja AALTONEN ovat yhdenmukaisesti ilmoittaneet, että kummallakin suolla sellaiset ojat ovat kestäneet hyvin, jotka tekoaikana saatiin kunnolla syntymään. Niissä kohdissa, missä suo oli hyvin vetistä tekoaikana ja missä holvia oli vaikea saada syntymään, on ojia jouduttu uusimaan. Näistä uusimisista huolimatta ojitus on tullut huomattavasti halvemmaksi kuin lautaputkiojitus. Pystyseinäiset ojat voivat lahonneessakin suossa kestää sortumatta pitkiä aikoja, tästä on mm. Etelä-Pohjanmaan suoviljelyksillä runsaasti kokemuksia.

Näiden ajatusten pohjalta olen kokeillut erästä halpaa ja kestävästä holviojatyypistä. Vanhan, vähintään 60 cm syvän avo-ojan pohjaan tehdään n. 10 cm leveä



Kuva 15. Saksassa käytettyä holviojitusta.

Fig. 15. Arch drainage used in Germany (SCHROEDER).



Kuva 16. Vanhan sarkaojan pohjaan tehty holvioja.

Fig. 16. Arch drainage at the bottom of an old plot-trench.

ja 30—40 cm syvä pystyseinäinen vesiura. Senjälkeen leikataan ojan sivuista erikoislapioidella pystysivut viiluista (kuva 16), jotka painetaan holviksi uran päälle. Kun sarkaojan pohjassa on nurmipeite ja vesiura on niin kapea, että viilua ei tarvitse taivuttaa kuin n. 5 cm sivulle, eikä viilua murreta, saadaan tietyissä turvelaaduissa kestävä holvi. Tämän päälle käännetään ojan pientareista nurmiviilut, jotka vielä vahvistavat holvia, sekä tasoitetaan maan pinta ojan kohdalla

muun saran tasoon. Tällainen ojitus tulee halvaksi. Hehtaarin ojitus maksanee nykyhintojen mukaan vain noin 5000—10000 mk. Syntynyt holviaukko jää riittävän suureksi pitkienkin sarkaojien vesien poisjohtamiseksi. Tällaiset salaojat lienee edullisinta johtaa suoraan valtaojiin esim. läpällä varustetun puutorven kautta. Holviaukko jää myös niin korkeaksi, että sillä on varaa painua, eikä tarvita vaakituksia pohjan tasausviivan määräämiseksi, vaan voi työ tapahtua silmävarsisesti kuten avo-ojituksessa.

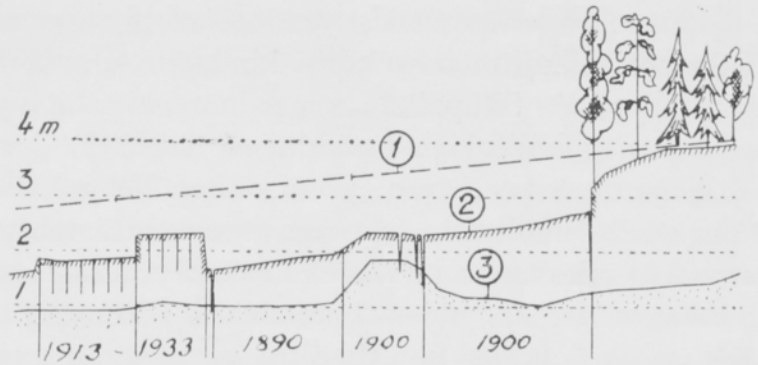
Menetelmän tarkoituksenmukaisuutta arvosteltaessa on otettava huomioon eräs turvemaille ominainen piirre. Suot painuvat jatkuvasti viljelyn yhteydessä, vanha viljelyskin usein 1—2 cm vuodessa, syvään ojitettu suo enemmän kuin matalaan ojitettu. Kuvassa 17 on eräs vaakitsemani linja Eurassa, josta ilmenee, miten suureksi painuminen voi vuosikymmenien kuluessa nousta. KOKKOSEN (22) tulokset suomaan painumisesta ovat samaa kertalukua. Myös *Karjalan suokoeasemalla* tehdyt havainnot osoittavat painumisen jatkuvan pitkiä aikoja ja pienentävän salaojien syvyyksiä. Liian matalasta ojituksesta on soilla haittaa lähinnä sen vuoksi, että korkea pohjavesi tekee koneiden liikkumisen vaikeaksi. Esimerkiksi *Brännbergin suokoeasemalla* Norrlannissa on tällaista haittaa esiintynyt, kun lautaputket ovat painumisen johdosta enää vain n. 40 cm:n syvyydessä. Vaikka siis puuputket voisivat kestää suossa lahoamattomina hyvinkin kauan, niin painuminen asettaa salaojituksen toimintakyvylle rajan, ellei ojia sijoiteta kovin syvään. Toisaalta syvän salaojituksen tekeminen suomilla voi satoja ajatellen olla haitallista, sillä suo voi siten kuivua liikaa. Niinpä esimerkiksi SALOHEIMO (33, s. 100) mainitsee *Karjalan suokoeaseman* ojituskokeiden tuloksista tekemissään päätelmissä, että salaojitettavien soiden imuojien syvyyttä olisi syytä tarkistaa 120 cm pienemmäksi. Pyrittäessä satoja ajatellen edullisimpaan kuivatussyvyyteen ja otettaessa huomioon suomaan jatkuva painuminen salaojien kestoaikaa soilla tuskin on syytä suunnitella 30—40 vuotta pitemmäksi. Pidän mahdollisena, että kun kehitetään oikeat menettelytavat mainittujen holviojien tekemiseksi, niiden kesto aika voidaan monissa tapauksissa saada ainakin 15—20 vuodeksi ja pitemmäksikin.

On esitetty epäilyjä siitä, että raskaiden maatalouskoneiden painerasitukset rikkovat holvit. Maat.-metsät. tri A. REINIKAINEN on antanut tietoa tavallisimpien maatalouskoneiden painerasituksia koskevista mittauksista. Näiden sekä maa-rakennusmekaniikan yleisten sääntöjen (37) mukaan laskien tulee kriittisimmissä

tapauksissa paine holvin päällä jo 40 cm:n syvyydessä paineen levenemisestä johtuen olemaan kork. 0.3 kg/cm². Suoritetuissa kokeissa, turpeen maatumisasteen ollessa 5—6, on tällainen holvi kestänyt hyvin tämän 0.3 kg:n painon cm² kohden, vaikka sen päällä on hytkytelty ja turve on syysateiden johdosta ollut läpeensä märkää. Kun holvien yläreuna tehdään 60—80 cm:n syvyyteen, jää päälle riittävästi maata painerasitusten tasaantumista sekä turpeen kutistumista ja kulumista varten, jos suon alkupainuminen viljelyksen johdosta on jo tapahtunut. On huomattava, että esimerkiksi myyräojituksessa, jossa myyräreiät ovat usein vain n. 40 cm:n syvyydessä, ei mainita painerasituksista aiheutuvia tukkeumia Englannissakaan, missä tätä ojitusta on jo kauan ja laajassa mitassa käytetty, ja missä maatalouskoneiden käyttö on runsasta. Mainittakoon, että laskelmien mukaan esiintyy tavallisessa lautaputkiojituksessa kriittisempiä tilanteita kuin edellä, jos lautaputki jää palkin tavoin suossa olevien puiden tai painumattomien kohtien päälle kantamaan yläpuolista maata suon painuessa kantavien kohtien välissä, ja jos raskailla maatalouskoneilla ajetaan tällaisen kohdan yli.

Heikosti maatunut turve kestää paremmin kuin täysin maatunut. Turpeen rakennetta voidaan lujittaa antamalla ennen holvin tekoa vanhan sarkaojan pohjaan muodostua nurmipeite, jonka juuristo sitoo holvin. Voidaan myös ajatella, että auraamalla syvennetyn avo-ojan pohjaan kylvetään kestäväjuurisia kasveja, jotka lujittavat holvia ympäröivän turpeen, ennenkuin holviosa tehdään. Tätä linjaa kehittämällä voi olla mahdollista saavuttaa hyvinkin kestävä holvi. Holvin kestävyys on myös helposti kokeiltavissa ennenkuin se peitetään.

Sekä sora- ja sepeliojituksessa että holviojituksessa on eräänä merkittävänä näkökohtana muistettava se, että jos jostakin syystä yksityisiä oja menee tukkoon, on helppoa täydennysojituksella haitta korjata, kun ojitusta suunniteltaessa jo otetaan huomioon täydennysojituksen mahdollisuus. Kun vanhoihin sarkaojiin tehdyt ojat on useassa tapauksessa edullisinta johtaa yksitellen valtaojiin, ei mahdollisesta tukkeumasta aiheutuva puutteellinen kuivatus tule alaltaan laajaksi. Tehokkaimmin tukkeumia vastustetaan työn huolellisuudella sora-, sepeli- ja holviojia samoin kuin tiiliputkiojiakin tehtäessä. Käytettäköön millaisia suunnitteluperusteita tai johtoaineita tahansa ojitustyön huolellisuuteen nähden on vaatimukset pidettävä mahdollisimman ankarina.



Kuva 17. Kuivatuksen ja viljelyksen aiheuttama suon painuminen Eurassa. 1 = alkuperäinen suon pinta, 2 = suon pinta v. 1936, 3 = pohjamaa. Alla olevat vuosiluvut osoittavat, milloin raivaus on suoritettu. Vertaamalla v. 1933 raivattua aluetta viereisiin saadaan viljelyksen aiheuttamaksi painumiseksi 1.5—2.0 cm vuodessa.

Fig. 17. The sinking of a peat land in Eura owing to the drainage and cultivation, 1. = the surface of the earth before and 2 = in the year 1936, 3 = the subsoil. The year numbers show the time of the assorting, and you can estimate that the sinking owing to the cultivation is about 1.5—2.0 cm/year.

KESO on suositellut myös soiden raivauksen yhteydessä heti salaojittamaan. Tällainen salaojitus tulee kuitenkin kalliiksi, sillä painumisen vuoksi on ojat tehtävä kovin syviksi. Sitäpaitsi suon painumiseen liittyy aina epämääräisyyttä, joka voi aiheuttaa salaojituksen toiminnassa häiriöitä. Jos sensijaan suoritetaan ensin avo-ojitus ja tässä jo otetaan huomioon myöhemmän salaojituksen mahdollisuus, vältetään edellämmainituista haitoista ilman, että tehty työ menee hukkaan. Sitäpaitsi suon avo-ojituksessa on mahdollista käyttää oja-auroja, jollaisten käytössä on mm. *Hirvinevalla* (27) kokemuksia. Mainittakoon, että esimerkiksi *Teuravuomalla* on dipl.ins. A. VALPASVUON ilmoituksen mukaan vuosina 1949—1950 suoritettu salaojitus raivaamattomalla suolla tullut maksamaan keskimäärin yli 40 000 mk/ha.

Kun otetaan huomioon ne suuntaviivat, joita edellä on selostettu, on todennäköistä, että jos saadaan käyttövaroja asian tutkimista varten sekä toiminta organisoidaan oikein, voidaan nykyiset salaojituskustannukset saada alenemaan n. 50 %:lla, mikä koko maan peltoalaa ajatellen merkitsee n. 50 miljardin markan säästöä. Esitettyjä menetelmiä kehitettäessä on kuitenkin pidetty vielä tärkeämpänä sitä, että salaojituksen vauhti saataisiin nykyisestäään oleellisesti lisääntymään. Tässä mielessä on koetettu löytää sellaiset menettelytavat, jossa maanviljelijät on mahdollista saada itse mukaan työhön. Osoituksena siitä, mitä merkitsee salaojitus-toiminnan kiihdyttäminen riittävän laajaksi, on taulukossa 4 esitetty laskelma kahden vaihtoehdon kustannuksista ja hyödystä 25 vuoden aikana, kun toisena on kallis 50—100 vuoden kestoajalla suunniteltu menetelmä ja toisena on halvempi menetelmä, joka voidaan toteuttaa nopeasti, mutta jonka kesto aika voi olla lyhyempi. Tapauksessa 1 (kallis menetelmä) edellytetään, että salaojitusten määrä saadaan lisätyksi 5 vuoden kuluessa 30 000 hehtaariin vuodessa, jolla vauhdilla jatketaan 20 vuotta. Tapauksessa 2 (halpa menetelmä) taas edellytetään, että salaojitusmäärä voidaan lisätä viiden vuoden aikana 100 000 hehtaariin vuodessa, jolla vauhdilla jatketaan 20 vuotta. Laskelmassa on korkekanta oletettu 6 %:ksi sekä tapauksen 1 hehtaarikustannukset 60 000 markaksi ja tapauksen 2 kustannukset 30 000 markaksi. Salaojituksen nettohyöty on arvioitu sekä 5000 että 10000 markaksi hehtaarilta.

Taulukko 4. Vertailu kahden erilaisen menetelmän tuloksista 25 vuoden aikana.

	Tapaus 1 n. 700 000 ha	Tapaus 2 n. 2 200 000 ha
Salaojitetaan kaikkiaan		
Ajanjakson loppuun prolongoidut erät		
a) (salaojituksen nettohyöty 5000 mk/ha vuodessa nettohyöty korkoineen.....	67 mdk	215 mdk
sijoitetut pääomat korkoineen	85 »	140 »
	Erotus	+75 mdk
b) (salaojituksen nettohyöty 10000 mk/ha vuodessa)		
nettohyöty korkoineen	135 mdk	430 mdk
sijoitetut pääomat korkoineen	85 »	140 »
	Erotus	+190 mdk

Tämänluontoiset laskelmat ovat aina enemmän tai vähemmän numeroleikkiä, joiden lopputulos riippuu ratkaisevasti alkuolettamuksista. Tapauksissa 1 ja 2 on

hintasuhteet ja salaojitustoiminnan vauhti koetettu saada likimäärin verrannolliseksi nykyiseen ja esitettyihin uusiin menetelmiin. Käytetyt nettohyödyt 5000 ja 10000 markkaa hehtaarilta ovat pienempiä kuin mitä saataisiin KESON esittämien salaojituksen hyötyä koskevien suhdelukujen perusteella. Parhaiten voidaan tapauksia 1 ja 2 verrata keskenään tarkastelemalla nettohyödyn ja sijoitettujen pääomien erotusta. Taulukon mukaan tämä erotus on tapauksessa 2 93—140 miljoonaa markkaa suurempi kuin tapauksessa 1. Tämän mukaan tuottaa tapaus 2 keskimäärin vuotta kohden 3.7—5.6 miljoonaa markkaa edullisemmän tuloksen kuin tapaus 1. Alkuvuosina tämä ero on tietenkin pieni, mutta se kasvaa lopussa likimäärin 10 miljoonaksi markaksi vuodessa.

Voidaan huomauttaa, että esitetyt laskelmat eivät ole keskenään verrattavissa, koska tapauksessa 1 salaojituksen kestoaika on pitempi. Jos oletetaan, että tapauksen 2 kestoaika on 25 vuotta, voidaan mainitun ajanjakson jälkeen suorittaa ojitus uudelleen. Se nettohyödyn enemmyys, joka tällöin saadaan tapauksen 2 mukaan salaojitetulta suuremmalta peltoalalta, peittää 2—4 kertaisesti salaojituksen uusimisesta aiheutuvat kustannukset vuosittain. Kun kerran pääomia on niukalti, on pyrittävä siihen, että mahdollisimman pitkäaikaiseksi tarkoitetun salaojituksen kalliit perustamiskustannukset saadaan ensin hankituksi nopeasti tehtävän salaojituksen tuotosta.

Kun tarkastellaan, onko esitettyjä uusia menetelmiä käyttäen mahdollista toteuttaa n. 100 000 hehtaarin ojitusmäärä vuosittain samoilla edellytyksillä kuin nykyisiä salaojitusmenetelmiä käyttäen 30 000 hehtaarin vuotuiset ojitusmäärät, on syytä ottaa huomioon seuraavat seikat:

Maanviljelijät voivat tapauksessa 2 salaojittaa osan peltoalasta ilman vaakutusta ja erikoissuunnittelua sekä ilman tiili- tai puuputkia. On vain järjestettävä riittävän laaja neuvontatoiminta. Ojituksen halpuudesta johtuen suuri osa maanviljelijöistä tuskin jää odottamaan valtion avustuksia, joten tässä suhteessa riittänee samansuuruinen vuotuinen avustus tapauksessa 2 kuin tapauksessa 1 huolimatta siitä, että suoritettu työmäärä tulee suuremmaksi. Edelleen tapauksessa 2 riittää pienempi määrä tiiliputkitekittä. Jos se pääoma, mikä tapauksessa 1 joudutaan sijoittamaan kokonaan uusien tiiliputkitekittäiden perustamiseen käytetään esimerkiksi sepelinmurskaamoiden ja soranseulontalaitteiden hankkimiseen, tulee näiden tarve tapauksessa 2 runsaasti tyydytetyksi.

Yhteenvedona edelläesitetystä mainittakoon seuraavaa:

On aiheellista ryhtyä systemaattisesti tutkimaan halpoja salaojitusmenetelmiä. Eduskunta on myöntänyt varoja salaojituksen koneistamisen edistämiseksi. Edellä on käynyt ilmi, että kysymystä ei voida ratkaista vain joillakin konekeksinnöillä. Siksi on asianmukaista, että tähän tarkoitukseen myönnetyistä varoista huomattava osa käytetään järjestelmälliseen tutkimustoimintaan, kuten Ruotsissa tehdään.

Valtion avustusta ja lainaa myönnettäessä salaojituksiin on erikoisesti kiinnitettävä huomiota sellaiseen toimintaan, joka kiihdyttää salaojitusten määrän nykyisestäään moninkertaiseksi vuodessa.

On ryhdyttävä järjestämään neuvontaorganisaatiota, joka ohjaa maanviljelijöitä omatoimisestikin tietyissä oloissa salaojittamaan peltonsa. Olisi toivottavaa,

että esimerkiksi *Suomen Salaojitusyhdistys* tulisi tähän mukaan. Mutta ellei nykyisten salaojitusta johtavien elimien taholla asiaa ymmärretä, on harkittava muita mahdollisuuksia, esimerkiksi yleisneuvontajärjestöjen mukaan tuloa

On vapautettava salaojitusta koskeva ajattelu niistä ahtaista uomista, joihin se on Suomessa itsenäisyyden aikana kulkeutunut. Nykyisen salaojitusmenetelmän kalleus ja toiminnan lisääntymistä estävät teknilliset rajoitukset aiheuttavat, että ellei asiaan saada ratkaisevia parannuksia aikaan, salaojitus toiminta ei tyydytä niitä vaatimuksia, joita maataloutemme nykyinen kehitysvaihe sille asettaa.

KIRJALLISUUTTA.

- (1) AGERBERG, LARS S. Snö och tjäle. Grundförbättring Nr. 4. Uppsala 1949.
- (2) BASSE, NIELS. Det danske Hedeselskab. Årsberetning 1949—50, Viborg 1950.
- (3) FREDHOLM, O. & NILSSON, S. Avdikning och bevattning. Stockholm 1941.
- (4) GUSTAFSSON, YNGVE. Om materialtransporten i dräneringsledningar. Nordisk Jordbrugsforskning 1938, 4.—7. hefte. Köbenhavn 1938.
- (5) —»— Untersuchungen über die Strömungsverhältnissen in gedräntem Boden. Acta Agriculturae Suecana, II: 1. Stockhom 1946.
- (6) HALLGREN, GUNNAR. Dräneringsverksamhetens utveckling åren 1913—1937 enligt den officiella statistiken, Tegel n:o 1. Stockholm 1942.
- (7) —»— Om torrlägningsgradens inflytande på kulturväxternas avkastning. Grundförbättring. Uppsala 1948.
- (8) HALLGREN, GUNNAR & JOHANSSON, O. Om tubulering. Grundförbättring Nr. 3. Uppsala 1948.
- (9) JUUSELA, TANELI. Untersuchungen über den Einfluss des Entwässerungsverfahrens auf den Wassergehalt des Bodens, den Bodenfrost und die Bodentemperatur. Helsinki 1945.
- (10) —»— Salaojitusyhtymäselvitystä. Maataloustieteellinen Aikakauskirja, 19. Helsinki 1947.
- (11) —»— Salaojitusjärjestelmän mitoitus. Teknillinen Aikakauslehti. Helsinki 1947. Eripainos.)
- (12) —»— Myyräsalaojitus ja sen käyttömahdollisuuksista Suomessa. Maataloustieteellinen Aikakauskirja, 22. Helsinki. 1950.
- (13) KAITERA, PENTTI. Huomioita viljelysmaittemme kenttäojituksesta. Maataloustieteellinen Aikakauskirja, 13. Helsinki 1941.
- (14) —»— Suojapenkereiden käyttömahdollisuuksista tulvavahinkoja torjuttaessa. Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1944—1945. Helsinki 1945.
- (15) —»— Matkahavainnot Yhdysvalloista. Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1948. Helsinki 1948.
- (16) —»— On the Melting of Snow in Springtime and its Influence on the Discharge Maximum in Streams and Rivers in Finland. Tekn. korkeakoulun tutkimuksia N:o 1. Helsinki 1949.
- (17) KESO, LAURI. Salaojituksen merkitys maanviljelyksessä ja salaojitusyöt. Porvoo 1924.
- (18) —»— Salaojitusyöt. Porvoo, 1942.
- (19) —»— Salaojituksen erikoisuuksista Suomessa. Maatalous, 37. Forssa 1944. Eripainos.
- (20) —»— Mitkä maat ovat kannattavimpia salaojittaa. Maa, 30. Helsinki 1945. Eripainos.
- (21) KIRKHAM, D. Flow of ponded water into drain tubes in soil overlying an impervious layer. Transactions American Geophysical Union, June 1949. Washington D. C., 1949.

- (22) KOKKONEN, PEKKA. Tutkimuksia kuivatuksen aiheuttamasta turvekerrosten painumisesta, Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja 40. Helsinki 1951.
- (23) LAATSCH, W. Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Dresden 1938.
- (24) NIINIVAARA, K. Kestävyyskokeita jäädytetyillä ja roudan vaikutuksen alaisina olleilla sala-ojaputkilla. Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1944—1945. Helsinki 1945.
- (25) NUUTILA, LAURI. Savimaitten salaojituksesta. Maamies, 35. Helsinki 1950.
- (26) —»— Salaojituskustannukset, kannattaako?, Maamies, 35. Helsinki 1950.
- (27) MAASILTA, AIMO. Kokemuksia ojitus- ja raivaustöistä Hirvinevalla. Esitelmä Maataloustieteellisen seuran kokouksessa 1. 12. 1950.
- (28) OMBERG, YNGVE. Dikning med Aashamarsplog. Grundförbättring Nr. 2. Uppsala 1948.
- (29) RAUSTE, EINO. Salaojituksen kehityksestä. Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1939. Viipuri 1939.
- (30) RUSSELL, E. J. & RICHARDS, E. H. The washing of nitrates by drainage water from uncropped and unmanured land. Journal of Agricultural Science. Cambridge 1920.
- (31) SCHLEDERMANN LARSEN, C. V. Lidt forskelligt om Draeningsforsogsvirksomheden i Danmark, Grundförbättring Nr. 1, 1949/50. Uppsala 1950.
- (32) SCHROEDER, G. Landwirtschaftlicher Wasserbau. Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1950.
- (33) SALOHEIMO, LAURI. Suomen Suoviljelysyhdistyksen Karjalan koeaseman mutasuon ojituskokeitten tulokset vuosilta 1931—1940. Suomen Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja 1942. Helsinki 1942.
- (34) SALONEN, MARTTI. Tutkimuksia viljelyskasvien juurten sijainnista Suomen maalajeissa. Acta Agraria Fennica, 70: 1. Helsinki 1949.
- (35) TUORILA, PAULI. Konekirjoitetut maaperäopin luennot Teknillisessä korkeakoulussa v. 1940.
- (36) WÄRE, MATTI. Eri maalajitteiden vedenläpäisevyydestä. Teknillinen Aikakauslehti N:o 24. Helsinki 1949.
- (37) WÄSTERLUND, G. & EGGWERTZ, S. Dimensionering av betongrör. Betong Nr. 4, Stockholm. 1948.

S U M M A R Y.

THE UNDERDRAINAGE OF FIELDS.

PENTTI KAITERA

Technical University in Finland.

In Finland the underdrainage of fields has been of small importance, although the need of draining the soil is great. The weightiest reason for this are the high costs of underdrainage which for ex. in 1950 made on an average 60.000 mks per hectare. The costs depend principally on the length of drains per hectare, which in Finland is principally considered to be dependent on the kind of soil.

Table No. 1 shows the costs of drainage and the number of drains per hectare, in different soils. Besides the costs also technical restrictions have been an impediment to the advance of drainage in our country. Among other things the production of tile-pipes is quite insufficient. The costs of drainage in heavy clay are divided according to table No. 2.

Examinations as to the possibilities of reducing in some respect the said costs have resulted in the conclusion that these possibilities are very small at the most expensive point, viz. the tile-pipes 45%. The greatest saving possibilities are to be found in the digging costs. Big digging machines

may not have a decisive influence on the question in Finland, this fact being due to the high rate of interest and the scarcity of capital. It would be desirable to develop inexpensive digging machines for underdrainage, because in Finland the season suitable for drainage is very short. A great obstacle in this respect is, however, the fact that the demands for depth of the drains now in force in Finland are so great — in South-Finland the digging depth is 125 and in North Finland 145 cm. In the article the possibilities of reducing the depth of the drains are examined, and according to the experiences and researches made in Sweden, such possibilities could be imagined.

In order to further a rapid advance of underdrainage in Finland cheaper methods of drainage than the tile and the board drainage now in use ought to be adopted. Also the possibilities offered by the hills as well as the old plot-trenches ought to be observed and made use of.

The author presents a new method which he has tested in mineral soils. A small channel filled with sifted gravel or macadam is made at the bottom of old plot-trenches. The ability of such a channel to conduct water can be exactly estimated (picture No. 13) and so the quantity of gravel or macadam and the grain size can be made dependent on the quantity of water to be conducted. Across such trenches will be made tile-drains at a distance of 50—100 m from each other. By this method the costs can be reduced to about 50 % of the present costs. The gravel or the macadam will be safeguarded against silting up by peat or moss.

In peat soil the author has experimented with the arch-drain shown in picture No. 16, which is also made at the bottom of an old trench. Special shovels have been developed for the preparation of this kind of drains. Although the duration of such drains is shorter than the duration of the wood-pipe drains, they are to be recommended, at least in certain kinds of peat soil, on account of their cheapness. Besides, although the conducting material would be resistant, the sinking of the peat-lands (see picture No. 17) will set a limit to the duration of the wood pipe drainage, because the deep-dug drains will, at the beginning, reduce the crops.

Finally the article contains economical comparisons between the expensive and the cheap method.
