

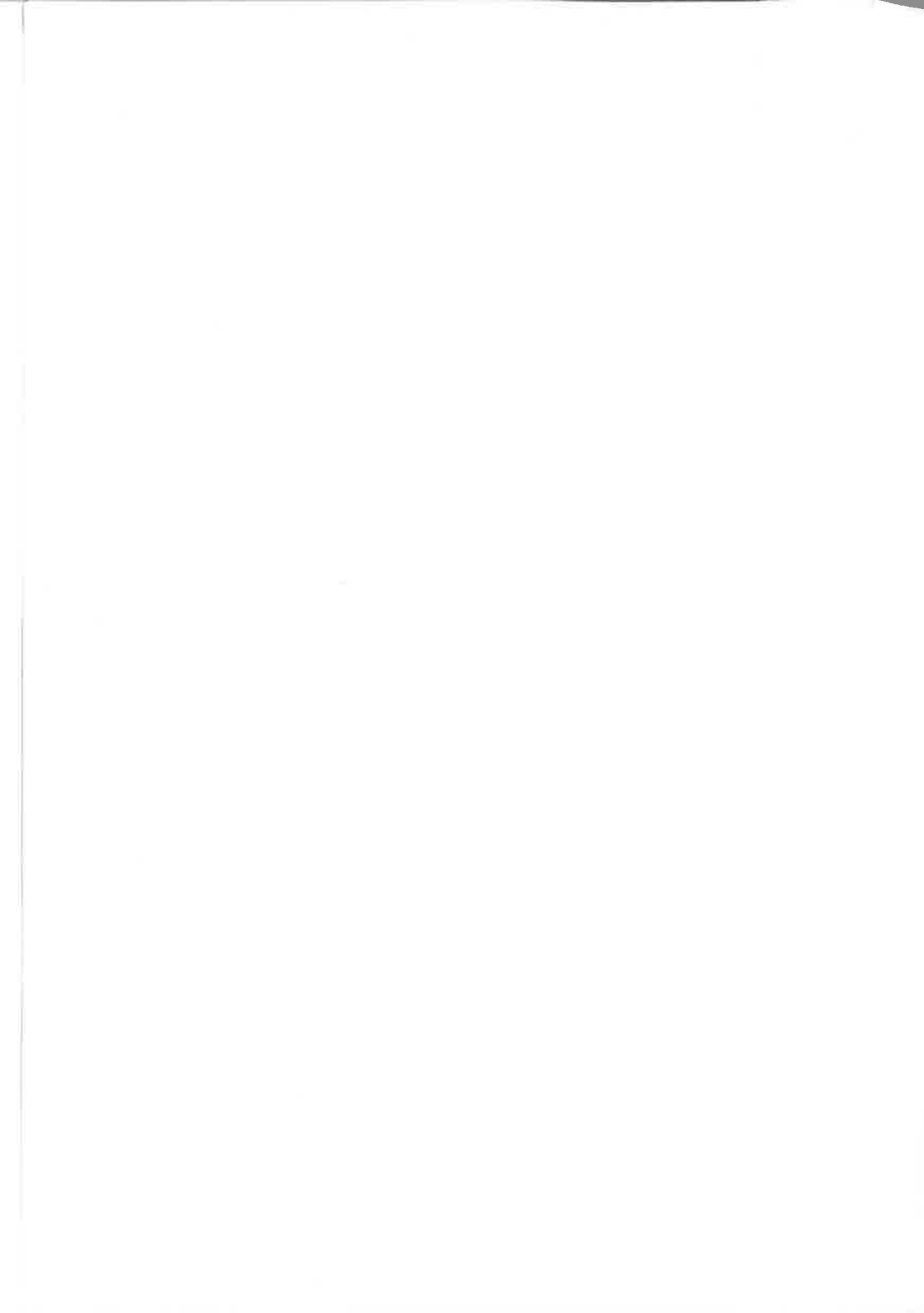
SALAOJITUKSEN TUTKIMUSYHDISTYS RY:N TIEDOTE

6/1989



**MAAN TIIVISTYMISEN TUTKIMISESTA
RUOTSISSA
JA
SALAOJATUTKIMUKSESTA SUOMESSA**

HELSINKI 1989



SISÄLLYSLUETTELO	sivu
SALAOJITUS JA PELLON KANTAVUUS Janne Eriksson (käännös)	1
MAAN TIIIVISTYMINEN - RENGASVARUSTUS Birger Danfors (käännös)	10
TUPOKSEN SALAOJITUSKOEKENTÄN TULOKSIA Jukka Palko	13
SALAOJATUTKIMUS SUOMESSA Seija Virtanen ja Mika Marttunen	18

Toimitus: Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n
hallitus, toimitussihteeri: DI Seija Virtanen.

ISSN 0783 -392 X

SALAOJITUS JA PELLON KANTAVUUS
Janne Eriksson, käännös¹

Maan kantavuudesta on muodostunut oleellinen tekijä kiinnitettäessä huomiota eri maalaji- ja ilmasto-alueilla tarpeelliseen salaojaitäisyyteen. Pintavesien säätely on tärkeä toimenpide, jolla maan kantavuuteen voidaan vaikuttaa. Kirjoituksessa tarkastellaan traktoreiden ja muiden koneiden pyörien aiheuttamaa rasitusta ja maan rakenteen rikkoutumista pintakerroksessa sekä veden vaikutusta eri maalajien kantokykyyn. Lopuksi tarkastellaan sateen vaikutusta maan kantavuuteen. Maan kantavuus määrää usein ojitustiheyden. Vaikeasti salaojitettavilla mailla on välttämätöntä, että pintavesien poisjohdaminen on hyvin järjestetty. Sen pitäisi olla yhtä luonnollinen toimenpide kuin kyntäminen ja äestys.

Maan kantavuuteen on alettu kiinnittää huomiota, koska maatalouskoneet ovat tulleet raskaammiksi ja toisaalta viljelyyn tulleet uudet lajikkeet ovat myöhentäneet sadonkorjuu-ajankohtaa. Todennäköisyys maan märkyyteen tällöin kasvaa, koska syyskuukausina sataa enemmän ja haihtuminen ei enää ole tehokasta. Lisäksi erityisen sateiset vuodet viimeisen 10-vuotiskauden aikana (kirjoitus julkaistiin v. 1957) ovat vaikeuttaneet tilannetta jopa kuivemmilla alueilla.

Jotta voitaisiin vähentää ja hallita niitä ilmeisiä haittoja, joita pellon huono kantavuus aiheuttaa, on pintavesien säätely välttämätön toimenpide. Runsaat sateet vaikeuttavat monilla maalajeilla tehokasta ja edullista pintavesien säännöstelyä niin paljon, että olisi oikeampaa

hakea ratkaisua kantavuusongelmaan mm. muuttamalla työkoneiden rakenteita. Koneiden painon alentamisella ja kookkaammilla pyörillä voitaisiin alentaa rengaspainetta. Tämä olisi suositeltavaa yleisestikin maan hoidon kannalta, koska tietynlaisia urien muodostumista ja maan tiivistymistä tapahtuu jo maan normaaleissa kosteusoloissa. Koneiden suunnittelijat ovat viime aikoina kiinnittäneet huomiota tähän ongelmaan ja suunnitelleet eräisiin puimurityyppeihin niin kutsutut lentokonerenkaat (flygplansdäck), jolloin paine pinta-alaa kohden jää alhaiseksi.

Renkaiden aiheuttama rasitus ja rakenteen rikkoutuminen maan pintakerroksessa

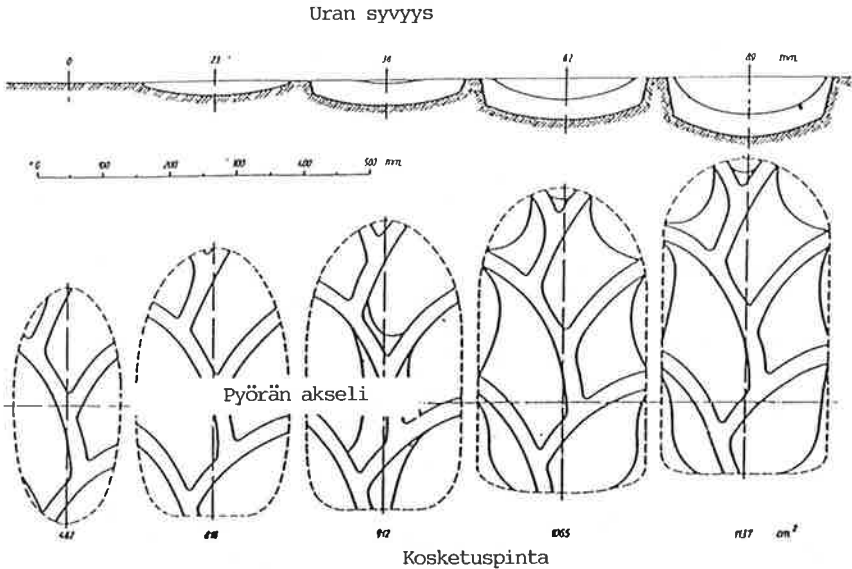
Maatalouskoneissa on yleensä kumirenkaat, jotka on muotoiltu eri tavoin eri toimintoja varten. Vetokoneen takapyörillä pitää kaikenlaisilla alustoilla olla paras mahdollinen pito, kun taas etupyörät on muotoiltu hyvää ohjattavuutta silmällä pitäen. Peräkärryn renkaan pitää pystyä kantamaan mahdollisimman suuria kuormia.

Renkaaseen kohdistuvan kuormituksen kantaa pääasiallisesti renkaan paineilma ja vain osaksi renkaan sivujen jäykkyys ja kulutuspinta. Jos renkaan jäykkyyttä ei oteta huomioon, on renkaan kantokyky ilmanpaineen sekä renkaan ja alustan välisen kosketuspinnan aiheuttama. Asetettaessa rengas tasaiselle ja kovalle alustalle tulee kosketuspinnasta ellipsinmuotoinen. Kosketuspinnan suuruus riippuu siitä, kuinka paljon

¹ Perustuu agronomi Janne Erikssonin artikkeliin: Dränering och bärkraften i åkermark. Jord, gröda, djur. Aktuella praktiska resultat från svensk jordbruksforskning. Årsbok 1957 13:e årgången utgiven av jordbrukets upplysningsnämnd. Vapaasti käännetty MTTL:ssa kesällä 1988.

renkas rasiittaessa painuu kasaan. Maata koskettavan pinnan suuruus sekä alustaan kohdistuvan paineen suuruus jatkuvassa rasituksessa riippuvat kuitenkin myös maalajista. Kovalla ja kuivalla maalla, missä urien muodostusta ei voida havaita, muodostuu mm. saksalaisten tutkimusten mukaan paine pinta-alayksikköä kohden 10-30 % sisä-

kumin painetta suuremmaksi. Siksi pehmeässä maassa, missä pyörä uppoaa ja sillä sen vuoksi on suuri kostetuspinta, voi paine pinta-alaa kohden kosketuspinnalla olla huomattavasti pienempi kuin sisäkumin paine. Kuviosta 1 käy selville, miten kosketuspinnat muuttuvat, kun traktorin pyörän aiheuttama ura syvenee.



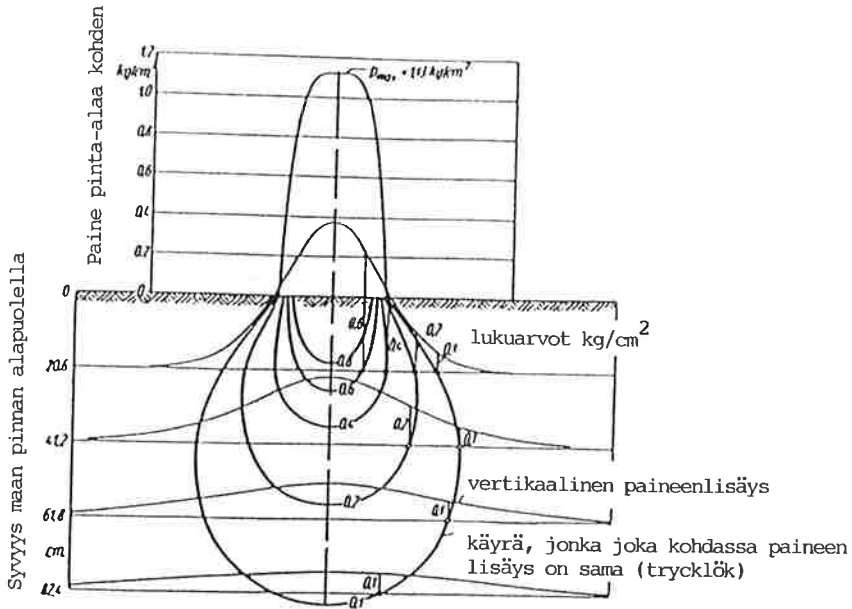
Kuvio 1. Maan ja pyörän välisiä kosketuspintoja erilaisilla pehmeillä mailla (Söhnen mukaan).

Paineeseen, joka kuormituspinnalla kohdistuu maahan, sitoutuu erittäin suuri voima. Paine leviää kuormituspinnalta sekä sivulle että alaspäin ulottaen vaikutuksensa usein jankkoon asti. Kaikilla syvyyksillä voidaan havaita kellonmuotoinen (klockformig) painejakauma paineen ollessa suurimmillaan renkaan keskikohdan alla. Yhdistettäessä pisteet,

joilla on sama vertikaalinen paineenlisäys, saadaan sarja samankeskeisesti sijaitsevia käyriä. Tällainen käyrästä antaa havainnollisen kuvan maassa tapahtuvista paineenmuutoksista, kun pyörä kulkee pinnan yli. Käyrästä voidaan kuvaavasti nimittää painesipuliksi (trycklök) (Kuvio 2).

Tämä maan rakenteen rikkoutuminen, joka tapahtuu renkaasta maahan kohdistuvan paineen seurauksena, on osaksi elastista osaksi plastista. Elastinen maan rakenteen rikkoutuminen on pientä ja maan rakenne palautuu normaaliksi rasituksen loputtua. Plastisessa maan rakenteen rikkoutumisessa voidaan erottaa kaksi eri tiivistymisen astetta. Toisessa yksittäiset maan

rakenneosat rikkoutuvat ja maahuokokset täyttyvät. Toisessa sen sijaan koko maamassa menettää muotonsa. Nämä molemmat tapahtuvat samanaikaisesti. Plastinen maan rakenteen rikkoutuminen riippuu yksittäisten maahiukkasten kyvystä vaihtaa paikkaansa vierimällä tai liukumalla, toisin sanoin maan rakenteen pysyvyydestä.



Kuvio 2. Paineolosuhteet maassa pyörän painon alla.

Vesi on tärkein maan rakenteen pysyvyyteen vaikuttava tekijä. Miten tietty määrä vettä vaikuttaa maamassaan, riippuu maan murukojakaumasta, tekstuurista, maahan tulevien hiukkasten kerrostumisesta sekä yhteenliittymisestä.

Miten vesi vaikuttaa eri maalajien kantavuuteen

G. B e s k o w on selvittänyt veden kyllästämiä maalajien

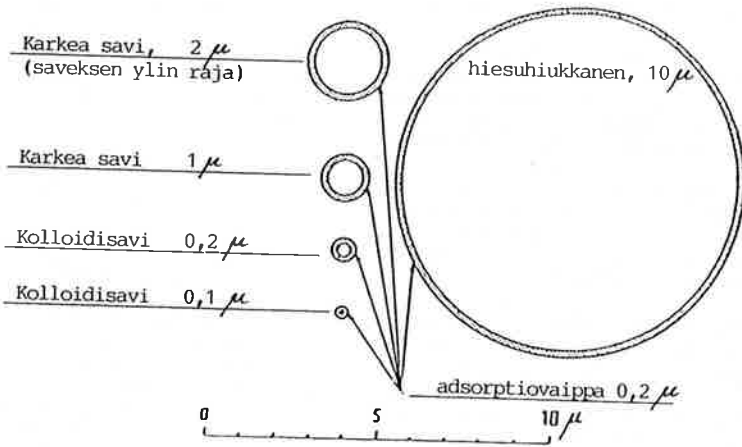
kantavuutta tutkiessaan teiden kantavuutta. Voidaan esimerkiksi kysyä, miksi sepelikerros kantaa paremmin kuin hiesu varsinkin ollessaan veden kyllästämä. Hiukkasmuodoltaan lajitteet eivät poikkea toisistaan paljon, sillä molemmat ovat teräväreunaisia kivilajitteita. Eroa on sen sijaan maalajitteiden kyvyssä adsorboida muita molekyylejä esim. ilmaa ja vettä pinnalleen. Tämä adsorptiokerros on suurin

piirtein samanpaksuinen savessa kuin sitä karkeammissakin maahiukkasiissa. Savihiukkasta ympäröi siis kerros, joka on yhtä paksu kuin itse hiukkanen. Suurimmilla hiukkasilla tulee kerroksesta niin häviävän pieni niihin itseensä verrattuna, että sillä ei ole merkitystä. Kuviossa 3 on havainnollistettu eräiden hiukkasten kokoa ja niitä ympäröivää vesivaippaa.

Koska sepelissä adsorptiovaippa on suhteessa sepelihiukkaseen ohut, koskettavat kivet toisiaan koko kitkavoimallaan. Sen sijaan jauhomaisessa hiesussa tai savessa pystyvät hiukkasiin nähden valtavat adsorptiovaipat pitämään hiukkaset erossa toisistaan. Tämän ilmavastuksen tuloksena liukuvat hiukkaset helposti toistensa lomiin. Merkityksellisemmäksi nämä olosuhteet

tulevat, kun järjestelmässä on ilman sijasta vettä. Voiteleva efekti voidaan nähdä hiukkaskokoon 0.5 cm asti.

Adsorptiovaipalla on seuraavallaisia puhtaasti mekaanisia ominaisuuksia. Kun vesi tulee vetovoimien toimintasäteiden ulottuville, se saa suuremman lujuuden. Lujuus kasvaa samassa suhteessa kuin voimat lähestytessä maahiukkasen pintaa. Adsorptiovaipat toimivat kuten joustava kumivaippa. Ne puristuvat mekaanisesta paineesta yhteen ja paineen loputtua niillä on pyrkimys laajentua. Nämä ominaisuudet aiheuttava paine voi osittain johtua hiukkasten välisistä vetovoimista (koheesiosista), osittain ulkopuolisista voimista: kapillaarivoimista ja kuormitusvoimista.



Kuvio 3. Eri hiukkasten ja absorptiovaipan suhteellinen suuruus.

Hienorakeisessa maassa on adsorptioveden tilavuus merkittävä ja jokainen paineen muutos merkitsee siksi huomattavaa muutosta vesipitoisuudessa. Tästä johtuen kantavuus on hienorakeisilla mailla voimakkaasti riippuvainen maan vesipitoisuudesta.

Karkearakeisessa maassa on

adsorptiovaipan tilavuus sen sijaan pieni. Vaipan kokoonpuristaminen aiheuttaa tuskin mitattavaa tilavuuden - vesimäärän - pienenemistä. Tässäkin yhteydessä vaihtelee kantavuus paineen vaihdella, mutta yhteyttä vesipitoisuuden muutokseen ei voida enää todeta.

Hiekalla on rannalla tavallisesti hämmästyttävän hyvä kantokyky vesirajalla olevalla kapealla ja kostealla kaistaleella. Tämä kaistale kantaa esimerkiksi autoa. Kantokyvyn aiheuttaa kapillaarivoima, joka vetää hiukkasia lähemmäksi toisiaan ja lisää kitkavoimaa. Ilmiö esiintyy peltomaallakin, mutta sitä on vaikeampi havaita. Sopivalla laitteistolla voidaan helposti kokeellisesti todeta kapillaarivoiman ja kantokyvyn välinen yhteys. Sen sijaan savimailla, missä hiukkasten välillä vallitsevat koheesiovoimat, vaihtelee kuten edellä on todettu, maan lujuus vesipitoisuuden mukaan, joskaan ei yksiselitteisesti. Maan rakenteella on nimittäin myös vaikutusta. Siksi lujuusarvoja käytettäessä on tiedettävä myös maan rakenne, joka kuitenkin on vaikea määrittää.

Kantavuus eräillä maalajeilla

Ilmasto ja ihmisen toimenpiteet vaikuttavat maan rakenteeseen. Riippuen maan hiukkaskokojakauhasta on maillamme erilaisia kykyjä muodostaa ja ylläpitää rakennetta. Ruokamullassa, johon suurin kiinnostuksemme tässä yhteydessä kohdistuu, ovat rakennetta muokkaavat voimat suurimmat ja muutokset rakenteessa tapahtuvat nopeammin kuin jankossa.

Rakenne eli yksittäisten maahiukkasten kerrostuminen ja yhteenliittyminen vaikuttaa suoraan ja epäsuoraan maan kantavuuteen, sillä ruokamullan ja jankon rakenteella on vaikutusta maan vesitalouteen.

Artikkelissa on esitelty havain-toja, joita on tehty ajettaessa traktorilla ja muilla työkoneilla. Havainnot on tehty jäykällä, keskijäykällä ja kevyillä savilla sekä hietamailla. Ruotsissa valtiollista salaojituskoetointia johtaa maatalouskorkeakoulun hydrotekniikan laitos.

Jäykkä savi (styva leran)

Vadsboslätten Västergötalandissa, Ängelholmsslätten Skånessa ja eräät muut alueet (dungjordsområdena) Östergötalandissa ovat alueita, missä ruokamullan savespitoisuus on korkea.

Esimerkkinä esitellään Vrå Nolgårdin koekentät Vadsboslättenin alueelta:

Ruokamulta: 4:4-12-17-63
multava aitosavi
Jankko: 3-6-7-84
aitosavi

Luvut ilmaisevat ruokamullan ja jankon mekaanisen koostumuksen prosentteina. Ruokamultakerroksen luvut ilmoitetaan järjestyksessä: Multa: Hiekka-Hieta-Hiesu-Saves. Jankolle ei ilmoiteta multapitoisuutta.

Jankon rakennetta yhden metrin syvyydelle asti luonnehtivat pienet ja samanlaiset murut eli aggregaatit. Aggregaattien välisillä halkeamilla ei siten ole kokoeroja. Maan ollessa veden kyllästämä pienee halkeamien vedenkuljetuskyky murujen paisumisen vuoksi. Jankon vedenläpäisykyky on myös tutkimusosaston kairalla tekemien tutkimusten mukaan hyvin alhainen.

Sadonkorjuuajankohtaan mennessä on ruokamultakerrokseen yleensä muodostunut tyyppillisiä kerroksia, jotka voidaan erottaa toisistaan rakenne- ja lujuserojensa avulla. Pintakerros, jona pidetään äestyskerroksen syvyyttä, tiivistyy renkaan painosta jo normaaleissa kosteusoloissa. Kun profiili on veden kyllästämä ja vettä on seissyt maan pinnalla, paisuvat maahiukkaset ja maan lujuus alenee voimakkaasti. Nyt voidaan havaita, että sekä traktorinpyörä että muut pyörät, joiden keskipaine alustaan on pienempi kuin 2 kg/cm², muodostavat uran pintakerrokseen. Renkas vajoaa vain tietylle syvyydelle johtuen osin kosketuspinnan suuruuden kasvusta ja osin ruokamultakerroksen keskiosan lujudesta. Kuitenkin peräkärryn pyörä, jonka paine

alustaa vasten on 3-4 kg/cm², vajoaa ruokamultakerroksen keskiosan läpi ja pysähtyy vasta, kun kosketuspinta on kasvanut tarpeeksi.

Usein sadonkorjuuta on yritettävä, vaikka maan pintakerrokset ovat hyvin märkiä. Pahimmille alueille muodostuu tällöin päistevakoja, joihin pintavedet kerääntyvät ja jäävät seisomaan. Nämä vaot aiheuttavat ongelmia puimurien ja muiden koneiden liikkumiselle.

Ruokamultakerros tulee tällaisissa oloissa voimakkaasti sotketuksi ja maan rakenne vaurioituu. Tällöin syntyy vaurioita esimerkiksi suojaviljaan kylvetylle nurmellekin.

Keskijäykät savet (mellanleran)

Tämä maatyyppi on vallitseva Keski-Ruotsin alankomailla. Esimerkkinä esitetään kaksi koekenttää Varaslättenin alueelta:

Lanna: Ruokamulta:
4:6-14-33-43
multava hiesusavi
Jankko:
2-7-28-63 aitosavi

Gunnarstorp:
Ruokamulta:
4:4-27-27-38
multava hiesusavi
Jankko:
2-17-25-56 hiesusavi

Varaslättenin jankkoprofiilissa on 60-100 cm syvyydellä avoimia halkeamia maan ollessa veden kyllästämä. Halkeamien ansiosta maalla on hyvä vedenläpäisykyky.

Simon J o h a n s s o n havaitsi tämän Lannassa ja mittaukset, joita tutkimusosasto on kairaamalla suorittanut muualla Varaslättenissä, ovat antaneet tulokseksi samansuuruisia läpäisevyyksilukuja. Ruokamultakerroksella ja jankon ylimmillä osilla on kuitenkin usein rakenne, joka estää veden valumista alaspäin. Normaalisti salaojituksella on toki selvä ja edullinen vaikutus kantavuuteen.

Tällaisessa maaprofiilissa riskit maan vesikapasiteetin ylitykselle ovat pienemmät ja pintavedet imeytyvät nopeammin kuin edellisessä maatyypissä. Mälärin seudun hiesusavien rakenne on vielä kehittyneempi, maakerroksilla on hyvät vesitalousominaisuudet, jolla on edullinen merkitys myös kantavuuteen.

Kevyet savet (lättleran)

Kevyistä savista on hiesusavi yleisin. Kåkindslätten Västergötalandsissa ja Dalsslätten Dalsslandissa ovat kaksi merkittävää hiesusavialuetta. Esimerkissä on koalue Gammalstorp Kåkindslättenistä:

Ruokamulta: 4:8-7-50-31
multava hiesu
savi
Jankko: 5-3-38-54
hiesusavi

Maalla, jolla on tällainen mekaaninen koostumus, on rakenteen pysyvyys huono.

Jankossa on vain harvoja avoimia halkeamia, joihin ylimääräinen vesi voisi varastoitua niin, että ruokamultakerros ei olisi liian märkä. Selvää eroa kantavuudessa, joka maan pintakerroksen ja ruokamultakerroksen välillä yli 30 % savesta omaavissa maissa on, ei vähemmän savesta (Kåkindslatera) omaavissa maissa ole. Maan ollessa veden kyllästämä on maan lujuus pienempi kuin 1 kg/cm² koko ruokamultakerroksessa, ja tällöin jopa traktorin pyörä uppoaa läpi ruokamultakerroksen keskiosan. Tällaisten maiden ollessa veden kyllästämisiä on sadonkorjuu mahdotonta. Ruokamultakerroksen vedenläpäisykyky on kuitenkin hyvä. Siksi salaojitetulla pellolla kantavuus paranee melko nopeasti. Koetoinnassa on selvästi todettu intensiivisen salaojituksen välttämättömyys hiesusavimailta talvehtimisvaurioiden torjunnassa ja maan kantavuuden parantamisessa.

Hietamaat (enkelkornsjorden)

Esimerkkinä on koekenttä Hedessä, Älvsborgin läänissä:

Ruokamulta: 4-35-41-9-10
multava hieta
Jankko: 30-40 cm:
48-41-6-5
hietainen hieta
40-100 cm:
2-21-30-47
hiesusavi

Muokkauskerroksen alapuolella oleva 10 cm paksu hiekkainen hietakerros lienee syntynyt ruokamultakerroksen muodostaneen kerroksen jäännöksistä. Ruokamultakerroksen hyvä vedenläpäisykyky ja edellä mainittu jankon hiekkakerros tekevät kyseisestä maasta helposti salaajitettavan. Jankon hiesusavikerroksella on heikompi vedenläpäisykyky. Runsaat sateet tällaisella alueella voivat aiheuttaa ruokamultakerrokseen liiallista märkyyttä sekä kantavuuden alentumista niin paljon, että jopa traktorinpyörä uppoaa ruokamultakerrokseen. Koekentällä 0.9 m syvyydellä olevat salaajat ovat jossain määrin säilyttäneet maan kantavuutta. Salaajan vaikutus ulottuu n. 3 metrin päähän, tällöin ojaan tulleen ja ojasta poisvaluneen veden määrä on tasapainossa. Kolmen sateettoman päivän jälkeen voidaan sadonkorjuuta yleensä jatkaa, tällöin kantavuus on jälleen tyydyttävä.

Kantavuuden riippuvuus sateesta

Heikentynyttä kantavuutta voi esiintyä kaikilla maalajeilla. Se miten suuren sademäärän maa kestää, vaihtelee kuitenkin riippuen maaprofiilin vesitalousominaisuuksista, rakenteesta ja kulloisestakin kyllästymisasteesta veden suhteen. Vesitalousominaisuuksilla ymmärretään myös maakerrosten kykyä luovuttaa liika vesi salaojiin. Tässä yhteydessä ovat merkityksellisiä seuraavat alueelliset erot, jotka laboratorion johtaja S. A n d e r s s o n on osoittanut. Itä-Ruotsissa sataa

keskimäärin niin vähän, että kasvien täytyy tehokkaasti käyttää maassa olevia vesivarastoja aina 2 metrin syvyydelle asti. Siksi maassa on yleensä tyhjä varastotila (bluffringsmagasin), joka voi ottaa vastaan sadevettä aina 200 mm asti. Länsi-Ruotsissa, missä sataakeskimäärin enemmän, on tämä tyhjä varastotila pienempi. Siksi runsaat sateet siellä huonontavat ruokamultakerroksen kantavuutta nopeasti.

Sadeolosuhteiden tutkimisessa on kuvion 4 tyyppinen summaikäyrä osoittautunut sopivaksi. Sen avulla voidaan verrata eri vuosia keskenään. Katkoviivoilla kuvatut käyrät ilmoittavat yhteenselasketut poikkeamat normaaleista sademääristä. Vuoden 1954 käyrästä nähdään esimerkiksi, että kesäkuun loppuun mennessä oli satanut 60 mm normaalia enemmän ja koko vuoden sademäärä ylitti 260 mm:llä normaalin vuoden sademäärän. Muiden vuosien käyrät ovat vaakasuorempia ja muistuttavat siten enemmän sadeoloiltaan normaalia vuotta.

Jos yhdistetään summakäyrät niin, että nollakohta sijaitsee vastaavan alueen keskimääräisessä sademäärässä, saadaan havainnollinen vertailu eri alueiden väliltä. Kuviossa 5 on verrattu Ultunaa ja Väneborgia toisiinsa vuosina 1945-55. Kuvioista käy ilmi, että sademäärät Itä-Ruotsissa ainoastaan yksittäisinä vuosina yltyvät Länsi-Ruotsin sademääriin. Edelleen on eri vuosien välinen vaihtelu suurempi alueilla, joilla on suuremmat keskisademäärät. Jo normaalit sademäärät jakautuessaan epätasaisesti voivat aiheuttaa pellon märkyyttä ja kantavuuden heikkenemistä monilla alueilla Länsi-Ruotsissa. Kuvioista erotuvat kuivat vuodet 1947 ja 1955 selvästi. Sen sijaan silmiinpistävä märkiä vuosia ei esiinny. Ultunassa ainoastaan vuotta 1954 voidaan pitää märkinä. Huolimatta siitä, että sademäärä Ultunassa ei tuolloinkaan yltänyt Väneborgin keskisademäärään, esiintyi sadonkorjuussa vaikeuksia

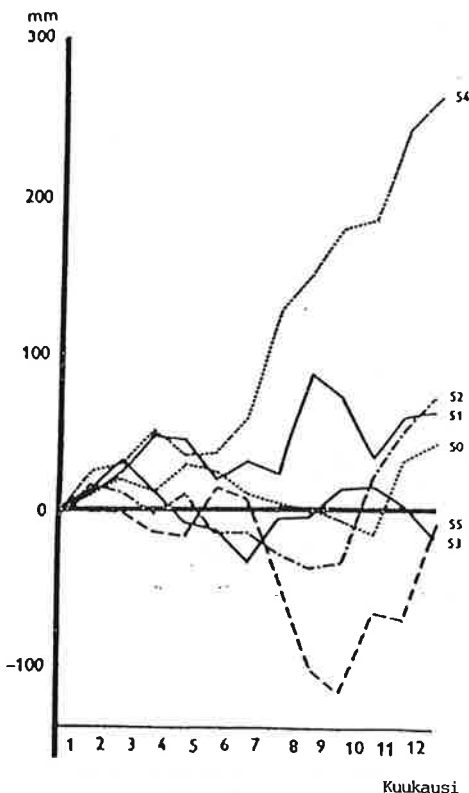
Yhteenveto

Koetoiminnassa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan päätellä, että kaikkialla Ruotsissa voi esiintyä sademääriä, jotka yksittäisinä vuosina ajoittain ylittävät normaalin salaojituksen kapasiteetin. Näiden sateisten jaksojen määrä ja kesto vaikuttavat siihen, että tietyillä maalajeilla maan kantavuus määrää ojaetäisyyden. Kuten edellä esitetyistä esimerkeistä käy ilmi, on salaojituksella aina selvä edullinen vaikutus maan kantavuuteen.

Jos salaojitukselta vaaditaan selviytymistä poikkeuksellisen sateisissa olosuhteissa, täytyy ojitusta selvästi lisätä. Tämä koskee erityisesti tasaisia savitasankoja. Jäykällä savimailla muodostuvat muokkauskerroksen ja jankon ylimpien osien alhainen vedenläpäisykyky rajoittaviksi tekijöiksi.

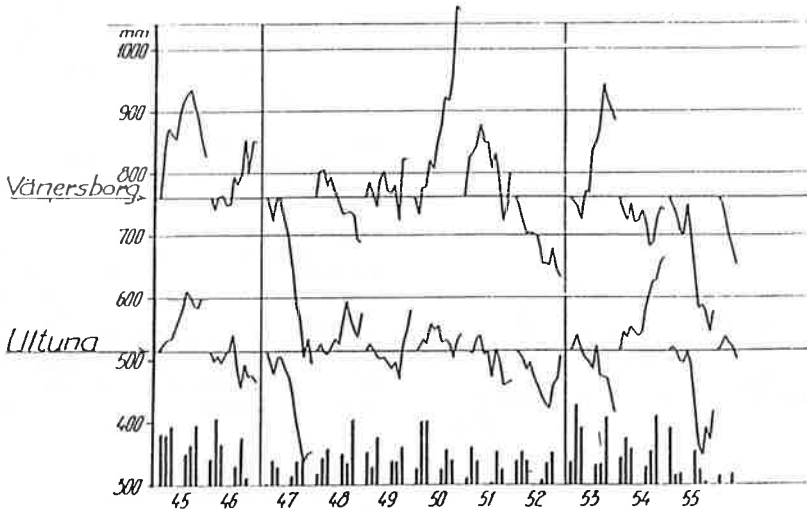
Jankon keskiosan vedenläpäisykyky riittää useimmiten normaaliolla ojaetäisyydellä salaojituksen riittävään tehoon. Siksi maata viljeltäessä on säilytettävä ruokamultakerroksen hyvä vedenläpäisykyky tai muulla tavoin ryhdyttävä toimenpiteisiin, jotta ojituksesta saataisiin täysi teho. Hyvin järjestetty pintavesien poisjohtaminen muodostaa välttämättömän lisän salaojitukselle. Vadsboslättenin alueella ovat viljelijät jo pitkään soveltaneet pintavesijärjestelyä, jossa kapeiden sarkojen välissä on pysyvät avoimiin sarkoihin laskevat vesivaot. Tämä pintavesijärjestely pitäisi jossakin muodossa säilyttää senkin jälkeen, kun pellot on salaojitettu.

Koetoimintaosastolla on kokeiltu menetelmää, jossa sorastusta putken yläpuolella on lisätty. Vesivaosta olisi tuolloin mahdollista porata reikä vaikeasti vettä läpäisevän muokkauskerroksen läpi putkien yläpuolella



Kuvio 4. Summakäyrät sademääristä Åsken tilalta, Uppsalan läänistä. Keskisademäärä 416 mm. Käyrät ilmoittavat polkkeamat keskimääräisestä vuotuisesta sademäärästä vuosina 1950-55. Erityisesti erottuvat märkä vuosi 1954 ja kuiva vuosi 1955.

huonon kantavuuden vuoksi. Väneborgissa vuodet 1950 ja 1953 olivat hyvin märkiä. Näinä vuosina esiintyi pelloilla erittäin suuria kantavuusongelmia. Myös vuodet 1951 ja 1954 ovat aiheuttaneet ongelmia. Todennäköisyys sille, että maan kantavuus muodostuu ongelmaksi, on selvästi suurempi Ruotsin länsiosissa.



Kuvlo 4. Yhteenlasketut pokkeamat keskisademääristä SNHI:n sadeasemilla Vänersborgissa (keskisademäärä 761 mm) ja Ultunassa (keskisademäärä 514 mm). Kesä-, heinä- ja elokuun keskisademäärät on esitetty samaa mittakaavaa olevina pylväinä, Ultunan vasemmalla ja Vänersborg oikealla vuosiluvulsta.

sijaitsevaan soraan. Näiden reikien olisi sijaittava niin taajasti, että vesi pystyisi liikkumaan riittävän nopeasti. Pintavaoista ei saa tehdä niin syviä, että ne vaikeuttavat koneiden liikkumista pellolla. Jotta pintavesijärjestelyistä muodostuisi yhtä luonnollinen toimenpide kuin kyntämisestä ja äestyksestä, tarvitaan työhön

soveltuvia koneita. Nämä salaojittustehoa parantavat toimenpiteet merkitsevät kuitenkin sekä kasvavia perustamis- että ylläpitokustannuksia.

Lisäksi pitäisi harkita alussa mainittua työkoneiden rakenteiden muuttamista. Huonoissa olosuhteissa renkaiden ja pyörien koko on kokonaan toinen kuin edullisissa olosuhteissa.

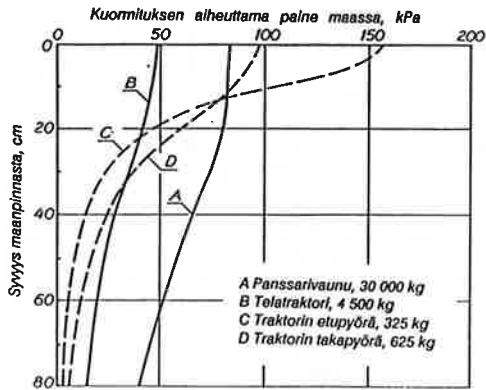
MAAN TIIIVISTYMINEN - RENGASVARUSTUS

Birger Danfors, käännös¹

Maan tiivistymiseen liittyviä kysymyksiä on tutkittu Ruotsissa useiden vuosien ajan. Julkaisuun¹ on koottu myös muissa maissa saatuja tutkimustuloksia.

Julkaisussa on keskitytty tarkastelemaan koneiden teknisten seikkojen vaikutusta maan tiivistymiseen. Pintapaineen lisäksi koneiden ja laitteiden kokonais-

paino vaikuttaa ratkaisevasti haitalliseen maan tiivistymiseen (kuvio 1). Syväälle menevä kuormitus riippuu akselipainosta. Pintapaine vaikuttaa lähinnä kyntökerroksessa tiivistymiseen. Suurentamalla rengasdimensioita voidaan rengaspainetta alentaa ja sopivalla rengasvarustuksen valinnalla voidaan vähentää maahan kohdistuvaa pintapainetta.



Kuvio 1. Teorettinen laskelma paineen kulkeutumisesta maassa. Kuvioista nähdään kokonaispainon merkitys maahan kohdistuvaan rasitukseen. Tässä tapauksessa erittäin painavien ajoneuvojen maahan kohdistamat rasitukset ovat mainittavia vasta 25-30 cm syvyydestä alkaen, koska pintapaine on ollut pieni. Kevyempien koneiden aiheuttamat rasitukset rajoittuvat muokkauskerrokseen.

Mahdollisuuksia vähentää maan tiivistymistä

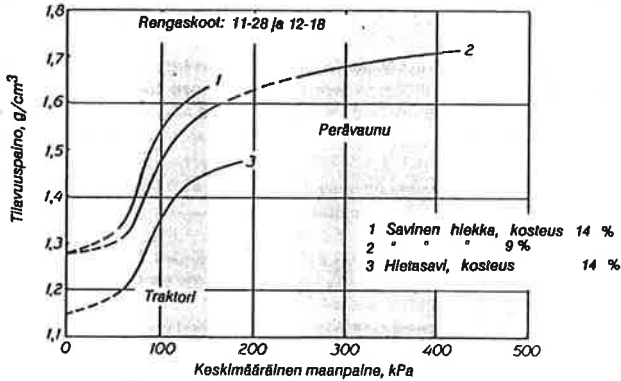
Julkaisussa on myös tarkasteltu mahdollisuuksia vähentää maan haitallista tiivistymistä. Esimerkiksi, ajonopeuden ja erilaisten ajotottumusten vaikutusta maan tiivistymiseen on tutkittu. Yksi mahdollisuus vähentää maan tiivistymistä on se,

että ajetaan samoja ajouria pitkin raskailla kuormilla. Muita mahdollisuuksia ovat mm. vähän maata rasittavien viljelykasvien viljely helposti tiivistyvillä mailla, korjuukoneiden käyttö kuljetukseen pellolla lyhyillä matkoilla sekä voimanottoakselikäyttöisten muokkausvälineiden käyttö.

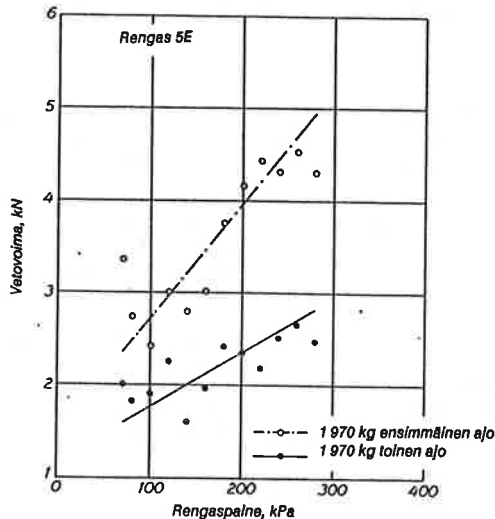
¹ Perustuu Birger Danforsin tekstiin: Jordpackning-Hjulustrustning. Jordbrukstekniska institutet. Meddelande nr 368. Uppsala 1977. Vapaasti käännetty Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:ssä syksyllä 1988.

Ruotsissa (Jordbrukstekniska institutet, JTI) on mitattu renkaanpainumaa ja vetovoimantarvetta erilaisilla rengasmitoilla, rengaspaineilla ja kuormilla. Mit-

tauksia on tehty savimaille, joiden pintamaan rakenne ja maan kosteus olivat erilaisia. Kuviossa 2 on esitetty Unkarissa saatuja tuloksia.



Kuvio 2. Maan tilavuuspaino (tivistymisen) kasvaa voimakkaasti pienilläkin kuorman muutoksilla, kun pintapaine on noin 100 kPa (1,0 kp/cm²). Käyrien kaltevuus ja muoto vaihtelevat todennäköisesti maalajin ja maan kosteuden mukaan, mutta tässä esitettyjen käyrien voidaan katsoa olevan melko edustavia kevyillä maalajeilta kosteuden pysyessä esitetyllä alueella.



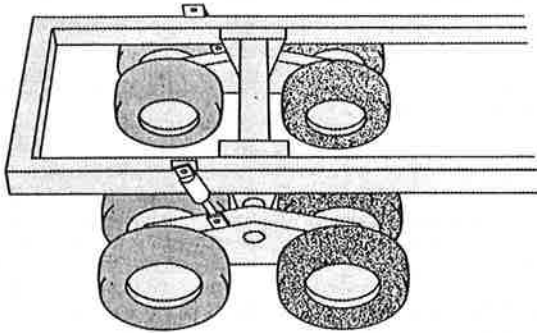
Kuvio 3. Vetovoimantarve kasvaa, vaikka kuormaa pysyy muuttumattomana, kun rengas painuu enemmän suuremman rengaspaineen vuoksi.

Mittauksissa on käytetty myös äärimmäisen alhaista rengaspainetta mittaussarjan saamiseksi mahdollisimman laajaksi. Kuviosta 3 käy ilmi, että pienin vetovoimantarve oli alhaisella rengaspaineella.

Julkaisussa käsitellään myös erilaisia kehittämismahdollisuuksia tavoitteena mahdollisimman vähän maata tiivistävä rengasvarustus. Myös erilaisten rengasvaihtoehtojen kustannuksia eri vaunutyypeillä on tarkasteltu. Muutamia, tällä hetkellä ehkä epätavallisiakin, ehdotuksia on tuotu esille. Vaikka eräät niistä ovat ehkä melko pitkälle vietyjä, voidaan kuitenkin olettaa vaatimuksen paremmasta rengasvarustuksesta kasvavan, kun maan haitallisen tiivistymisen aiheuttamat kustannukset tiedostetaan. Siksi

tarvitaan visioita. Tutkimuksessa ehdotukset on esitetty synnyttämään keskustelua ja antamaan uusia ajatuksia ja rakennemalleja eri tarkoituksiin sopiviksi rengasvarustuksiksi. Ehdotuksia voidaan parannella ja kehittää edelleen.

Konevalmistajat ja jälleenmyyjät tekevät pitkäntähtäyksen ennusteita aina viiden kymmenen vuoden päähän. Toivottavasti tässä esitetyt ajatukset rikastuttavat keskustelua, joka edeltää jokaista päätöstä tulevaisuuden kehityssuunnasta sekä antaisi impulsseja uusille prototyypeille. Samanaikaisesti kun uusia ideoita kehitellään, pitää kuitenkin myös vanhoja hyväksikoettuja laitteita sopeuttaa odotettavissa olevaan kehitykseen.



Kuvio 4. Rengasvarustus, joka voidaan muuttaa joko maantieajoon tai pellolla ajamiseen. Maantieajossa yksi rengaspari voidaan nostaa ylös, tällöin peltoajossa käytettävissä renkaissa voi olla alhainen rengaspaine.

Ajoneuvojen, koneiden ja laitteiden valmistajilta ja markkinoijilta vaaditaan parempaa ja monipuolista tiedonvälitystä

erilaisista rengasvarustuksista. Rengaspaineiden ohjearvot tulee ilmoittaa maksimikuorman lisäksi myös pienemmille kuormille.

HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN OJITUS- JA KALKITUSKOKEET
LIMINGAN KOEALUEELLA

FK Jukka Palko, Oulun vesi- ja ympäristöpiiri

Tausta

Suomen happamat sulfaattimaat ovat peräisin Pohjanmeren jääkaudenjälkeiseltä Litorinameri-ajalta, joka alkoi noin 8000 vuotta sitten. Tällöin meriveden sisältämä jäätikön sulamisvesien mukana mereen huuhtoutunut happamuus saostui meren pohjaan sulfidirikinä (FeS). Litorinameren aikana saostunut pohjasedimentti sisältää rikkiä 0,1 - 3,0 %, jonka teoreettinen neutralointitarve vastaa 3,2-95 kg/m³ kalkkia (CaCO₃). Maan kohoamisen ja kuivatusoimienpiteiden seurauksena sulfidirikki hapettuu ilmakehän hapen vaikutuksesta rikkihapoksi, joka happamoittaa maan pintakerrokset ja huuhtoutuu vesistöön kationien (Al³⁺, Fe²⁺) välityksellä.

Pohjanlahden rannikkoalueella on arvioitu olevan 163 000 ha viljeltyjä happamia sulfaattimaita. Vaasan alueella näitä maita on 97 000 ha (täydennyskuivatus-tarve on 42 %), vastaavasti Kockolan alueella 42 000 ha (täydennyskuivatus-tarve 62 %) ja Oulun alueella 14 000 ha (täydennyskuivatus-tarve 51 %) (Palko et al. 1988). Happamien sulfaattimaiden täydennyskuivatukset lisäävät purkuvesistön happamuuskuormitusta perkausmassojen hapettumisen ja hyötyalueen kuivavaran lisääntymisen myötä. Tehostunut paikalliskuivatus (salaajitus) happamoittaa valumavesiä ja viljelysmaiden pintakerrosta. Ojituksista on usein seurauksena purkuvesistössä kalakuolemia ja pelloilla huomattavia satotappioita.

Limingan huuhtoutumiskentällä tutkitaan avo-ojituksen ja salaajituksen, salaajasyydyden ja eri kalkitusmäärien vaikutuksia happaman sulfaattimaan pellon pintakerroksen happamoitumiseen, valumavesien happamuuskuormituk-

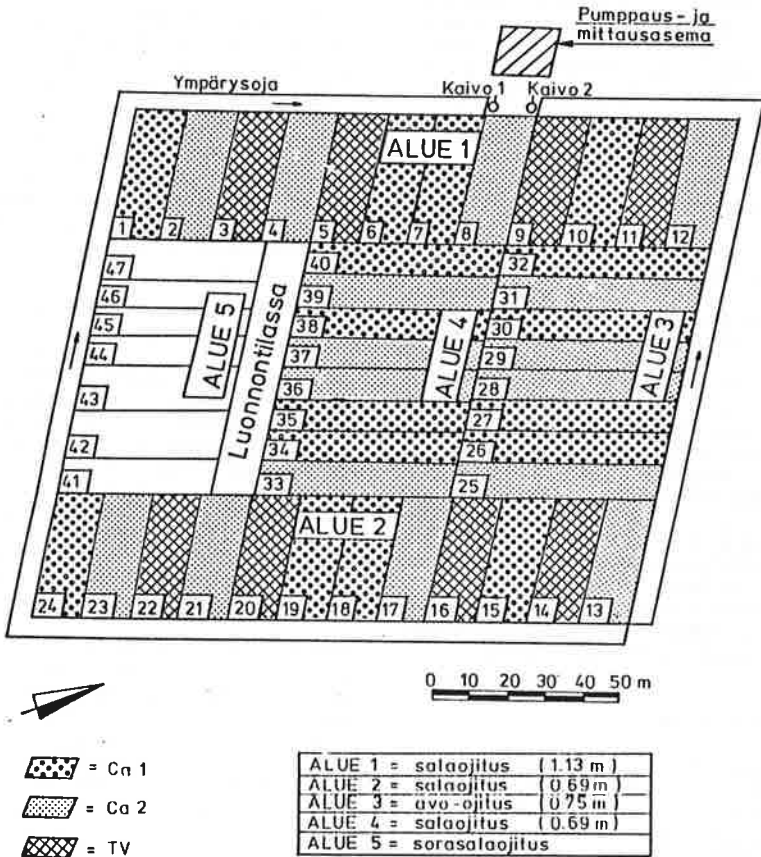
seen sekä kauran satoisuuteen ja ravinnesaantiin.

Limingan huuhtoutumiskoe kenttä

Aiemmin ojittamattomalle happamalle sulfaattimaalle Limingan kunnan alueelle rakennettiin vuonna 1984 noin 2 ha suuruinen huuhtoutumiskoe kenttä. Koe kenttä käsittää viisi osa-alueetta, joista kolmea, normaalisyyvyteen salaajitettua aluetta (alue 1), matalaa salaajitus aluetta (alue 2) sekä avo-ojitus aluetta (alue 3) käytetään tässä tutkimuksessa. Salaajitusalueet käsittivät 12 koeruutua, neljä rinnakkaisruutua peruskalkitukselle (15 t/ha), kaksinkertaiselle kalkitukselle (30 t/ha) ja turvekäsittelylle (15 t/ha kalkkia ja 1000 m³ pintaturvetta hehtaarille). Avo-ojitusalue käsitti 8 ruutua, neljä rinnakkaisruutua kummallekin edellämainituista kalkituksista (kuva 1).

Salaajitusalueiden jokaiseen ruutuun vedettiin salaajat (ojaväli 12,5 m). Imuojien yläpäästä kaivettiin korkeuteen + 0,10 m (N-60), ojien kaltevuus on 0,3 %. Alueen 1 ruutujen kokoojaputket johdettiin erikseen suoraan pumppaus- ja mittausasemalle (MK 1), jossa ne liitettiin jokainen omaan sulkuputkeensa. Sulkuputkien korkeudet säädettiin siten, että ruutujen salaajasyyvydeksi tuli 1,10 m. Alueen 2 ruutujen salaajaputket johdettiin omaan mittakaivoon (MK 2), jossa ne liitettiin sulkuputkiinsa. Sulkuputkien korkeudet säädettiin siten, että ruutujen salaajasyyvydeksi tuli 0,69 m.

Avo-ojat kaivettiin siten, että ojanpohjat saran yläpäässä kaivettiin korkeudelle + 0,60 m ja alapäässä korkeudelle + 0,55 m (ojaväli 9,25 m). Avo-ojat johdettiin ympärysojaan, ja sitä



Kuva 1. Tupoksen koeikän ruutujako ja ruutujen käsitteyt. Ca 1 = peuskalkitus 15 t/ha; Ca 2 = kaksinkertainen kalkitus (30 t/ha); TV = peruskalkitus 15 t/ha ja turvelisäys 1000 m³/ha.

kautta niskakaivo 2:een (NK 2) ja edelleen pumppaus- ja mittaus- asemalle (MK 1) (kuva 2).

Valumaseuranta

Salaojavaluman määrää seurataan alueen 1 ruuduista näytteenoton yhteydessä. Mittaus tehdään astiamittauksena suoraan sulkuputkien ylivuotoputkista. Salaojavalumanäytteet otetaan 250 ml muovipulloihin sulkuputkista tai näiden ylivuotoputkista silloin kun ruudun valuma on suurempi kuin 10 ml/min. Näytteet otetaan 2-5 kertaa viikossa silloin, kun kaikista salaojaputkista tulee vettä.

Avo-ojavaluman määrää seurataan mittaamalla avo-ojien näytteenoton yhteydessä niskakaivo 2:n virtaama, joka oletetaan avo-ojitusalueen kokonaisvirtaamaksi. Avo-ojanäytteet alueelta 3 otetaan 250 ml muovipulloihin sarkaojien alapäistä tulva-aikana 2-5 kertaa viikossa silloin kun niskakaivo 2:sta tulee vettä (virtaama suurempi kuin 20 ml/min).

Vesinäytteistä määritetään kentällä näytteenoton yhteydessä pH ja sähkönjohtavuus. Laboratoriossa käsittelemättömistä vesinäytteistä määritetään asiditeetti (SFS-3005 1981).

Maaperäseuranta

Ojitusalueiden kuivatussvyyttä seurataan maaprofiilin hapettuneen ja pelkistyneen maakerroksen rajasyvyytenä mittaamalla pH:n muuttumista maaprofiilissa ns. profiilikairausmenetelmällä (Palko et al. 1988)

Maanäytteet otetaan syksyllä sadonkorjuun yhteydessä jokaisen koeruudun pintakerroksesta (0-20 cm). Näytteistä määritetään pH (H₂O), Ca, K, Mg, P ja S (0,5 N ammonium asetaatti-0,5 N etikkahappo -uutto) sekä Mn, Cu, Zu, Ni, Co, Al ja Fe (0,5 N ammonium asetaatti-0,5 N etikkahappo -0,02 M Na₂-EDTA -uutto).

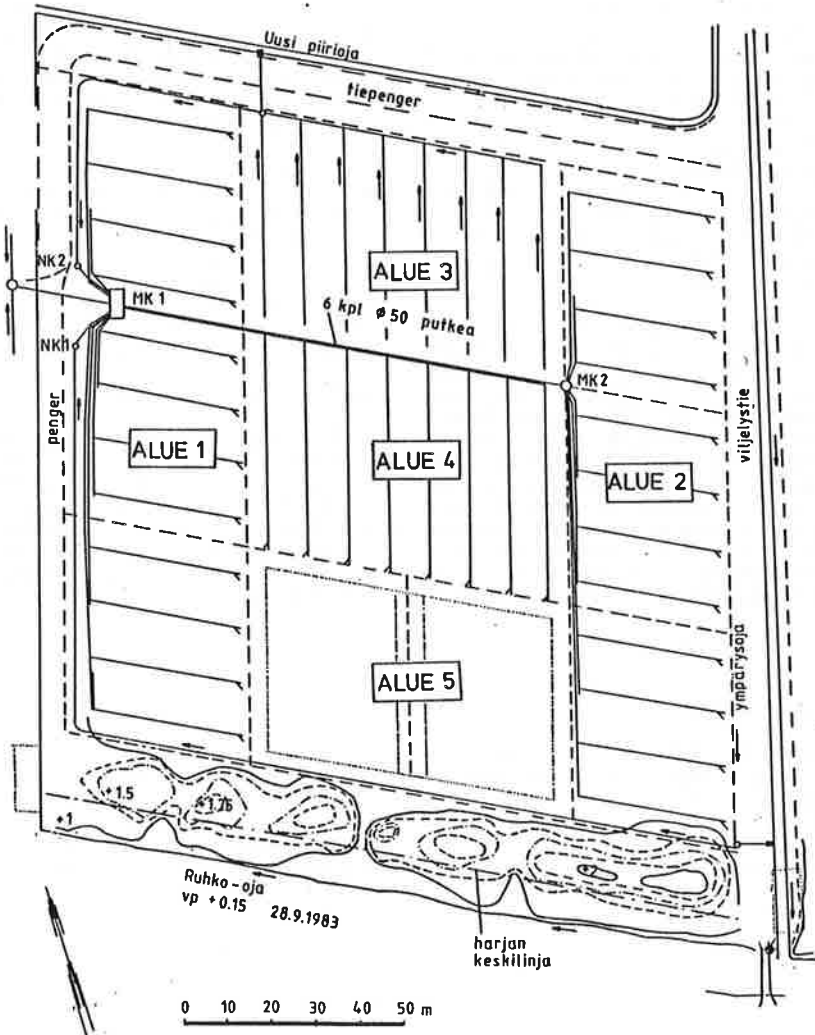
Viljakasviseuranta

Koeruuduilla viljellään kauraa (lajike Pol). Ruudut kynnetään aina edellisenä syksynä ja kylvetään keväällä heti kun päästään pellolle, vuonna 1985 17.6, vuonna 1986 11.6. ja vuonna 1987 22.6. Kylvön yhteydessä koeruudut saavat 500 kg/ha seleenitöntä Normaali Y-lannosta (16 % N, 7 % P, 13 % K). Vuonna 1987 käytettiin vastaava määrä seleenirikasta Y-lannosta. Jyvä- ja olkisato korjattiin 30.9.1985, 1.10.1986 ja 22.10.1987. Jyväsadot punnitaan ja jyvä- ja olkinäytteistä määritetään maanäyteanalyysijä vastaavat alkuaineanalyysit.

Välittömät seurantatulokset (1984 - 1987)

Koekentän rakentamisesta ja maanparannustöistä aiheutuneet rinnakkaisruutujen epätasaisuudet tasaantuivat vuoteen 1986 mennessä. Normaalisyvyyteen salaojitetulla alueella jouduttiin poistamaan kolme ruutua valumavesikäsitteystä kontaminaatioiden vuoksi; käsittelyjen rinnakkaisruutujen määrä tällä alueella pieneni kolmeen.

Salaojituksella ei todettu olevan suurempaa vaikutusta pellon pintakerroksen happamoitumiseen ja alkuaineiden liukoisuuteen kuin avo-ojituksella, vaikka salaojitus vapautti huomattavasti voimakkaammin happamuutta maaprofiilista kuin avo-ojitus. Vastaavasti matala salaojitus normaalisyvyyteen salaojitukseen verrattuna ei pienentänyt pellon pintakerroksen happamuutta, mutta suurensi kasville myrkyllisten metallien, ennen kaikkea mangaanin liukoisuutta. Tehokas salaojitus suurensi kauranjyväsatoa avo-ojitukseen verrattuna, vuonna 1985 jopa 30 %. Normaalisyvyyteen tehty salaojitus happamilla sulfaattimaillo on tästä syystä viljelyn kannalta paras vaihtoehto.



Kuva 2. Limingan huuhtoutumiskoekentän ojittukset ; MK = mittakaivo, NK = niskakaivo.

Salaojituksen aiheuttama vesistön happamuuskuormitus on avo-ojituksen aiheuttamaan happamuuskuormitukseen verrattuna kymmenkertainen. Matala salaojitus pienentää happamuuskuormitusta korkeintaan 30 %. Matalan salaojituksen käyttö normaalin salaojituksen asemesta aiemmin ojittamattomalle happamalle sulfaattimaalle on kuitenkin perusteetonta. Ensimmäiseksi ojitukseksi on avo-ojitus suositeltavin ojitusmuoto. Vasta noin 10 vuotta avo-ojituksen jälkeen voidaan suositella salaojitusta. Tällä tavoin voidaan hidastaa maan nopeaa hapettumista ja leikata vesistön happamuuskuormitusta.

Aiemmin ojittamattomalle happamalle sulfaattimaalle ojitusten yhteydessä 10-15 t/ha peruskalkitus on riittävä viljelyn onnistumiselle. Viljely on syytä aloittaa kuitenkin vasta vuosi kalkitusten jälkeen. Kalkitusten pellon pintakerroksen pH:ta nostava vaikutus ei saavuttanut huippua vielä kolmantena vuotena kalkituksesta, oletettavasti vaikutushuippu saavutetaan 4-6 vuotta kalkitusten jälkeen.

Kirjallisuutta

Palko, J. 1988. Happamien sulfaattimaiden kuivatus ja kalkitus Limingan koekentällä 1984-1987. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 19.

Palko, J, Merilä, E. & Heino, S, 1988. Maankuivatuksen suunnittelu happamilla sulfaattimailla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 21.

Peruskalkituksen ylittävä kalkitus kuluu pääasiallisesti valumavesien neutraloimiseen. Tästä huolimatta kuivatusvesien suora neutralointi on peltokalkitusta tehokkaampi neutralointitoimenpide, tällöin nimittäin kalkituksen teho saadaan kohdennettua pellon ylimääräkalkitusta tehokkaammin sekä ajallisesti että paikallisesti happamien vesien kalkitsemiseen.

Happamille sulfaattimaille tyypillinen pellon happamuus ja huono kuivatus lisäävät erityisesti viljakasvin Co-, Zn- ja Ni-pitoisuuksia sekä estävät kasvin Se-ottoa maaperästä. Nämä rehun ravinnepoikkeavuudet voivat vaikuttaa karjan fysiologiseen tilaan näillä alueilla.

Koekentän jatko seuranta

Limingan huuhtoutumiskentän seurannassa on tällä hetkellä meneillään kaksi väli vuotta (1988-1989). Seuranta jatketaan haettavan rahoituksen puitteissa vuodesta 1990 eteenpäin toimenpiteiden pitkäaikaisvaikutusten tutkimiseksi.

SALAOJATUTKIMUS SUOMESSA

Seija Virtanen, Salaojituksen tutkimusyhdistys ry
Mika Marttunen, vesitalouden laboratorio TKK

Tämän Salaojituksen tutkimusyhdistyksessä tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa Suomessa tehdyt salaojatutkimukset puuttuen myös niiden tuloksiin. Tarkoituksena oli myös tutkimusten pohjalta selvittää lisää tutkimusta vaativia alueita ja alueita, joista ei aiempaa tutkimusta ole lainkaan. Lisäksi tarkoituksena oli helpottaa tutkimustiedon hyväksikäyttöä perustamalla tutkimusrekisteri. Salaojatutkimusrekisterin tarkoituksena on palvella niin tutkimustyötä tekeviä kuin myös salaojituksen parissa kentällä työskenteleviä.

Tähän kirjoitukseen on tutkimuksen pohjalta laadittu lyhyt yhteenveto Suomessa tehdyistä salaojatutkimuksista ja tutkimustulosten vaikutuksista salaojituskäytännöön.

Salaojatutkimuksen alku Suomessa

Ensimmäiset salaojitukset tehtiin Suomessa 1840-luvulla. Tällöin kokeiltiin Mustialassa kivi- ja riukusalaojitusta. Samalla Mustialan tilalla tehtiin tiili-putkisalaojituksia koemielessä 1850-luvulla. Alkuaikoina salaojituksessa käytetyt etäisyydet ja sovelletut periaatteet lienevät perustuneen ulkomailta saatuihin esimerkkeihin ja mm. Ruotsista saadut salaojakokemukset vaikuttivat siihen, että uskottiin salaojituksen soveltuvan Suomenkin oloihin. Salaojituksen vähitellen yleistyessä oli kuitenkin salaojatutkimuksen aloittaminen Suomesakin tarpeellista oloihimme tarkoituksenmukaisimpien normien aikaansaamiseksi.

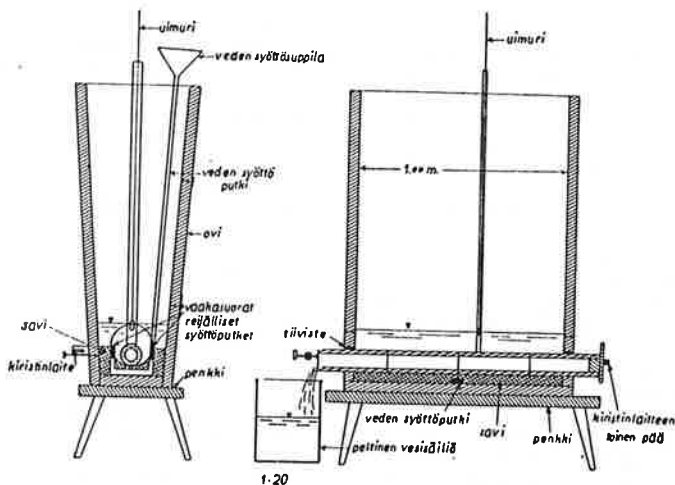
Salaojatutkimus käynnistyi virallisesti, kun Maanviljelystaloudellinen koelaitos perusti koekentän pelloilleen Tikkurilaan salaojaetäisyyksien tutkimiseksi 1908. Tutkimustoiminta pääsi kuitenkin varsinaisesti käyntiin

vasta Suomen Salaojitusyhdistyksen vuonna 1918 tapahtuneen perustamisen jälkeen. Tutkimustoiminta kuului muutaman vuosikymmenen keskeisenä toimintamuotona yhdistyksen toimenkuvaan, ja yhdistys oli professori Keson johdolla pääasiallisin salaojatutkimuksen suorittaja Suomessa aina 1940-luvun lopulle asti.

Ensimmäinen tutkimukselle asetettu kysymys oli, miten tiheään salaojia tulisi tehdä erilaisille maalajeille. Vuonna 1908 maanviljelystaloudellisen koelaitoksen pelloille Tikkurilaan perustettu salaojituskoekenttä oli ojaetäisyyskoe ja vuosina 1925-1931 Salaojitusyhdistys perusti yhteensä seitsemän ojaetäisyyskoekenttää. Suomen Suoviljelysyhdistys ja Maataloushallituksen insinööriosasto perustivat myös koekenttiä 1930- ja 1940-luvulla.

Koekentillä suoritettiin ojaetäisyystutkimusten lisäksi muitakin salaojitustutkimuksia. Betoniputkien tutkimiseksi perustettiin koeojituksia ja myös ympärysainetutkimus aloitettiin vuonna 1926 Salaojitusyhdistyksen perustamalla Jokioisten ja Porvoon koekentillä. Tutkimuksissa selvitettiin mm. oljen, turpeen, soran ja ruokamullan ominaisuuksia ympärysaineenä. Salaojitustekniikkaakin kokeiltiin, ensimmäiset myyräojitukset tehtiin jo 1920-luvun loppupuolella.

Lauri Keso aloitti myös salaojituksen liittyvät laboratoriokokeet selvittäessään maanviljelyssä olevien maalajien ominaisuuksia ja luokitellessaan maalajit näiden ominaisuuksien perusteella. 1920-luvulla Keso suoritti laboratoriokokeita myös laatikkosalajien veden johtokyvystä ja 1930-luvulla veden pääsystä salaojaputkeen.



Kuva 1. Tiiliputkien saumojen läpi tapahtuvaa veden virtausta tutkittiin laboratoriossa 1930-luvulla.

Ojasyvyys tutkimuksen kohteena

Ojasyvyyttä ei 1920- eikä 1930-luvulla perustetuilla koekentillä tutkittu lainkaan, koska katsottiin Suomessa esiintyvän syvän roudan vaativan syviä salaojia. 1940-luvulla alkoi kuitenkin esiintyä arvostelua Salaojitusyhdistyksen käyttämää salaojasyvyyttä kohtaan, ja salaojasyvyyden vertaaminen ulkomaisiin, lähinnä Ruotsin normien mukaisiin salaojasyvyyksiin herätti epäilyn Suomessa käytetyn salaojasyvyyden tarkoituksenmukaisuudesta.

Ojasyvyyteen ja sen pienentämiseen liittyen tutkittiin maan routaantumista ja putkien roudankestokykyä. Maataloushallituksen insinööri-toimisto perusti vuonna 1938 Vihtiin Maasojan vesitaloudellisen koekentän. Koekentällä oli tarkoitus selvittää maan vesitalouteen liittyviä kysymyksiä sekä veden viljelyskasveille aiheuttamaa vahinkoa tai haittaa. Koekentällä selvitettiin myös

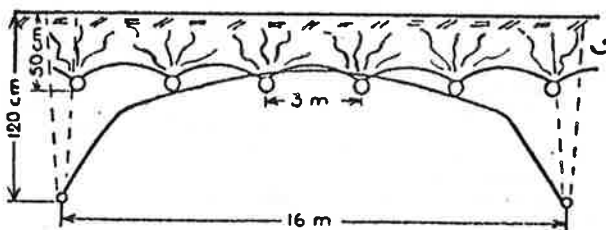
mm. vuosina 1940-43 roudan vaikutusta salaojaputkien kestävyys-teen. 1940-luvulla myös Helsingin pitäjän Backaksessa tutkittiin salaojituksen vaikutusta maan lämpö- ja kosteusoloihin sekä maan routaantumiseen. Keväällä 1942 Salaojitusyhdistys suoritti roudan syvyyttä koskevia mittauksia koko maassa.

1940-luvun lopulla ja 1950-luvulla tutkimustoiminta keskittyi siis ojasyvyyden tutkimiseen. Vuonna 1947 perustettiin Maataloushallituksen insinööri-osaston toimesta koekenttä Jokioisiin ja Maataloushallituksen vesiteknillinen tutkimustoimisto aloitti 1950-luvun alussa laajamittaisen salaojituskoetoiminnan. Vuonna 1951 perustettiin kolmelle valtiontilalle, Jokioisten kartanoiden pelloille, Muhokseen Koivikon koulutilalle ja Maatalouskoelaitoksen pelloille Helsingin pitäjän Tikkurilaan koekentät. Koekenttiä täydensivät yksityisille tiloille

perustetut erilliset koealueet. Koealueilla selvitettiin oja-etäisyyksiä, ojasyvyyyksiä, ojatomuutta ja rinnemaiden ojitusta. Rinnemaiden ojitustarvetta selvitettiin edellisten lisäksi mm. Laidunkoeasemalla Mouhijärvellä sekä Lintupajun tilalla Jokioisissa.

Maataloushallituksen aloittaman ojituskoe-toiminnan yhteydessä

perustettiin maahamme myös toistakymmentä myyräojituskoelaitetta. Koetoiminnan tehtävänä oli myyräojien etäisyyteen ja syvyyteen kohdistuvan tutkimuksen lisäksi selvittää mm. millä tavoin ja mahdollisesti mitä lisäaineita käyttäen myyräkanavan seinämien kestävyyttä voitaisiin lisätä ja ojituksen toiminta-aikaa näin pidentää.



Kuva 2. Tiiliputkioituksen ja myyräojituksen pohjavesisuhteita Maatalouskoelaitoksella Tikkurilassa 16.8.1954 esittävät kaaviokuvat päällekkäin asetettuina.

1950-luvulla alkoivat myös sala-ojituskoneet yleistyä Suomessa ja koneiden ominaisuuksia tutkittiin ja varsinkin koneiden valmistajat tekivät omaa kehittämissytötään.

Tutkimustoiminnan supistuminen

Maataloushallituksen johtava rooli salaojitustutkimuksessa jatkui vuoteen 1960, jolloin maatalousministeriö siirsi varojen puutteen vuoksi Maataloushallituksen suorittaman salaojituskoe-toiminnan ministeriön maataloustoimiston valvontaan. Samalla jouduttiin tutkimustoimintaa supistamaan määrärahojen puutteen vuoksi.

1960-luvulla tutkimustoiminta oli vähäisempää kuin aiemmin ja tutkimustoiminnan luonne muuttui. Tutkimustoiminta ei enää ollut keskittynyt yhteen organisaatioon, vaan tutkimusta tehtiin monella taholla.

Muovi tutkimuksen kohteena

Muoviputki tuli markkinoille 1960-luvulla ja silloin sen ominaisuuksia selvitettiin useassa tutkimuksessa laboratoriokeihin. Tutkimuksissa selvitettiin muovin ja muovista valmistettujen sala-ojaputkien lujuusteknillisiä ominaisuuksia. Muoviputken lisäksi myös tiiliputki oli laboratoriokeiden kohteena. Tiiliputkien ominaisuuksia ja mahdollisuuksia pienentää putken seinämän paksuutta tutkittiin vuosina 1965-1967. Myös salaojien ympärysaineita tutkittiin laboratoriokeihin. Vuonna 1965 selvitettiin mm. lasivillan soveltuvuutta sala-ojaputkien ympärysaineeksi VTT:n geoteknillisessä laboratoriossa. Lisäksi kesällä 1968 ja 1969 suoritettiin Maasojan koekentällä Vihdissä joukko mallikokeita, joiden tarkoituksena oli selvittää, millä tavoin eri suuruiset maahiukkaset kulkeutuvat eri vedennopeuksilla erilaisissa sala-ojaputkissa.

Maan tiivistyminen tutkimuksen kohteena

1970-luvulla tilanne oli edeltävän vuosikymmenen kaltainen. Salaojatutkimusta tehtiin useassa eri paikassa ja varsinaisten salaojitustutkimusten määrä oli pieni. Tutkimus ja koekenttien perustaminen oli keskittynyt salaojituksen kannalta katsottuna lähinnä salaojituksen liittyviin aihepiireihin. Salaojituksen läheisesti liittyvän tutkimuksen tutkimuskohteita olivat mm. maan tiivistyminen ja ravinteiden huuhtoutuminen. 1970-luvulla varsinaisen salaojitustutkimuksen kohteena oli salaojatyönmenekki ja tiili- ja muoviputkien ominaisuuksia vertaavat tutkimukset.

1970-luvun alussa selvitetiin laboratoriokekein suodatinsoralle asetettuja reunaehtoja ja etsittiin kokeellisesti erilaisille suomalaisille maalajeille soveltuvia suodatinsoralaatuja. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden laboratoriossa suoritettiin 1970-luvun lopussa tutkimuksia tiili- ja muoviputken vedenotto- ja -johtokyvystä ja myöhemmin suoritettiin täydentävä tutkimus, jonka pääasiallisena tarkastelukohteena oli vedenottokyvyn riippuvuus putkia ympäröivän maa-aineksen rakeisuudesta ja tiiviydestä. Salaojityönmenekkiä selvitettiin työmailla ja myös mm. erilaisilla peltokuvio-tyypeillä tehtiin työnmenekkitutkimuksia.

Salaojitustutkimuksen uusi nousu

1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa varsinainen salaojitustutkimustoiminta lisääntyi. Tähän lienee syynä viljelystekniikassa tapahtuneet muutokset, salaojitystekniikan kehittyminen, uusien materiaalien markkinoille tulo ja salaojituksen siirtyminen vaikeammiin salaojitettaville alueille. Salaojitustutkimustoiminnan voimakas lisääminen nähtiin tärkeänä ja salaojituksen tutkimustoimintaa kehittämään, koordinoimaan ja edistämään perustet-

tiin vuonna 1980 Salaojakeskuksen, Teknillisen korkeakoulun, maatalhallituksen ja silloisen vesihallituksen toimesta Salaojituksen tutkimusyhdistys.

1980-luvulla tutkimuksen kohteina ovat olleet salaojituksen kustannusten lisäksi salaojitusten vajaatoimivuus, auroitus, salaojituksen mitoituksen vaikutus pellon satotasoon ja soraa korvaavat ympärysaineet. Salaojituksen läheisesti liittyvää tutkimusta on tehty mm. ravinteiden viljelyksiltä huuhtoutumisesta, viljelyskasvien itämisestä, maan tiivistymisestä ja maan vedenläpäisevyydestä.

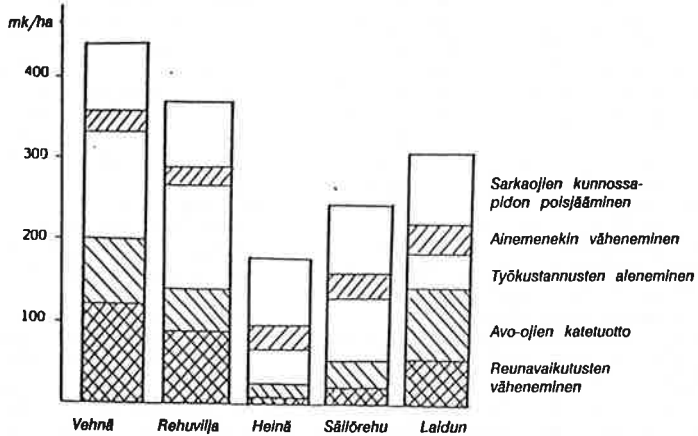
Salaojituskoekenttiä on myös perustettu 1980-luvulla useita. Koekenttiä on perustettu sorasalaojituksen, salaojien kaivuleveyden, oja-etäisyyden, ympärysainesten, vajaatoimivuuden, salaojien täyttötavan, suotojituksen ja maanpinnan muotoilun sekä syväkynnön tutkimiseksi. Koekenttiä on perustettu sekä savi- että turvemaille. Myös maan tiivistymisen ja ravinteiden huuhtoutumisen tutkimiseen on perustettu koekenttiä 1980-luvulla.

Viimeisimmät laboratoriotutkimukset on tehty salaojien ympärysaineista. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden laboratoriossa tehtiin vuonna 1987 kaksi laboratoriotutkimusta. Toisessa tutkimuksessa selvitettiin sahanpurun soveltuvuutta salaojan ympärysaineksi. Toinen tutkimus oli esitutkimus esipäällystettyjen salaojaputkien suodatinominaisuuksista.

Varsinaisia salaojitusmalleja on Suomessa kehitetty vain yksi. Vuonna 1988 valmistuneessa väitöskirjassaan Karvonen esitti kehittämänsä mallin, jonka avulla voidaan arvioida salaojituksen vaikutus pellon satotasoon, kun meteorologiset tiedot, maaperän ominaisuudet ja kuivatuksen tehokkuus tunnetaan.

Kaikkina aikakausina ollaan oltu kiinnostuneita salaojituksen kustannuksista ja kannattavuudesta. Ensimmäiset tutkimukset tehtiin jo 1920-luvulla ja lähes joka vuosikymmenellä on tehty

jokin tutkimus tai selvitys. 1980-luvulla salaojituksen kustannuksista, kannattavuudesta ja hyödyistä on tehty jo useita tutkimuksia.



Kuvio 3. 1980-luvulla on selvitetty salaojituksen kustannuksia, hyötyjä ja kannattavuutta. Kuviossa salaojituksesta aiheutuvat hyödyt esimerkkihoikolla vuoden 1980 hintatasossa.

Tutkimustulosten vaikutus sala- ojitukseen

Ojaetäisyys

Salaojituksessa käytettävien ojaetäisyyksien muotoutumiseen vaikuttivat aluksi vanhoista 1800-luvulla tehdyistä ojituksista saadut kokemukset ja sittemmin salaojaetäisyyden tutkimiseksi perustetuilta koekentiltä saadut

tulokset. Salaojitusyhdistyksen 1920-luvulla käynnistämät ojaetäisyyskokeet mm. osoittivat, että urpasavimaalla voitiin käyttää huomattavasti suurempaa etäisyyttä kuin aiemmin oli käytetty. Muilla maalajeilla kokeet eivät aiheuttaneet kovin suuria muutoksia jo käytössä olleisiin ojaetäisyyksiin (taulukko 1).

Taulukko 1. Salaojaetäisyyksissä tapahtuneet muutokset (Keso 1932 ja 1952, Saavalainen 1984).

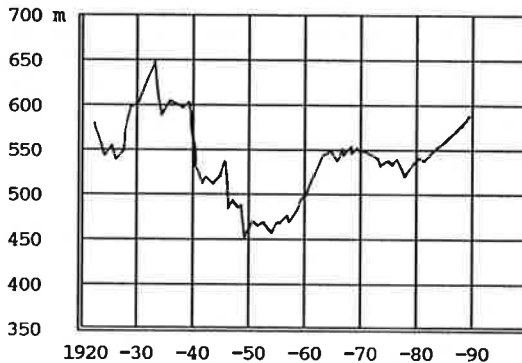
Maalaji	Ojaetäisyys		
	1932	1952	1984
Hiesusavi	14	14	14-16
Aitosavi	16	16	14-16
Urpahiesu	22	40	30-40
Hieta	25	30	24-26
Rahkaturve	30	20	16-18
Urpasavi	35	80	50-60
Saraturve	40	30	18-20
(=mutasuo)			

1950-luvulla aloitettu ojituskoe toiminta ei laajuudestaan huolimatta vaikuttanut sanottavasti suunnittelussa käytettyihin ojaetäisyyksiin. Tähän lienee ollut syynä koalueiden vähäiseksi jäänyt seuranta. Koetoiminnasta saatujen tulosten perusteella muutettiin kuitenkin rinnepeltojen ojaetäisyyksiä. Keson toimiessa Salaojitusyhdistyksen toimitusjohtajana rinnepeltojen salaojituksessa oli noudatettu periaatetta, jonka mukaan mäkien alataipeissa käytettiin yleensä normaalia tiheämpää (n.20-30%) ja rinteissä harvempaa (n.10-20%) ojitusta. Tutkimustoiminnasta saadut tulokset kuitenkin osoittivat, että ojavälejä voitiin entisestään harventaa, ja nykyisin rinnepeltojen ojaetäisyyksiä määrättäessä huomioidaankin rinteiden jyrkkyys, pituus, ilman suunta ja osittain myös avonaisuus. Esim. kaltevuudeltaan yli 5%:n etelärinteet voidaan yleensä jättää ilman oja.

Salaojituksessa käytetyt ojaetäisyydet ovat pienentyneet 1950-

luvun alusta 1980-luvulle tultaessa. Eniten etäisyyksiä on pienennetty saraturpeella ja urpasavella. Ojaetäisyyksissä tapahtuneisiin muutoksiin ovat ilmeisesti vaikuttaneet pääasiassa valmiiden ojituksien toimivuudesta saadut kokemukset, sateisen kesän sattuminen lienee pienentänyt seuraavana vuonna käytettyjä ojaetäisyyksiä. Myös työkoneiden voimakas lisääntyminen ja niiden painon nousu on vaikuttanut ojaetäisyyksiä pienentävästi.

Kuviossa 4 on esitetty keskimääräisen ojamäärän kehittyminen (m/ha) vuosina 1925-1986. Vuonna 1932 ojaetäisyys oli pienimmillään ja sen jälkeen ojaetäisyydet alkoivat kasvaa voimakkaasti siksi, että urpasavimaiden salaojituksessa havaittiin tuolloin voitavan siirtyä huomattavasti suurempiin ojaetäisyyksiin. Viime vuosina tapahtunut ojametrimäärän kasvu lienee osaksi seurausta 1980-luvun alun sateisista vuosista ja tuolloin tapahtuneesta maan tiivistymisestä.



Kuvio 4. Keskimääräinen ojametrimäärä m/ha vuosina 1925-1987.

Ojasyyvyys

1950-luvulla aloitettiin kenttäkokeet ojasyyvyyden tutkimiseksi. Koetoiminnan tulosten mukaan

routa ei ollut rikkonut matalissa ojituksissa putkia eikä niissä myöskään esiintynyt juuritukkeumia. Saatujen tulosten ja ruotsalaisten kokemusten perus-

teella alennettiinkin vuonna 1959 imuojan syvyyksiä 20 cm, ts. Etelä-Suomessa 120:stä 100:taan cm ja Pohjois-Suomessa 140:stä 120:neen cm.

Salaojaputket

Suomessa alkoi tiiliputkien käyttö salaojituksessa 1858. Imuojissa käytettiin tällöin sisähalkaisijaltaan 1", 1 1/4" ja 1 1/2" olevia putkia. 1920-luvulla luovuttiin aikaisemmin käytetystä tuumajärjestelmästä ja siirryttiin ilmeisesti Saksan mallin mukaisesti käyttämään nykyisiä 40, 50, 65, 80, 100, 130 ja 160 mm:n läpimittaisia ja 1/3 m:n pituisia putkia. 1940-luvun alkupuolella Salaojitusyhdistys yritti tosin siirtyä imuojien latvoilla 30 mm:n salaojaputkiin putkikustannusten pienentämiseksi, tästä kuitenkin luovuttiin. Tiiliputkien lisäksi kokeltiin betoniputkia, jotka koetoiminta kuitenkin osoitti salaojitukseen soveltumattomiksi.

Tiiliputkien laadunvalvonnassa olivat 1960-luvun loppupuolelle saakka käytössä Salaojitusyhdistyksen laatuvaatimukset, joiden pohjana oli Keson laatima normiehdotus "Normaaliset salaojaputket". Niitä käytettiin ohjearvoina, joita soveltaan tehtaan suunnittelivat tuotteensa ja valvoivat tuotteittensa laatua. Vuosina 1965-1966 suoritettiin tiiliputkien laatutasotutkimus, jonka tavoitteena oli saada tietoja tiiliputkien ominaisuuksista vuonna 1964 asetetun Salaojaputkinormitoimikunnan työssä käytettäväksi. Vuonna 1967 ilmestyi salaojituksessa käytettäviä tiiliputkia sekä niiden laadunvalvontaa ja koestuksia varten Suomen rakennusinsinöörien liiton hyväksymät erityiset RIL-normit (RIL 54).

Peltojen salaojituksessa muoviputkea alettiin käyttää vuonna 1960, ja muoviputkien valmistus alkoi Suomessa vuonna 1963. Muovisalaojaputkea edeltävän

muovinauhan olivat kokeilut osoittaneet salaojitukseen soveltumattomaksi. Muoviputkien tultua markkinoille haluttiin selvittää myös niiden sopivuus salaojitukseen. 1960-luvun alkupuolella asetettiin tavoitteeksi myös yhteisen salaojaputkinormiston laatiminen. Salaojaputkinormitoimikunnan laatiman ohjelman mukaisesti aloitettiin Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen geoteknillisessä laboratoriossa ja Teknillisessä korkeakoulussa tutkimukset muovin ja muovista valmistettujen salaojaputkien lujuusteknillisistä ominaisuuksista. Tutkimuksissa todettiin PVC-muovin soveltuvan salaojaputken materiaaliksi ja tulokset olivat perustana salaojaputkinormeja laadittaessa. Tuloksista laskettiin PVC:stä valmistetuille salaojaputkille vaadittavat seinämäpaksuudet, joita noudatetaan edelleen. PVC-muoviputkia koskevat normit valmistuivat vuonna 1968 (RIL 68).

Muoviputkien vedenotto- ja johtokyvystä tehtiin Teknillisen korkeakoulun vesitaloiden laboratoriossa kaksi diplomityötä 1970-luvun lopussa. Tutkimusten tulokset johtivat nimellismittaperiaatteen käyttöönottoon salaojituksessa ja muoviputkien koon kasvattamiseen. Nimellismittaperiaatteen mukaan materiaalista riippumatta kaikkien samaan mittaluokkaan kuuluvien putkien vedenjohtokyky on yhtä suuri.

Myöhemmin normeja on uusittu ja nykyään voimassa olevat laatuväyrykset ovat vuodelta 1987 (RIL 128). Syksyllä 1987 ilmestyneissä normeissa on suurimpana muutoksena aikaisempaan vuodelta 1981 peräisin olleisiin normeihin muovisten tunneliputkien mukaanotto.

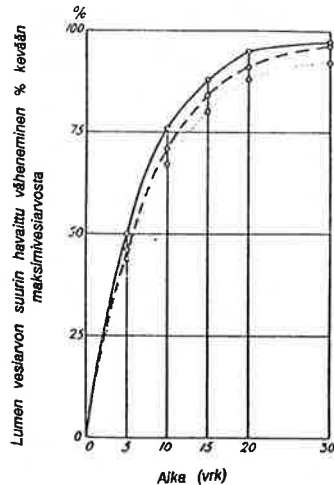
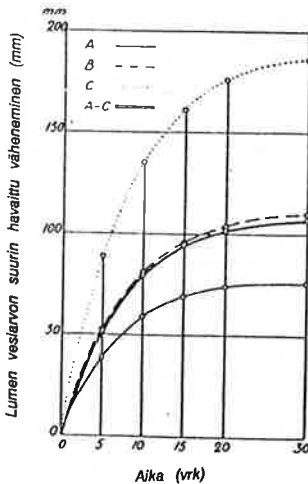
Putkien mitoitus

Salaojitusyhdistyksen perustamisen aikoihin käytettiin mitoitusvesimääränä tavallisesti 0.65 l/s hehtaarille (Hallakorpi 1917). Salaojaetäisyyskokeiden

yhteydessä suoritetuista virtaamamittauksista saatujen tulosten perusteella mitoitusvaluman arvoa muutettiin kuitenkin 1930-luvulla, ja mitoitusvalumana ruvettiin käytettämään läpäisevissä aitosavi- ja tiiviissä hiesuvasvimaissa 1.0 l/s/ha.

Pentti Kaitera teki 1930-luvulla tutkimuksia lumen sulamisesta ja niihin pohjautuen esitti, että salaojien mitoituksessa olisi enemmän otettava huomioon maamme eri osien erot lumen määrässä ja sulamisessa. Hän esitti, että lumisilla seuduilla mitoitus olisi tehtävä ainakin 1,5 l/s/ha vesimäärää käyttäen. Myös Juuselan mielestä vesimäärinä olisi pitänyt noudattaa suoraan lumivaraston keskimääräisen kevätmaksimin

mukaan laskettuja 5 vrk:den maksimivesimääriä, ja lisäksi ottaa huomioon sulamisaikana satava vesimäärä. Näin laskien tulisi mitoitusvalumaksi Lounais-Suomessa 0.8 l/s/ha ja Pohjois- ja Itä-Suomessa 2.0 l/s/ha. Nykyään salaojien suunnittelussa käytettävän mitoitusvaluman suuruus vaihtelee maalajin vedenläpäisevyyden mukaan urpasaven ja liejun 0,6 l/s/ha arvosta tiiviiden maalajien arvoon 1,0 l/s/ha. Myös alueelliset erot lumen vesiarvoissa otetaan nykyisin huomioon. Itä- ja Pohjois-Suomessa käytettävä mitoitusvaluma on suurempi kuin Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla, Savossa ja Itä-Suomessa suurennetaan valuma-arvoja 20% sekä Pohjois-Suomessa 50%.



Kuvio 5. Lumen kevätsulamista tutkittiin 1930-luvulla. Kuvassa lumen vesiarvon suurin väheneminen eri alueilla (A-C) ja eri pitkinä aikoina.

Salaojaputkien mitoitus tapahtui ennen Salaojitusyhdistyksen perustamista erilaisten kaavojen (esim. Vincent, Kutter-Gerhardt) perusteella laadittuja taulukkoja käyttäen. Niiden avulla putken suuruus voitiin määrätä, kun tunnettiin salaojan kaltevuus ja pellon pinta-ala. 1930-luvulla Keso tutki vedennopeuksia erilaisissa putkimateriaaleissa ja havaitsi, että vedennopeus

putkissa ja samalla putkien vedenjohtokyky oli todellisuudessa huomattavasti suurempi kuin käytettyjen laskelmien mukaan olisi pitänyt olla. Tutkimuksen vaikutuksesta Kutterin kaavan vakiokertoimen arvoa pienennettiin 0,30:stä 0,20:een. Kutterin kaavaan ja määrittämiinsä kertoimiin perustuen Keso laati salaojaputkien mitoitusta varten nomogrammit tiili- ja lautaput-

kille (ns. Keson nomogrammi). Nomogrammin avulla putken koko ja vedennopeus voitiin määrätä, kun salaojan kaltevuus ja virtaama tunnettiin. Kun muoviputket hyväksyttiin salaojituksissa käytettäväksi, laadittiin niille oma nomogramminsä. Muoviputkien nomogrammi oli käytössä kunnes siirryttiin nimellismittaperiaatteeseen ja muoviputkien kokoja hieman kasvatettiin, mikä jälkeen sekä muovi- että tiiliputket voitiin mitoittaa samaa Keson nomogrammia käyttäen. Nomogrammi on edelleen käytössä.

Vuonna 1988 valmistuneessa Tuomo Karvosen väitöskirjassa esitettyjen laskelmien mukaan putkikokoja voitaisiin pienentää. Tutkimuksen mukaan putkikoon pienentäminen alentaisi salaojituksen kokonaiskustannuksia 1-5 %.

Ympärysaineet

Salaojituksen varhaisina aikoina tiiliputkien saumauskohdat peitettiin sammalilla tai ruohotupoililla. Tämä käytäntö jäi kuitenkin vähitellen pois ja 1900-luvun alussa putket peitettiin ojan seinämästä pudotetun lahienomaakerroksella tai ruokamultakerroksella, mutta jos silloin soraä kehoitettiin käyttämään tiiviissä savimaissa ja hietamaisissa. Salaojitusyhdistyksen perustamisesta lähtien on pyritty siihen, että tiiliputkisto suojattaisiin aina soralla. Aluksi vain suositeltiin näin tehtäväksi, mutta 1930-luvulta lähtien soran käyttö tuli kivennäismailla valtion salaojitus-tuen edellytykseksi. Tähän lienee ollut ainakin osaksi syynä Jokioisten koekentän ympärysaine-tutkimukset ja Keson tutkimukset veden pääsystä salaojaputkistoon. Tutkimuksissaan Keso selvitti mm. ympärysaineen vaikutusta putkisaumojen vedenläpäisykykyyn. Tutkimuksissa havaittiin suoju-soran vähentävän saumojen veden

läpäisevyyttä huomattavasti vähemmän kuin ruokamullan tai turvepehkun.

Suojussoran laatuvaatimukseksena oli raekoko 0,5 - 3,0 mm ja suhteistuneisuus. Salaojasorana käytetyn aineksen eri raekokojen osuuksista tehtiin 1950-luvun lopussa tutkimus, jossa tutkittiin myös putkiin kulkeutunutta lietettä. Tutkimuksen perusteella ei laatuvaatimuksia kuitenkaan muutettu. 1970-luvun alussa selvitetiin VTT:n geoteknillisessä laboratoriossa suoju-soralle asetettuja reunaehtoja. Lisäksi hän etsi kokeellisesti erilaisille suomalaisille maale-jeille soveltuvia suodatinsora-laatuja. Vuonna 1977 julkaistussa "Peltosalaojituksen työselityk-sessä" annettiin nykyisin voimassa olevat salaojasoran laatumääräyk-set, jotka lienevät muotoutuneet osaksi VTT:n tutkimusten poh-jalta. Muiden ympärysaineiden osalta 1960-luvulla tehdyt tutkimukset eivät johtaneet lasi-, vuorivillan tai sepelin hyväksymiseen salaojien ympärys-aineiksi. 1987 aloitettiin tutkimukset esipäälystettyjen salaojaputkien soveltuvuudesta salaojituksen Suomessa. Tehdyn esitutkimuksen perusteella muutettiin valtion laina- ja avustusehtoja kookoskuidun ja sahanpurun osalta vuonna 1988.

Salaojitus työ

Tutkimus- ja kehitystyö erilaisista salaojituskoneista ja laitteis-ta on kuulunut lähinnä laiteval-mistajille. Koneet ja laitteet ovat kehittyneet vuosikymmenien kuluessa paljon. Uusien laitteiden käyttöön otto on edellyttänyt salaojitus työltä vaadittavan tarkkuuden saavuttamista ja vaatimuksen täyttäneet koneet on hyväksytty salaojitus-ten tekemiseen. Salaojitus työn laadun tarkastamiseen on kehitetty erilaisia laitteita ja niitä kehitellään edelleen.

Virtanen, S. ja Marttunen, M. 1988. Salaojatutkimus Suomessa, Kirjallisen tutkimusyhdistys ry. Helsinki 1988.



järjestää

SALAOJITUSSEMINAARIN

aiheesta

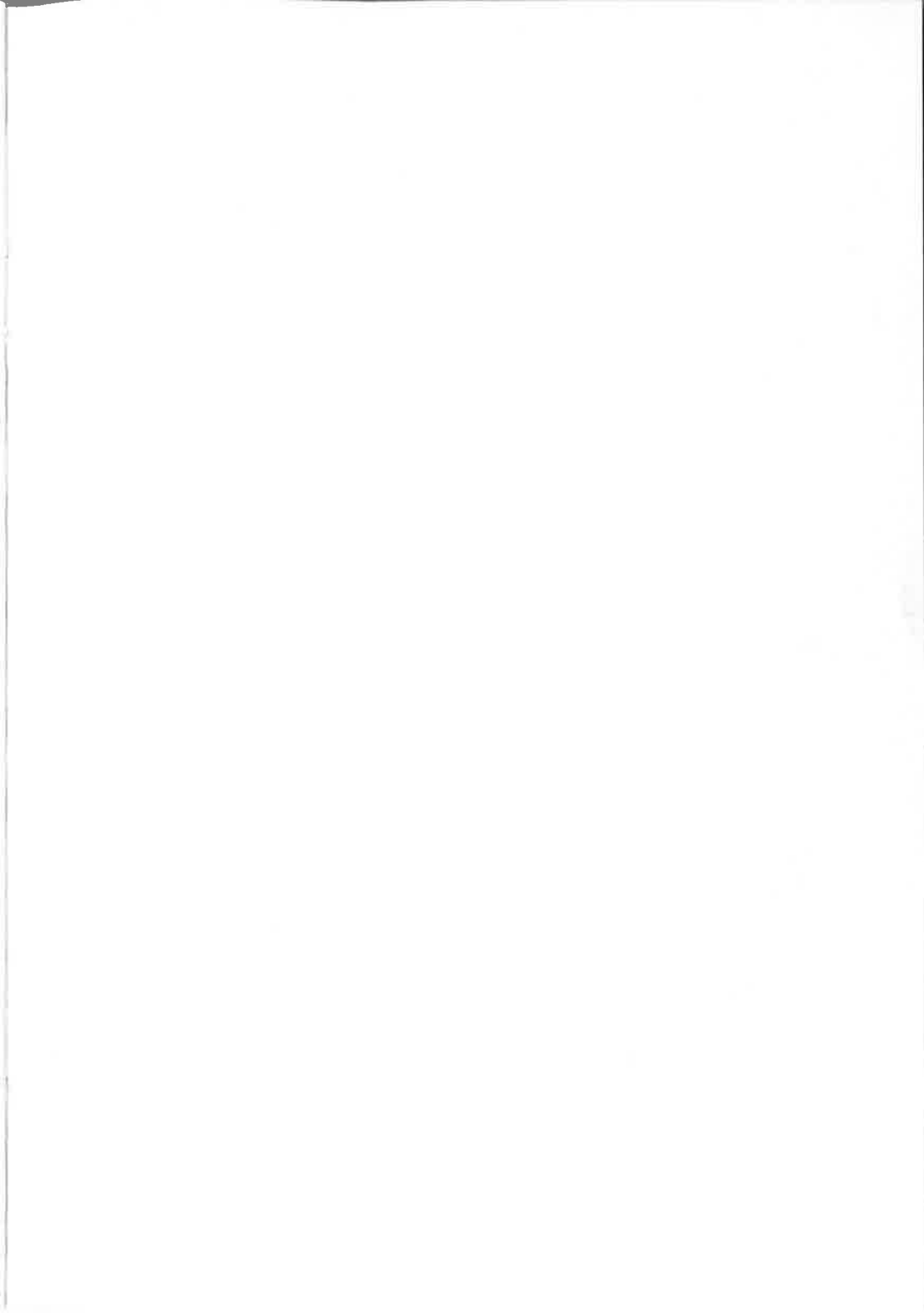
**"Salaojan ympärysaineen merkitys
salaojan toimivuuden varmistajana"**

Seminaarin ajankohta on 29.-30.8.1989
ja paikka Viborg Tanskassa

Lisätietoja antaa mieleihyvin

*Rauno Peltomaa
Salaojakeskus
Simonkatu 12 A
00100 Helsinki*

*puh.t. 90-6942100
k. 90-2712001*



A photograph of several white, fluffy seed heads on thin stems against a dark background. The seed heads are in various stages of development, some appearing more mature and fluffy than others. The stems are thin and light-colored. The background is dark and out of focus.

SALAOJITUKSEN TUTKIMUSYHDISTYS RY
SIMONKATU 12 A 11
00100 HELSINKI
p. 90-694 21 00