

PELLON KUVIO-OMINAISUUKSIEN JA MAALAJIN VAIKUTUKSESTA

SALAOJITUKSEN HYÖTYYN

Helsingin yliopisto
Maatalousekonomian laitos
laudaturtyö
kevät 1983
Juhani Suojaranta

S I S Ä L Y S L U E T T E L O

	Sivu
JOHDANTO.....	1
1. SALAOJITUKSEN MERKITYS.....	3
1.1. Salaojituksen kehitys.....	3
1.2. Salaojitus maatalouden investointina.....	5
2. SALAOJITUKSEN HYÖTYTEKIJÄT.....	12
2.1. Sadon lisäys.....	12
2.1.1. Hyötypinta-alan lisääntyminen.....	15
2.1.2. Reunahaitan pieneneminen.....	17
2.2. Viljelyskustannusten vähenetyminen.....	18
2.2.1. Ihmis- ja konetyön vähentyminen ja kaksin- kertaisen kylvön vähentyminen.....	19
2.2.2. Sarkaojien kunnossapidon poisjääminen.....	33
2.3. Sadon laadun paranemisen tuottama arvon lisäys	35
2.4. Muut välilliset hyötytekijät.....	36
3. MAALAJIT JA MAALAJILUOKITUKSET.....	42
3.1. Maalajien synty.....	42
3.2. Maalajiluokitukset.....	42
4. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN KÄSITTELY.....	49
4.1. Tutkimusaineisto.....	49
4.2. Peltokuvioiden koko.....	50
4.3. Peltokuvioiden muoto.....	52
4.4. Peltokuvioiden avo-ojamäärät.....	53
4.5. Peltokuvioiden kaltevuus.....	56
4.6. Peltokuvioiden maalajit.....	59
5. KUVIO-OMINAISUUKSIEN JA MAALAJIN VAIKUTUS SALA- OJITUKSESTA SAATAVAAN HYÖTYYN.....	61
5.1. Kuvio-ominaisuuksien vaikutus salaojituksesta saatavaan hyötyyn.....	61
5.2. Maalajin vaikutus salaojituksesta saatavaan hyötyyn.....	71
5.3. Salaojituksen kannattavuus.....	73
6. TULOSTEN TARKASTELU.....	79
7. TIIVISTELMÄ.....	81
KIRJALLISUUS.....	83
LIITTEET 1 - 9	

JOHDANTO

Peltojen kuivatus on Suomen oloissa onnistuneen viljelyn perusedellytys. Vain 12 % maamme pelloista on viljelykelpoista ilman ojitusta. Ilmastomme erityispiirteet lisäävät kuivatus-tarvetta. Keväällä lumen nopea sulaminen ja toisaalta vuoden sateisimman ajanjakson ajoittuminen syksyyn, jolloin haihdunta on pienintä ja kasvin vedentarve supistunut, korostavat kuivatuksen tarpeellisuutta.

Kuivatuksen avulla on pyritty luomaan viljelykasvien kasvulle mahdollisimman suotuisat olot. Nykyaikaisessa viljelyssä on otettava huomioon myös maatalouden koneistuksen vaatimukset. Maan riittävä kantavuus on koneistuneen viljelyn ehto. Viljelyn rationalisointi on asettanut myös kuivatusmenetelmille uusia vaatimuksia. Salaojitus on osoittautunut tehokkaimmaksi kuivatusmenetelmäksi.

Salaojitus on voimaperäisen viljelyn tunnusmerkki, mutta se on melko kallis perusparannustoimenpide. Jotta investointia voidaan pitää perusteltuna, on kustannusten ohella tunnettava siitä koitua hyöty. Tällöin voidaan kannattavuutta arvioida ja vertailla muihin samantyyppisiin investointeihin. Salaojituksesta koituvan hyödyn määrittämisestä on selvitetty jonkin verran suomalaisissa tutkimuksissa.

Salaojituksen hyöty koostuu hyvin monista tekijöistä, joihin tilakohtaisilla tekijöillä on suuri vaikutus. Monien näiden tekijöiden muuttaminen rahassa arvioitavaan muotoon on vaikeaa ja ei käytännön kannalta aina perusteltuakaan.

Hyödyn arviointi on riittävän tarkkaa, kun otetaan huomioon vain tekijät, jotka aiheuttavat viljelykustannusten alenemisen, sadon määrän kasvun ja laadun paranemisen.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan salaojituksesta saatavaa hyötyä vertaamalla samaa peltokuviota sarka- ja salaojitettuna. Salaojituksen avulla saadaan peltokuvion ominaisuudet edulliseksi, jolloin on mahdollista alentaa viljelykustannuksia. Maalajin vaikutusta selvitetään työmenekin kannalta ja tarkastellaan kuivatustilan muutoksen vaikutusta eri maalajeilla työmenekkiin.

Salaojituksen kannattavuutta arvioidaan seitsemän viljelyskasvin osalta. Näille kasveille määritettyjä hyötytekijöitä verrataan vastaavien suunnitelmien kustannusarvioihin. Tutkimusaineistona on käytetty 1980-luvun alussa tehtyjä salaojitus-suunnitelmia.

1. SALAOJITUKSEN MERKITYS

1.1. Salaojituksen kehitys

Salaojitus tunnettiin Suomessa jo 1770-luvun lopussa, jolloin Savon ja Karjalan pelloilta saatiin kivet helpoimmin poistetuksi täyttämällä niillä kaivettu oja. Ojituksen laatu vaihteli tuolloin luonnollisesti paljon. Pääasiallinen tarkoitus ei liene ollut ojitus vaan kivistä eroonpääseminen. Useimmiten kivet vain kaadettiin ojaan, mutta niistä saatettiin muodostaa myös holveja veden poisjohtamiseksi. Kivistä tehdyt ojat jäivät melko paikallisiksi ja niiden merkitys kuivatusmuotona oli hyvin vähäinen.

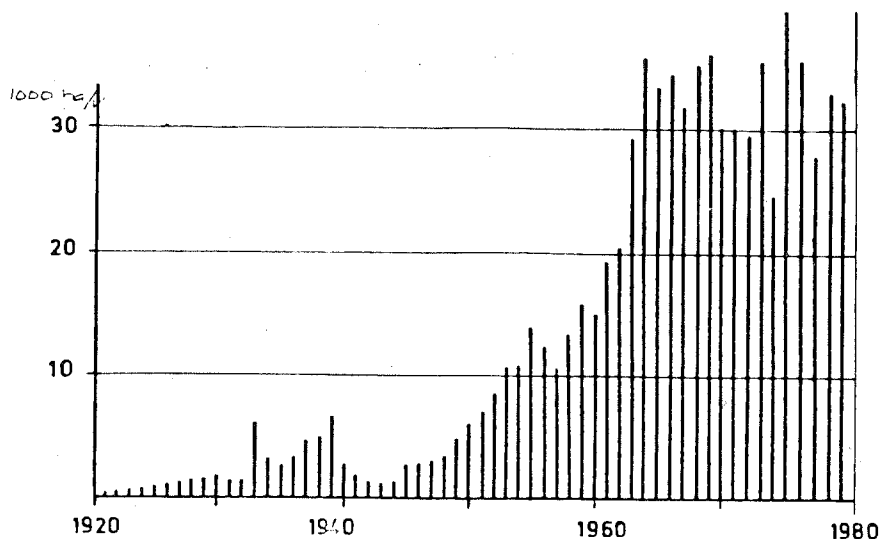
Kivien ohella täyttöaineena käytettiin myös risuja ja riukuja. Puutäytteisten ojien kestoikä etenkin keveillä mailla oli kuitenkin lyhyt (KALTIO 1968, s. 6).

Ensimmäiset järjestelmälliset ojitukset Suomessa tehtiin 1850-luvun alkupuolella. Lisävauhtia putkiojitukselle antoi Mustialaan v. 1855 tuotu putkipuristin, joka oli ensimmäinen salaojituksessa käytetty koneellinen laite (KALTIO 1968, s. 8).

Salaojitus rajoittui aluksi vain suuremmille tiloille ja ojat kaivettiin käsinkaivuna ilman valmistelemaa suunnittelua. Suomen salaojayhdistyksen (nyk. Salaojakeskus) perustamisvuonna v. 1918 oli vasta 1.4 % pelloista salaojitettu ja tiiliputkea oli käytetty vain 10 %:ssa tästä alasta (KALTIO 1968, s. 14).

Salaojitusvauhti pysyi melko verkkaisena 1950-luvulle asti. Ojitustekniikan kehittyessä ja koneellisen kaivun yleistyessä alkoivat vuosittaiset ojitusmäärät kasvaa.

Koneellinen kaivu syrjäytti lapiokaivun melko nopeasti. Tästä johtuen 1960-luvun alkupuolella lapiotyömaat alkoivat olla jo harvinaisia (KALTIO 1967, s. 60). Salaojitusmäärät kohosivat 1960-luvun puoliväliin mennessä nykyiselle tasolle keskimäärin 33 000 ha vuodessa (kuvio 1).



Kuvio 1. Salaojitusmäärät v. 1920-1980.

Kuitenkin maatalouden koneistuksen ja rationaalistamisen kehittyessä osottautui toteutunut salaojitusväuhti riittämättömäksi. Salaojituksen kehittämiseksi perustettiin neuvottelukunta, SARA-2000, joka suunnitteli salaojituksen kehittämissuunnitelman. Toimikunta asetti v. 1980 tavoitteeksi 1 000 000 ha:n salaojittamisen vuoteen 2000 mennessä.

Taulukossa 1 on esitetty alueittain ja maatalouskeskuksittain salaojitettu peltoala prosentteina alueen peltoalasta (ANON. 1981, s. 55).

Kainuun ja Lapin läänin maatalouskeskusten alueilla on salaojitus melko vähäistä, alle 10 % peltoalasta. Myös Oulun, Mikkelin, Pohjois-Karjalan ja Kuopion läänien maatalouskeskusten alueilla on vielä yli 4/5 salaojittamatta. Taulukosta 1 ei kuitenkaan ilmene, kuinka suuri osuus kunkin alueen peltoalasta voidaan viljellä ojattomana. Etenkin Itä-Suomen rinnealueilla voidaan peltoja jättää ojittamatta viljelyn siitä kärsimättä.

Taulukko 1. Salaojitettu peltoala ja salaojitusprosentti eri maatalouskeskusten alueilla.

Alue	Maatalouskeskus	Salaojitettu peltoala ha	Salaojitus-%
I	Varsinais-Suomen	244 341	68.2
	Satakunnan	184 787	51.6
II	Uudenmaan	139 270	59.1
	Hämeen läänin	78 448	53.6
	Pirkanmaan	115 350	30.5
	Itä-Hämeen	70 996	44.2
	Kymen läänin	160 076	35.1
III	Keski-Suomen	109 892	21.6
	Kuopion	160 435	18.4
	Mikkelin	104 718	10.3
	Pohjois-Karjalan	118 628	10.9
IV	Etelä-Pohjanmaan	274 033	32.5
	Österbott. svenska	155 460	25.6
V	Oulun	277 323	13.3
	Kainuun	53 384	4.4
	Lapin läänin	75 924	5.5
VI	Nylands svenska	78 448	53.6
	Finska hushåll.	30 526	46.7
	Koko maa	2 472 502	34.8

1.2. Salaojitus maatalouden investointina

Investoinnilla tarkoitetaan yleisessä merkityksessä sellaista menojen uhrausta, joista tuloa saadaan pitkän ajanjakson kuluessa ja joihin tavallisesti liittyy myöhemmin uhrattavia pienimpiä menoja (HONKO 1973, s. 13). Maatalousyrityksessä voidaan uhrauksia tarkastella kohdistettuna tuotantovälineisiin, joista yleisimpiä ovat koneet, tuotantorakennukset ja viljelysmaa (RYYNÄNEN ja PÖLKKI 1973, s. 215).

Investointien merkitys on yrityksen kannalta keskeinen ja ne takaavat oikein kohdistettuna menestyksellisen tuotannon ja mahdollistavat toiminnan tehostamisen. Investoinnit luovat HONGON (1973, s. 18) mukaan puitteet, joiden sisällä yrityksen lyhyen aikavälin suunnittelu tapahtuu. Oikeiden investointikohteiden valinta edellyttää tarkkojen suunnitelmien tekoa, sillä tehdyt päätökset vaikuttavat usein hyvin pitkään sekä ajallisesti että paikallisesti.

Investointisuunnittelun lähtökohtana on sijoittaa yrittäjän pää-oma ja työ mahdollisimman edullisella tavalla (MELEN ym. 1975 s. 14). Investoinnin kannattavuuden selvittäminen on tärkeä osa investointisuunnittelua. Myöskin viljelijäperheen työn tarkoituksenmukainen käyttö ja sosiaaliset tekijät on muistettava suunnittelussa. Suunnittelun joka vaiheessa on otettava huomioon epävarmuustekijät. Mitä pitkävaikutteisempi investointi on, sitä merkityksellisempiä ovat myöskin epävarmuustekijät.

Investointien suunnittelu perustuu laskelmiin, joilla pyritään selvittämään mahdollisimman seikkaperäisesti kunkin kohteen kannattavuus. Usein on mielekästä verrata hankkeen suhteellista kannattavuutta muihin vaihtoehtoihin. Investoinnin tuotto ja kustannukset määräävät rahoitustarpeen.

Investointien edullisuuden tutkimiseen on kehitetty erilaisia menetelmiä. RYYNÄSEN ja PÖLKIN (1975, s. 217) mukaan kannattavuutta voidaan laskea seuraavilla menetelmillä:

1. Annuiteettimenetelmä
2. Nykyarvomenetelmä
3. Takaisinmaksumenetelmä

Annuiteettimenetelmässä lasketaan lainan korot ja kuoletukset tai omaisuuseseen poistot ja korot vuosittain samansuuruisina erinä. Annuiteetti lasketaan kaavasta:

$$r = \frac{K \times 0.0p \times 1.0p^n}{1.0 p^{n-1}}, \text{ jossa}$$

K = hankintakustannukset

p = laskentakorkokanta

n = investoinnin kesto tai lainan takaisinmaksuaika

Annuiteettimenetelmä soveltuu sellaisenaan kohteisiin, joissa omaisuusesinettä käytetään suunnilleen yhtä paljon koko vuosi tai esineen tuottama hyöty on sama koko kestoian.

Nykyarvomenetelmä perustuu tuottojen ja kustannusten diskonttaukseen investoinnin toteuttamisajankohtaan. Menetelmän käyttö on välttämätöntä niissä tapauksissa, joissa investoinnin tuotto ei ole saman suuruinen joka vuosi.

Takaisinmaksumenetelmässä tarkastellaan aikaa, jonka kuluessa investointi "maksaa itsensä" takaisin. Menetelmää voidaan kutsua myös maksuvalmiusmenetelmäksi (RYYNÄNEN ja PÖLKKI 1975, s. 217 - 219).

Investointilaskelmien avulla kyetään tekemään taloudellisesti kannattavia päätöksiä ja vertailemaan eri investointikohteiden edullisuutta. Käytännön tilanteissa on usein tarpeellista arvioida eri investointikohteiden tärkeysjärjestys. Maatalouden investoinneista salaojitus on luonteeltaan pitkävaikutteinen. Sen kanssa toteuttamisjärjestyksestä kilpailevat muut pitkävaikutteiset investoinnit: maatilarakentaminen ja viljelymaan osto. Maatalouden muut investoinnit ovat vaikutukseltaan lyhytaikaisempia, mutta kustannuksiltaan ne voivat olla hyvinkin suuria ja saattavat siten siirtää pitkävaikutteisten investointien toteuttamista. Investointeja käsittelevän tutkimuksen mukaan maatilatalouden investoinnit jakaantuivat seuraavasti (IHAMUOTILA ja LEHTINEN 1980, s. 19):

Maatalousrakennukset	16.3 %
Peltomaan osto	5.1 %
Salaojitus ja muut perusparannukset	4.6 %
Koneet ja kalusto	47.4 %
Asuinrakennukset	13.9 %
Metsätalous	1.7 %
Metsämaan osto	2.8 %
Muu yritystoiminta	2.1 %
Sisarosuuksien lunastus	6.1 %
Yhteensä	100.0 %

Pitkävaikutteisista investoinneista suurin ryhmä on maatalousrakennukset ja vähäisimmän merkityksen saavat perusparannukset ja maanostoinvestoinnit.

Investointien keskinäistä merkitystä voidaan tarkastella myös tutkimalla sitä, miten tiloilla sijoitetaan kyseiseen kohteeseen. IHAMUOTILAN ja LEHTISEN (1980, s. 22) mukaan pitkävaikutteiset investoinnit painottuivat seuraavasti:

Maatalousrakennukset	18.3 %
Salaojitus ja muut perusparannukset	12.0 %
Viljelysmaan osto	1.8 %

Perusparannusinvestoinnit ovat lukumääräisesti huomattavasti tärkeimpiä kuin mitä niiden rahameno-osuus osoittaa. Tämä selittyy sillä, että salaojitukseen kerralla sijoitettava rahamäärä ei ole kovin suuri, koska salaojittaminen toteutetaan yleensä monessa jaksossa tilalla. Viljelysmaan ostoon joudutaan kerralla puolestaan sijoittamaan melko paljon, koska maan hinta on korkea.

Maatalouden yleinen rakennekehitys on vaikuttanut investointikohteisiin. Viimeisen 20 vuoden kuluessa ovat rakennusinvestoinnit kaksinkertaistuneet, mutta reaalin kasvu on ollut vain 15 %. Tämä kasvu kuvaa etenkin uusien rakennusten teknisen

tason kohoamista eikä niinkään rakennuskohteiden lukumäärän kasvua. Rakentaminen on ollut melko tasaista. Vilkkaimmat kaudet ajoittuvat sekä 1960- että 1970-luvulle (HEMILÄ, s. 79). Myös salaojituksen kehitys on ollut tasaista viimeisten 20 vuoden aikana. Vuosittaiset vaihtelut johtuvat suurimmaksi osaksi sääolojen eroista, sillä sateisina kesinä ei päästä ojitustavoitteisiin.

Tilakoko, tuotantosuunta sekä viljelijän ikä vaikuttavat investointimahdollisuuksiin ja -halukkuuteen. IHAMUOTILA ja LEHTINEN (1980, s. 21 - 32) ovat todenneet, että tilakoon kasvaessa kohoaa myös investointiaktiviteetti salaojitukseen ja muihin pitkävaikutteisiin investointeihin. Salaojitukseen investoi alle 15 ha:n tiloista vain 3 % ja yli 100 ha:n tiloista jo yli 25 %. Suuri tilakoko varmentaa rahoituksen. Saman tutkimuksen mukaan kuitenkin suurimmat investointimenot hehtaaria kohti oli 10 - 30 ha:n tiloilla.

Viljelijän ikä vaikuttaa investointipäätösten tekoon. Alle 50-vuotiaat ovat halukkaampia sijoittamaan tuotantotoimintaan kuin yli 50-vuotiaat, koska nuoremmalla viljelijällä on mahdollisuus saada tuottoa uhrauksesta vielä oman viljelykautensa aikana. Tulosta korostaa myöskin se, että pienten tilojen viljelijät ovat yleensä iäkkäämpiä kuin suurten tilojen viljelijät. Nuorimmat viljelijät salaojittavat peltojaan suhteellisesti vähemmän kuin vanhemmat, koska nuorten viljelijöiden taloutta rasittavat vielä sukupolvenvaihdoksen yhteydessä maksettavaksi langenneet suuret velat. Tällöin salaojitushankkeet joudutaan siirtämään myöhemmäksi. Tilanhoidon jatkuvuuden varmistuminen johtaa siihen, että isäntä investoi aktiivisemmin vanhempanakin. Sitä vastoin viljelijä ei ole halukas suurempiin investointeihin, jollei tilanhoidon jatkumisesta ole tietoa (IHAMUOTILA ja LEHTINEN 1981, s. 76).

Tuotantosuunta vaikuttaa siihen, että investointeja toteutetaan. Salaojitus oli yleisintä erikoiskasvien viljelyyn keskityneillä tiloilla. Kotieläinvaltainen tuotantosuunta ohjaa investointeja maanilarakentamiseen.

Samalla tuotantorakennuksen rakentaminen sitoo yrittäjän valitsemaansa tuotantosuuntaan. Jos tuotanto on jostain syystä lopetettu, rakennuksen hyödyntäminen on sen jälkeen vaikeaa. Vain suurilla muutosinvestoinneilla on mahdollisuus muuttaa rakennuksen käyttötarkoitus. Salaojitusinvestointi sen sijaan ei kytkeydy erityisesti mihinkään tuotantosuuntaan.

Salaojittamisesta johtuviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa melko vähän. Maaperätekijät määräävät ojitustarpeen ja käytettävät menetelmät. Salaojituskustannusten pääasillisin alentamiskeino rajoittuu viljelijäperheen työpanoksen lisäämiseen ojitustyössä. Työn vaatima ammattitaito rajoittaa kuitenkin viljelijäperheen työhön osallistumista. Urakoitsijat suorittavat nykyisin pääosan salaojituksista. Palkkatyövoiman osuus oli v. 1980 keskimäärin 36.7 % kokonaiskustannuksista (TOLVANEN ja TORVELA 1981, s. 17).

Investoinnin toteuttamispäätökseen vaikuttaa myös rahoituksen järjestymisen. Mikäli investointikohteeseen on mahdollista saada normaalia alhaisemmalla korolla pitkäaikaista lainaa, jo kohtuullinen tuotto riittää hoitokulujen peittämiseen. Lainoitus perustuu v. 1977 voimaan tulleeseen maatilalakiin, jonka mukaan maatilatalouden kehittämisrahastoon siirretään valtion budjetista vuosittain määräraha lain mukaista maatilojen rahoitusta varten. Varat ohjataan hakemusten perusteella joko lainoina tai avustuksina rahoitettaviin kohteisiin.

Maatilahallitus ohjaa maatilatalouden kehittämisrahaston varojen käyttöä ja pyrkimyksenä on ollut etupäässä tukea kehitysalueiden maataloutta ohjaamalla varoja sinne. Lainoitettavien tilojen tulee olla perheviljelmiä ja kooltaan sekä metsän tuotoltaan asetetut enimmäis- ja vähimmäisrajat täyttyviä. Maatilojen rakenteen ja toimintaedellytysten alueellisia eroja on pyritty poistamaan lieventämällä lainoitettaville tiloille asetettavia vaatimuksia siirryttäessä pohjoisemmaksi ja myöskin lainat ovat ehdoiltaan edullisempia kehitysalueella.

Kaikki ne pitkävaikutteiset investoinnit, joihin voi saada maatilalain mukaista lainaa, ovat melko samanarvoisia. Sala-

ojitukseen voi rahalaitoksesta saada valtion lainaa tai korkotukilainaa, jolloin valtio maksaa nykyisin viiden prosentin ylittävän korko-osan tai avustusta, mikäli tila täyttää avustukselle tarvittavat ehdot. Salaojitusavustuksen enimmäismäärä on kehitysalueen I vuohykkeellä enintään 40 % kustannusarviosta ja II vuohykkeellä enintään 30 %. Maatilarakentaminen ja viljelymaan osto ovat myös lainoituksen piirissä. Maan ostoon voi saada lainaa enintään 60 - 75 % kauppahinnasta alueellisista tekijöistä riippuen. Lainan korko on 2 - 5 %. Maatilarakentamiseen voi saada lainaa 60 % kustannusarviosta koron vaihdelllessa 3:sta 6 %:iin eri osissa maata. Sen sijaan koneiden ja kaluston ostoon ei myönnetä maatilalainoja joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta (TUISKU 1982, s. 26 - 34).

Investointipäätöksen teossa viljelijä ottaa huomioon myös tulevan verotuksen. Tuloverotuksessa voidaan vähentää enintään 20 % salaojien poistamattomasta hankintamenosta, rakennuksista enintään 10 % ja koneista ja kalustosta enintään 30 %. Verotus saattaa olla ratkaisevasti investointipäätökseen vaikuttava tekijä, sillä se voi keskinäisessä vertailussa vaikuttaa jonkin investoinnin maksuvalmiuden muita paremmaksi. Inflaation haitallinen vaikutus korostuu pitkävaikutteisissa investoinneissa, joiden poistoja tehdään useita vuosia ja perustana on kuitenkin toteuttamisajankohdan hintataso. Tällöin korkean inflaation aikana osa reaalisesta poistosta jää tekemättä (HANHILAHTI 1980, s. 9). Investoinnille täytyy sen vuoksi inflaation vallitessa asettaa korkeampi tuottovaatimus, kuin vakaan rahan arvon vallitessa. Toisaalta lainalla rahoitetussa investoinnissa kompensoituu inflaation vaikutus, kun lainan reaaliarvo alenee.

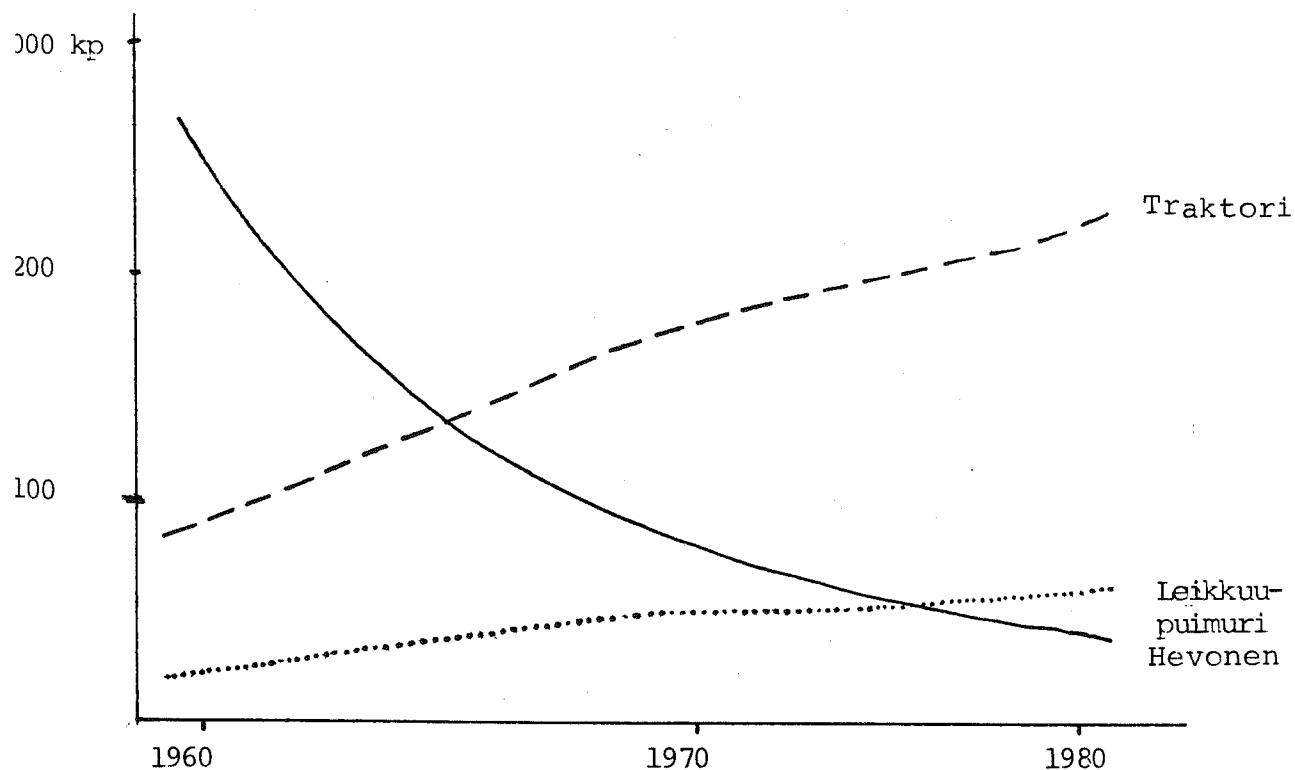
Investoinnilla pyritään kehittämään tilan tuotantoa. Investointipäätöstä tehtäessä eri vaihtoehtoja pyritään arvioimaan hyvin monelta taholta. Päätökset tehdään ottaen huomioon yksittäisen tilan tarpeet, mutta maatalouden investoinneilla on vaikutusta myös koko maatalouselinkeinon kehittymiselle. Harjoitettavalla maatalouspolitiikalla voidaan ohjata investointitoimintaa.

2. SALAOJITUKSEN HYÖTYTEKIJÄT

2.1. Sadon lisäys

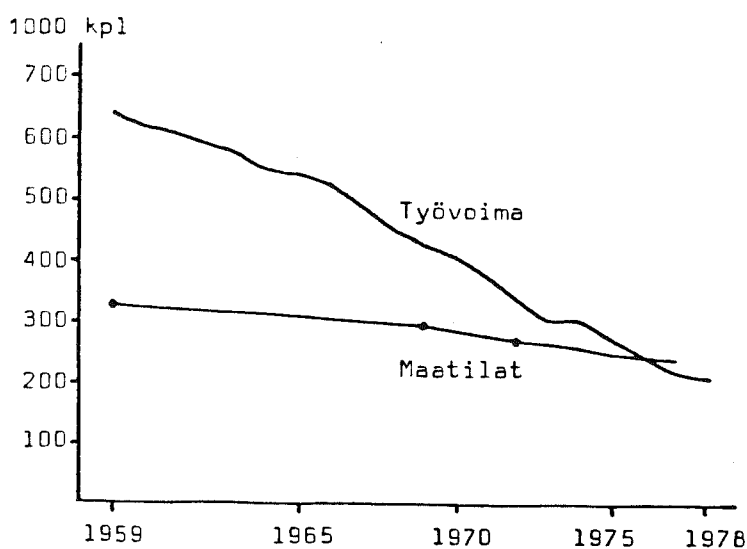
Arvo-ojitus on kilpaillut Suomen oloissa peltojen kuivatusmuotona salaojituksen kanssa miltei koko 1900-luvun alkupuoliskon. Vasta maatalouden nopea koneistaminen ja rationalisointi muuttivat mielipiteitä salaojituksen eduksi. Salaojituksen vauhdittamisen aikakaudelta on peräisin melko laajoja selvityksiä salaojituksen eri hyötytekijöistä. Vaikka ihmistyövaltaisuus on vähentynyt ja hevosen tilalle vetovoimaksi on tullut traktori, ovat aiemmin esitetyt hyötytekijät edelleen voimassa. Ulkopuolisten ostopanosten lisääntynyt käyttö on vain aiheuttanut uusia näkökohtia hyötyjen arviointiin.

Kuviosta 2 ilmenee maatalouden koneistamisen pääpiirteet maatilahallituksen tilastojen perusteella. Hevosten määrä on pienentynyt 20 vuoden aikana 1/7 osaan. Traktorien määrä on samana aikana kolminkertaistunut ja leikkuupuimureiden määrä on noin kymmenkertaistunut.



Kuvio 2. Traktorien, leikkuupuimurien ja hevosten määrän muutos 1959 - 1981.

Koneistumisen myötä maatalouden työvoima on vähentynyt voimakkaasti viimeisen 20 vuoden aikana. Maatilojen lukumäärän väheneminen ei kuitenkaan ole tällä aikavälillä ollut yhtä nopeaa. Tästä syystä tilaa kohti käytettävä työvoima on supistunut huomattavasti (HASSINEN 1980, s. 12). Palkkatyövoiman ja avustavien perheenjäsenten tekemä työ on korvautunut osittain konetyöllä. Kuviossa 3 on esitetty maatilojen lukumäärän ja vastaavasti maatalouden työvoiman kehitys viimeisen kahden vuosikymmenen aikana (HASSINEN 1980, s. 13).



Kuvio 3. Maatalouden työvoima v. 1959 - 1978 (1000 henkeä) ja yli 1 peltuhehtaarin maatilojen lukumäärä (1000 kpl).

Maatalouden rakennekehitykselle on ollut ominaista myös tilakoon kasvu. Rationalisoinnin yhteydessä viljelijät ovat pyrkineet kasvattamaan viljelyalaansa. Kun pienet tilat ovat lopettaneet tuotannon, on niiden viljelykset siirtyneet toisen tilan lisämaaksi. Tällöin tilojen lukumäärän muutos on aiheuttanut pienten ja keskisuurten tilojen määrän voimakasta pieneemistä. Seuraavasta asetelmasta ilmenee tilojen keskipinta-alan kehitys vuodesta 1959 vuoteen 1979 ja taulukosta 2 kokojakauman kehitys samaisena ajanjaksona (ANON. 1962, 1972, 1980).

Vuosi	tilojen keskipeltoala ha
1959	7.89
1969	8.98
1977	10.43
1959-1977	+ 2.54
muutos %	32.2

Viljelmän keskimääräinen peltopinta-ala on kasvanut vajaassa 20 vuodessa 2.54 hehtaarilla tilaa kohti. Kasvu ei ole ollut erityisen nopeaa, sillä vasta vuonna 1976 saavutettiin vuoden 1941 keskimääräinen peltopinta-ala.

Keskimääräiseen peltoalan kasvuun on vaikuttanut se, ettei viljelty ala ole vähentynyt yhtä nopeasti kuin tilojen lukumäärä. Vuosina 1959 - 1979 väheni viljelty ala 5.2 % ja tilojen lukumäärä 28.2 %. Taulukosta 2 ilmenee, että vain yli 20 peltohehtaarin tilojen lukumäärä on kasvanut vuodesta 1959 vuoteen 1977 (ANON. 1962, 1972, 1980).

Taulukko 2. Maatilojen kokojakauma (1000 kpl) v. 1959 - 1977.

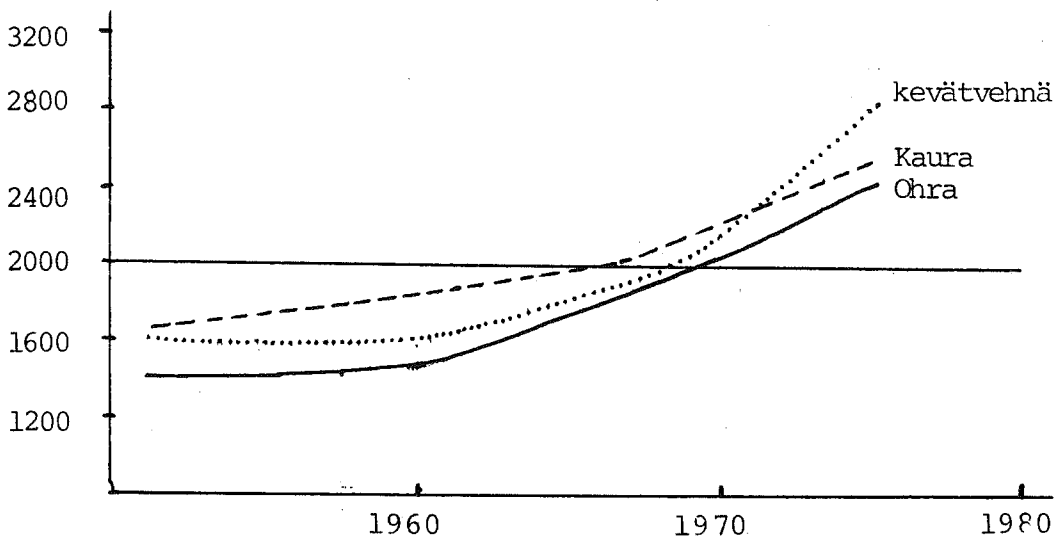
vuosi	Peltoa ha/tila					yht.
	1-4.9	5-9.9	10-19.9	20-49.9	50-	
1959	147.6	101.8	62.2	18.0	1.8	331.2
1969	108.8	98.0	68.0	20.6	1.9	297.3
1977	75.7	76.2	58.7	24.4	2.7	237.7
1959- 1977	-48.7 %	-25.1 %	-5.6 %	+35.6 %	+68.7 %	-28.2 %

Maatalouden lisääntyneestä ostopanosten käytöstä on esimerkkinä lannotteiden käytön lisääntyminen viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Taulukossa 3 on esitetty lannotteiden myynti Suomessa pääravinteiksi muutettuna (ANON. 1982, 3. 15).

Taulukko 3. Lannoitteiden myynti (kg/ha)

	N	P	K
1960	23	17	22
1970	58	27	40
1980	83	28	50

Lannoitemääriä lisäämällä on kyetty nostamaan viljelykasvien hehtaarisatoja. Kuviosta 4 nähdään kauran, ohran ja kevätvehnän satokehitys v. 1950 - 1975 (MELA ja HAAPALAINEN 1976).



Kuvio 4. Kauran, ohran ja kevätvehnän sadot vuosina 1950 - 1975.

Edellä on tarkasteltu yleisiä kehityssuuntia, jotka ovat johdaneet peltokasvien satotason kohoamiseen. Salaojituksella saatava sadon lisäys voidaan jakaa kahdeksi tekijäksi. Tärkein on kasvupinta-alan lisääntyminen ja toisena reunahaitan pieneeminen. Lisäksi tehokkaampien viljelymenetelmien käyttö salaojitetulla alueella lisää satoa. Myös rikkakasvien torjunta on helpompaa salaojitetulla kuin avo-ojitetulla alueella.

2.1.1. Hyötypinta-alan lisääntyminen

Pääasillisin satoa lisäävä vaikutus salaojituksella saavutetaan hyötypinta-alan kasvuna. Salaojitetun pellon ala on koko-

naisuudessaan hyötypinta-alaa. Sarkaojitetun pellon hyötypinta-alaa pienentää se hukka-ala, joka koostuu saran kokonaisleveyden ja muokatun osan erotuksesta (PÄLIKKÖ 1980, s. 91). Hyötypinta-alan suuruus määräytyy sarkaojien määrän ja koon perusteella. Lisäksi pientareen leveyteen vaikuttaa viljeltävä kasvi ja käytettävissä oleva koneistus.

JUUSELAN ja WÄREN (1956) suorittama inventointi Suomen peltojen kuivatustilasta antaa kuvan sen aikaisen sarkaojitetun pellon mitoista. Hukkaleveys on ollut keskimäärin 1.4 m. Heidän mukaansa maalajin vaikutus hukkaleveyteen on ollut seuraava:

Maalaji	Hukkaleveys cm	Maalaji	Hukkaleveys cm
Mr	144	HsS	137
Hk	147	As	128
Ht	141	LjS	130
He	138	Ct	160
Hs	137	Keskim.	140

Hukkaleveys on suurin eloperäisillä mailla ja pienin savipitoisilla mailla. Saman tutkimuksen mukaan keskimääräinen saran pituus oli 134 m. Eloperäisillä maalajeilla sarat olivat 133 m, savimailla 135 m ja moreenimailla 110 m pitkiä.

Sarkojen kokonaisleveys oli mainitun tutkimuksen mukaan keskimäärin 13 m. Taulukossa 4 on esitetty sarkojen leveydet maalajeittain (JUUSELA ja WÄRE 1956, s. 67) ja keskeisimmät suositukset (PÄLIKKÖ 1980, s. 91).

Taulukko 4. Sarkojen keskileveydet ja suositukset eri maalajeilla

Maalaji	Sarkaleveys m	Yleiset suositukset m
Mr	13.7	15 - 20
Hk	12.8	20 - 25
Ht	12.9	20 - 25
He	13.0	15 - 20
Hs	13.2	10 - 15
HsS	12.8	10 - 15
As	11.1	10 - 15
LjS	12.7	20 - 40
Ct	13.4	15 - 25
Keskim.	13.0	

Keskimääräinen sarkojen pinta-ala oli yllä mainitun kuivatus-tilatutkimuksen perusteella 0.17 ha. Näin ollen hehtaarin avo-ojitetulla kuviolla oli hyötypinta-alaa ainoastaan 0.89 ha. Tällaisen kuvion salaojituksella saadaan viljelykseen lisäaluetta 0.11 ha. Pinta-alan lisäys on siten 12.3 %, mikä on salaojituksen suoranainen hyötytekijä.

Sarkaojien tiheys kuvaa JUUSELAN mukaan hevostyökauden tilanetta (kuvio 2). Koneistamisen yleistyessä on kapeista saroista pyritty pääsemään eroon. Edullisten, kuivien kasvukausien jälkeen sarkaojia on kynnetty umpeen salaojittamatta. Useissa tapauksissa joka toinen oja on poistettu. Taulukon 4 suositusten perusteella voidaan arvioida, ettei tällainen menettely kaikilla maalajeilla ole vaarantanut ratkaisevasti kuivatustehoa.

2.1.2. Reunahaitan pieneneminen

Peltojen reunaosien sato jää pienemmäksi kuin pellon keskiosan. Tätä ilmiötä kutsutaan reunavaikutukseksi (ANON. 1963, s. 14). Reunan läheisyys aiheuttaa sadon vähenemisen lisäksi myös sadon laadun huonontumista, mm. viljakasvien hehtolitrapaino jää reuna-alueella keskiosaa pienemmäksi. Reunavaikutus korostuu, jos peltokuvio rajoittuu ojaan, jolloin ajoetäisyys ojasta on riskittömän ajon takia pidettävä riittävänä. Heikoman kasvun aiheuttaa pääasiassa pellon reunojen huonompi muokkautuvuus, joka johtuu reuna-alueen mättäisyydestä ja alhaisemmasta muokkausnopeudesta (PELTOLA 1981, s. 23). Mikäli reuna-alue halutaan muokata kunnolla, joudutaan tekemään lisätyötä, jolloin maaperä voi haitallisesti tiivistyä useiden ajojen vuoksi.

Ruotsalaisen tutkimuksen (ANON. 1963, p. 69) mukaan reunavaikutuksen suuruuteen vaikuttavat lähinnä kasvilaji, reunatyyppi ja maalaji. Saman tutkimuksen mukaan reuna-alueet luokitellaan ominaisuuksien perusteella c-, d- ja e-tyyppeihin. Eri tyyppiä kuvataan seuraavasti (ANON. 1963, p. 14):

- c-tyyppi: Pelto rajoittuu ojaan tai viljelemättömään maahan, jossa ei ole puustoa tai pensaikkaa. Reuna on kyntösuunnan mukainen.
- d-tyyppi: Pelto rajoittuu ojaan tai viljelemättömään maahan, jossa ei ole puustoa eikä pensaikkaa. Reuna muodostaa joko vinon tai suoran kulman kyntösuunnan kanssa.
- e-tyyppi: Pelto rajoittuu toiseen tuotantolohkoon siten, ettei välissä ole ojaa. Reuna on kyntösuunnan mukainen

Maalajilla ei ole käytännön kannalta ratkaisevaa merkitystä reunavaikutuksen suuruuteen. Eloperäisillä mailla reunavaikutus on jonkin verran suurempi kuin savipitoisilla kivennäismailla. Hyvissä oloissa voidaan kovapohjaisilla maalajeilla ajaa raskaillakin koneilla lähellä ojanreunaa (ANON. 1963, p. 40).

Eri viljelykasveilla reunavaikutuksen erot johtuvat lähinnä viljelytekniikasta ja kasvin vaateliaisuudesta. Heinäkasveilla reunavaikutus on pieni. Mikäli nurmelle kylvetty alue laidunnetaan, voidaan katsoa, ettei reunahaittaa esiinny. Viljakasveilla reunavaikutus heikentää selvästi satoa. Juurikasveilla nykyaikaiset korjuukoneet vaativat laajan reuna-alueen. Käytännössä juurikasvikuvoiden reunat kylvetään usein kevätiljalle, joka voidaan puida ennen juurikkaan nostoa.

Salaojitetulla pellolla reunahaitta-alana on vain piiriojaan rajoittuva reuna. Sarkaojitetulla pellolla aiheuttavat sarkaojat lisäksi reunahaittaa saran kummallakin reunalla. Määrittelymällä sarkaojista aiheutuva reunahaitta voidaan laskea salaojituksen hyöty tältä osin. Piiriojista aiheutuvaan reunahaittaan ei ojitusmuoto vaikuta.

2.2. Viljelykustannusten vähentyminen

Salaojituksen avulla saavutettava kustannusten säästö koostuu pääasiassa ihmis- ja konetyön vähenemisestä, pienemmästä aine-

menekistä päälleikäiskylvön vähentyessä sekä sarkaojien kunnossapidon poistumisesta (TOLVANEN ja TORVELA 1981, s. 44).

2.2.1. Ihmis- ja konetyön vähentyminen ja kaksinkertaisen kylvön poisjääminen

Salaojitetulla pellolla voidaan käyttää suuriakin koneita tehokkaasti. Konetyöt voidaan suunnitella kullakin peltokuvion la ajosuunnaltaan mahdollisimman edullisiksi. Tehokkaamman työskentelyn vuoksi voidaan vähentää sekä ihmis- että konetyötä.

Tärkeimpiä ihmis- ja konetyönmenekkiin vaikuttavia tekijöitä ovat peltokuvion koko ja muoto sekä koneistusaste (PELTOLA 1981, s. 23). Peltokuvion koko ja muoto määräävät ajotekniikan ohella, kuinka paljon joudutaan tekemään käännöksiä ja kuinka hyvin työkoneen tehollinen työleveys sopii peltokuvion mittoihin.

Työnmenekin muutoksesta salaojituksen jälkeen saadaan paras kuva, kun tarkastellaan eri muotoisten ja kokoisten peltokuvioiden työnmenekkiä viljelyskasveittain. Erilaisten kuvioiden työnmenekkiä nykyisellä koneistuksella on tutkittu jonkin verran sekä meillä että muualla Pohjoismaissa.

Tanskalaisessa työnmenekkitutkimuksessa (Arbetsforbrugets... 1971) on määritetty työvaiheittain tavallisimpien työkoneyhdistelmien peltotyönmenekit. Eri kokoisten ja muotoisten kuvioiden työnmenekki on laskettu sijoittamalla osatoiminta-ajat tietyille viidelle kuviotyypille.

Työnmenekki kuvaa pellolla suoritettua työtä. Valmistelu- ja siirtymisajat eivät sisällyneet työnmenekkiin. Oleellisimmaksi tulokseksi tanskalaisessa tutkimuksessa tuli se, että työnmenekki on pienin suorakaiteen muotoisella kuviolla. Neliön ja kolmionmuotoisen kuvion työnmenekin välillä ei todettu olevan merkitsevää eroa. Suorakulmaisen kolmion muotoisen pellon työnmenekki oli pienin, kun kulmat olivat 60° , 90° ja 30° (ANON).

1971, p. 11 - 20).

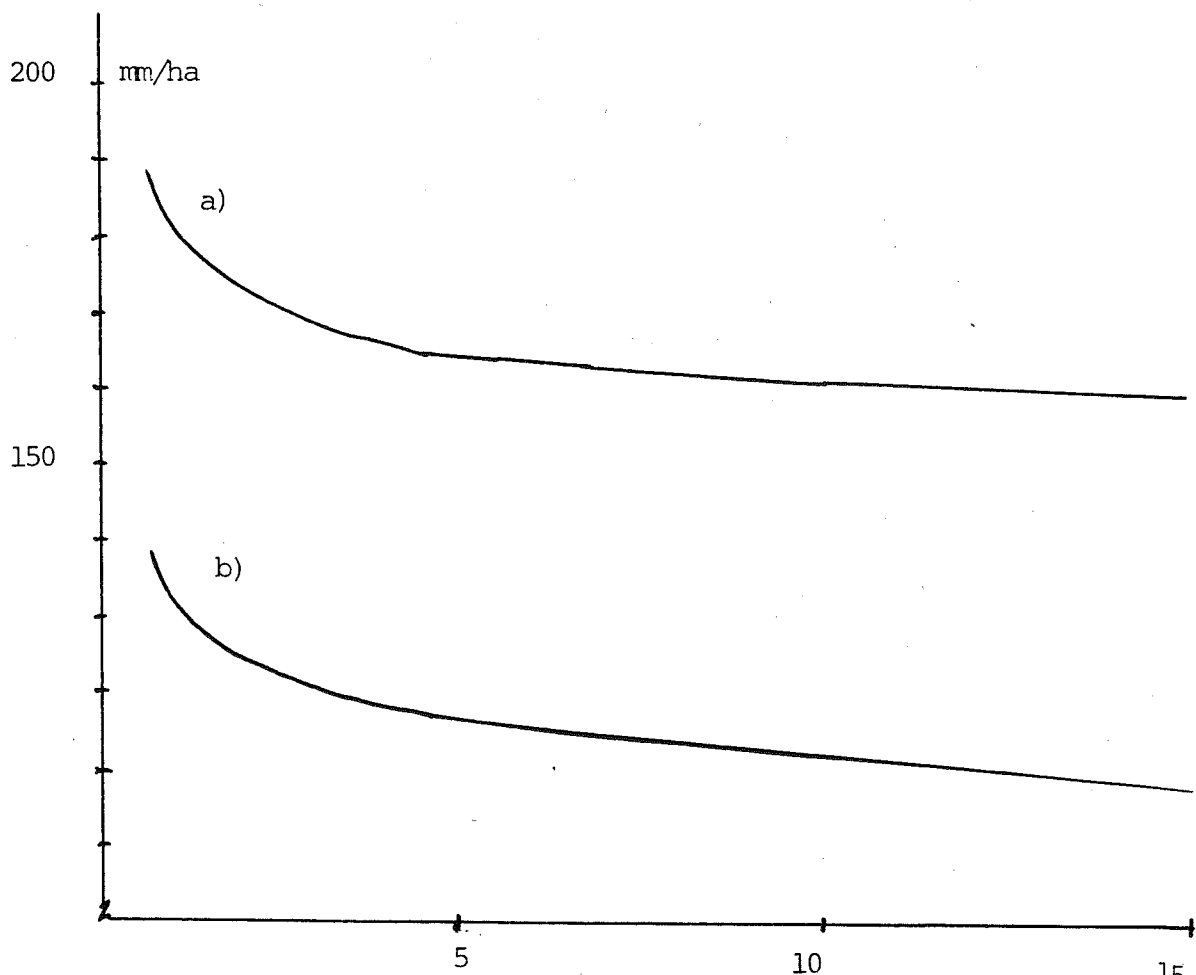
Peltokuvion pinta-alan kasvaessa sen muodon vaikutus työnmenekin suuruuteen väheni. Useimmissa peltotöissä vaikutus loppui tutkituilla kuvioilla, kun pinta-ala lisääntyi kahdeksaan hehtaariin. Taulukossa 5 on esitetty muokkauksen työnmenekki viidellä eri kuviolla peltokuvion koon kasvaessa (ANON. 1971, p. 12). Lisäksi voidaan verrata työleveyden suurentamisesta koituvan työnmenekin säästöä pinta-alayksikköä kohti. Verrattaessa tuloksia Suomen oloihin on muistettava, ettei tanskalainen maaperä vaadi niin suurta vetovastusta kuin suomalainen.

Taulukko 5. Työnmenekki (min)ha) äestettäessä eri työleveysillä joustopiikkiäkeellä eri tyyppisillä kuvioilla.

	Peltokuvion koko					
	ha					
	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0
Työleveys 3.2 m						
Suorakaide 1:4	30	25	24	23	22	22
Suorakaide 1:2	31	26	25	23	23	22
Neliö	34	27	25	24	23	22
Kolmio 60 ^o -90 ^o -30 ^o	32	27	25	24	23	-
Kolmio 45 ^o -90 ^o -45 ^o	34	27	26	25	23	-
Työleveys 4.65 m						
Suorakaide 1:4	26	23	21	20	19	19
Suorakaide 1:2	26	23	21	20	19	19
Neliö	28	23	21	20	19	19
Kolmio 60 ^o -90 ^o -30 ^o	26	23	21	20	20	-
Kolmio 45 ^o -90 ^o -45 ^o	28	24	22	21	20	-
Työleveys 6.30 m						
Suorakaide 1:4	24	19	18	17	16	16
Suorakaide 1:2	24	20	18	17	16	16
Neliö	26	20	19	17	17	16
Kolmio 60 ^o -90 ^o -30 ^o	24	20	19	17	17	-
Kolmio 45 ^o -90 ^o -45 ^o	24	20	19	17	17	-

Suurin työnmenekin muutos tapahtuu pienillä kuvioilla. Näillä myös kuvion muoto vaikuttaa eniten. Kuitenkaan äestyksessä kuvion koon vaikutus työnmenekkiin ei ole erityisen suuri. Tutkimuksen mukaan todettiin äestyksen lisäksi työnmenekin muutos pieneksi myös jyräyksessä, lannoitteen levityksessä pinta-lannoittimella ja kasvinsuojeluruiskutuksessa. Suurempi vaikutus työnmenekkiin kuvion koolla oli sen sijaan kylvön, kynnön ja leikuupuinnin yhteydessä (ANON. 1971, p. 14 - 16).

Koneistusasteen vaikutus työnmenekkiin tulee esille tanskalaisen tutkimuksen mukaan töissä, jotka vaativat runsaasti vetovoimaa. Kuviossa 5 on esitetty kynnön työnmenekki eri kokoisilla auroilla ja auran koon mukaan mitoitettulla työkonella. Työnmenekin ero kaksi- ja kolmiteräisen auran välillä oli keskimäärin 50 min hehtaaria kohti, kun äestyksessä työlevyden lisääminen 4.7 m:stä 6.3 m:iin vähensi työnmenekkiä keskimäärin kolme minuuttia hehtaaria kohti (ANON. 1971, p. 19).



Kuvio 5. Kynnön työnmenekki suorakaiteen muotoisella kuviolla a) kaksiteräisellä ja b) kolmiteräisellä auralla.

KILPINEN (1980) on soveltanut tanskalaisen tutkimuksen tuloksia määrittäessään rationalisointihyötyä ojien putkituksessa. Kilpinen on käyttänyt Suomen oloihin soveltuvaa koneistusastetta ja työmenetelmiä. Taulukossa 6 on esitetty esimerkkinä työmenekki-vertailu kolmella eri kuviolla käytettäessä eri työleveyksiä. Erikokoisten ja -muotoisten kuvioiden työmenekkiä Kilpinen on verrannut peruskuvion työmenekkiin. Peruskuviona on ollut 16 ha:n suorakaiteen muotoinen kuvio, jonka sivujen suhde oli 1:4. Lisätyömenekki on hinnoiteltu käyttäen hyväksi vahvistettuja maatalouskoneiden ohjevuokrasuosituksia (KILPINEN 1980, s. 107).

Kuivatushyötyjä selvittelevä ruotsalainen tutkimus on aloitettu jo 1940-luvulla. Se sai alkunsa Vänern-järven säännöstelyn yhteydessä ilmenneiden vahinkoarvioinnin vaikeuksien selventämiseksi (ANON. 1963, p. 3). Tutkimus oli laaja ja se käsitti maatilaa kannattavuuteen vaikuttavien rakenteellisten tekijöiden selvityksiä sekä myös kuivatustilan muutoksien vaikutusten seikkaperäistä arviointia. Rakenteellisten tekijöiden vaikutusta selvitti v. 1947 muodostettu Fältarronderikomitten. Sen työtä jatkoi v. 1957 perustettu Arronderingsutredningen, joka sai työnsä valmiiksi v. 1963. Maatalouden nopean kehityksen vuoksi tutkimus on mm. viljelystekniseltä osalta vanhentunut. Kuitenkin selvityksessä on esitetty rationalisointihyödyn määrittelemisen kannalta yleispäteviä määritelmiä, joita voidaan hyvin soveltaa tämän päivän maatalouteen.

Arronderingsutredningen (1963, p. 49) esittää peltokuvion muodosta ja koosta aiheutuvan haitan koostuvan kolmesta eri tekijästä.

1. Käyttökustannuksien lisääntyminen
2. Kaksinkertaisen kylvön ja lannoituksen ainekustannus
3. Reunan aiheuttaman menetetyn satomäärän arvo

Eri kokoisten ja muotoisten kuvioiden kustannuksia verrattiin ideaaliseen kuvioon, josta oletettiin, että kyseiset tekijät eivät enää vaikuta. Käyttökustannusten lisääntyminen AT_b voitiin laskea kaavasta (ANON. 1963, p. 49).

Taulukko 6. Viljan viljelyn työmenekki (min/ha) työlajeittain kolmena eri kuviona
 Kokoluokittain (KILPINEN 1980, s. 102).

Kuvion malli	Kuvion pinta-ala ha																
	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0											
Kyntö	142	162	166	130	143	149	121	130	136	116	123	127	113	118	121	111	114
Æstys	60	68	68	50	54	54	48	50	52	46	48	50	45	46	46	44	44
Väkilannoittai- den levitys	16	16	16	15	15	16	14	14	15	14	14	15	14	14	14	14	14
Kylvö	46	52	52	38	41	43	34	36	38	31	33	34	30	31	32	29	30
Jyrräys	30	34	32	28	30	29	27	28	28	26	27	27	26	26	26	25	26
Kasvinsuojeluai- neiden ruiskutus	16	18	18	15	16	16	12	12	13	11	11	12	10	10	11	10	10
Leikkupuintti	108	118	126	96	104	109	91	97	102	88	91	95	86	88	91	85	86
Yhteensä	418	468	478	372	403	415	347	367	384	332	347	359	325	333	341	318	324

$$AT_b = ak_a + bk_b + k_{yh} + nk_{eh} + pk_p + k_{st}$$

jossa a = peltokuvion suurin leveys pääviljelysuuntaan nähden kohtisuorassa olevalta sivulta

k_a = 100 m:n leveydellä tapahtuvista käänöksistä aiheutuva kustannus

b = pääviljelysuunnan pituus

k_b = termi, joka koostuu pääviljelysuuntaa vasten kohtisuorasti tapahtuvien viljelytoimenpiteiden kustannuksista 100 m kohti

k_{yh} = kulmista aiheutuva lisätyö

k_{eh} = lisäkulmasta aiheutuva kustannus

n = lisäkulmien lukumäärä (kulmien luku, joka ylittää neljän)

pk_p = lisäkustannus, jos käänöstä tehtäessä reuna ei ole kohtisuorassa pääviljelysuuntaa vasten

k_{st} = termi, joka sisältää valmistelu- ja lopetteluajat eri työvaiheille

Kenttäkoneiden avulla selvitettiin laskennassa tarvittavat perustiedot, jolloin kaavan avulla voidaan laskea kustannusten lisääntyminen, kun hintatiedot ovat selvillä.

Samoja merkintöjä hyväksi käyttäen voidaan esittää kaksinkertaisen materianlevityksen laskennallinen haitta AT_{sg} (AU 1963, p. 59).

$$AT_{sg} = ak_a + bk_b + pk_p,$$

jossa ak_a = lisäkustannus, joka riippuu peltokuvion leveydestä

bk_b = lisäkustannus, joka aiheutuu, kun työkoneen leveys ei ole peltokuvion leveyden kerrannainen. Pääviljelyssuunnan mukaisen sivun pituus määrää kustannuksen suuruuden

pk_p = käänöksien lisäkustannus, mikäli käänös ei tapahdu kohtisuorasti pääviljelyssuunnan kanssa

p = vinokulmien sivujen pääviljelyssuuntaisten projektoiden summa

k_p = kokeellisesti määrätty kerroin

Tutkimuksessa määritettiin kaksinkertaisen materianlevityksen pinta-alat, jolloin voitiin määrittää materianmenetykset. Niilta

alueilta, joille siementä ja lannoitetta menee kaksinkertainen määrä, ei voida saada normaalia satoa joko liiallisen lakoon-
tumisen tai tuleentumattomuuden vuoksi. Kasvinsuojeluruisku-
tusten yhteydessä saattaa liiallinen annostus aiheuttaa myös
viljakasveihin vaurioita.

Yhdistämällä AT_b ja AT_{sg} ($AT = arronderingstal$) käyttö- ja tar-
vikekustannusten lisäys voidaan laskea eri kuviotyypeille kysei-
sistä tekijöistä riippuva lisäkustannus tai vastaavasti hyöty
(AU 1963, p. 78).

KILPINEN (1980, s. 111 - 113) on määritellyt matemaattisen riip-
puvuuden lisätyönmenekistä ja kaksinkertaisesta ainemenekistä
johtuvalle lisäkustannukselle pinta-ala suhteen. Riippuvuutta
kuvaava funktio on muotoa:

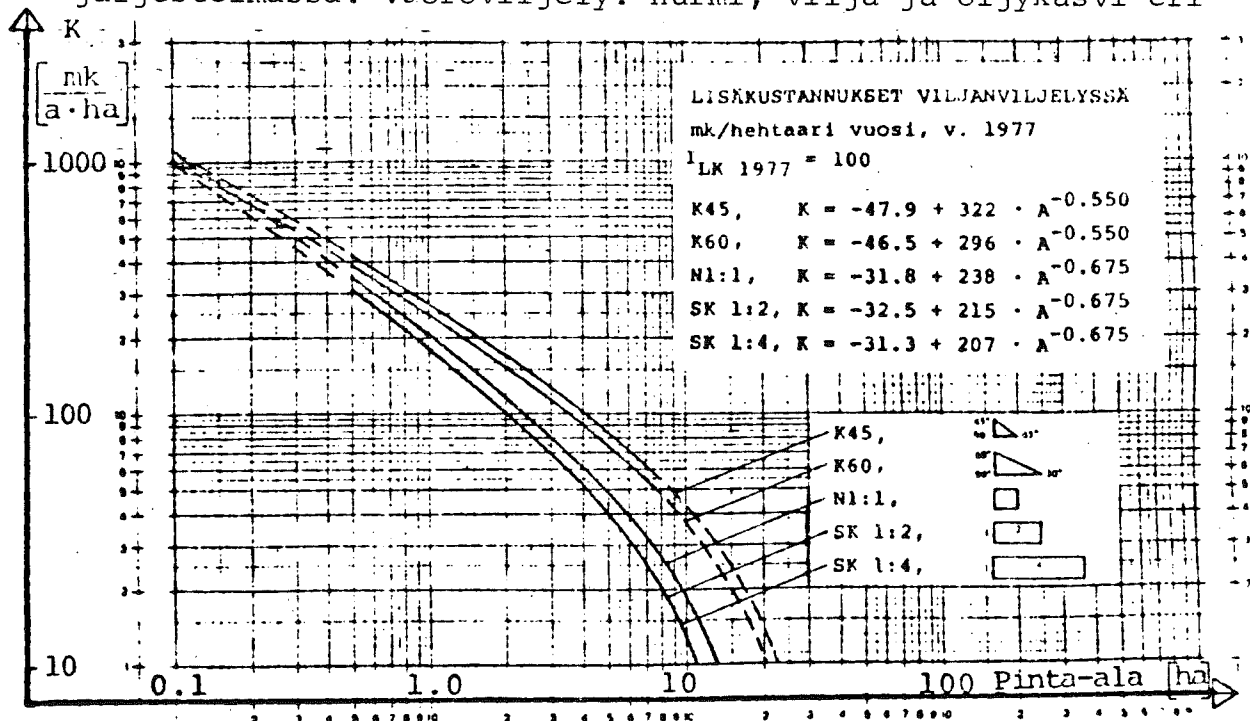
$$K = a + b - A^c$$

jossa $K =$ lisäkustannukset

a, b ja $c =$ kuviokohtaiset vakiot

$A =$ kuvion pinta-ala

Kuviossa 6 on esitetty yllä olevan funktion kuvaajat viljely-
järjestelmässä: vuoroviljely: nurmi, vilja ja öljykasvi eri



Kuvio 6. Lisäkustannukset v. 1977 (mk/ha/vuosi) viljanvilje-
lyksessä.

kuviotyypeillä. Kuvion ylälaidassa on esitetty vastaavat funktiot. Hintatiedot ovat vuodelta 1977 (KILPINEN 1980, s. 113).

Erialaisten kuviotyyppeiden työnmenekkitutkimuksia ovat Suomessa esittäneet PEHKONEN ja LINDHOLM (1979) sekä PELTOLA ym. (1979). Tutkimuksien soveltamistavoite on vaikuttanut niiden tarkasteluperusteisiin. Pehkosen ja Lindholmin tutkimuksessa on ollut uuden pakkolunastuslain korvauserusteiden määrittäminen.

PEHKONEN ja LINDHOLMIN (1979) tutkimuksessa on esitetty kuvion koon ja muodon vaikutus käänösaikoihin eri viljelytoimenpiteillä. Käänösaikojen muutosten perusteella on johdettavissa eri kuviomallien työmenekit. MATTILA (1980) on johtanut Pehkosen ja Lindholmin tutkimustulosten pohjalta päästekustannusten arvioimisperusteet. Tutkimuksen tarkoituksena on ollut luoda perusteet korvausmenettelylle peltoalueiden pakkolunastuksessa. Tutkimuksen tuloksia voidaan soveltaa myös tilanteeseen, jossa sarkaojitettu pelto salaojitetaan.

Pehkosen ja Lindholmin tutkimuksen lähtökohtana on ollut selvittää kenttäkokeilla eri suuruisten päästekulmien käänösaikoja. Päästekulmalla tarkoitetaan tässä päästeen ja pääajosuunnan välistä kulmaa. Tutkittavina töinä olivat kyntö, muokaus, kylvä ja lannoitus, jyräys ja kasvinsuojeluruiskutukset. Päästekulmina käytettiin kokeessa 30° , 45° , 60° , 90° , 120° , 135° ja 150° kulmia. Ajotavaksi kussakin kulmassa valittiin käänökseen parhaiten soveltuva ajotapa; kaista-, sarka- tai ympäriajo (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 5). Liitteessä 1 on esitetty ajotavat sarka- ja salaojitetulla pellolla. Kääntymisaika havainnoitiin silmävaraisesti. Kääntyminen katsottiin alkavan silloin, kun etupyörät alkoivat kääntyä ja päättyvän siihen, kun traktori työkoneeseen oli palannut takaisin täysin pääajosuuntaan. Seuraavassa on esitetty joitakin tuloksia käänösaikakokeista (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 15). Kynnössä joutui jokaisessa päästekulmaluokassa nostamaan aurat maasta ja peruuttamaan uudelle kyntösuunnalle, jolloin käänösajat muodostuivat melko pitkiksi (taulukko 7).

Taulukko 7. Eri päistekulmien käänösajat kynnössä.

Päistekulma astetta	Ajotapa	
	sarkakyntö cmin/käänös	Kuviokyntö cmin/käänös
30	56	29
45	37	27
60	35	27
90	33	22
120	33	17
135	33	16
150	38	16

$$(1 \text{ cmin} = \frac{1}{100} \text{ min})$$

Suuri päistekulma vähentää olennaisesti kääntymisaikaa. Taulukosta 8 nähdään kylvölannoituksen käänösajat. Päistekulmalla 150° on työ voitu tehdä ympäriajona siten, ettei konetta ole tarvinnut nostaa maasta välillä (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 17).

Taulukko 8. Eri päistekulmien käänösajat kylvölannoituksessa.

Päistekulma astetta	Salaojitus		Avo-ojitus cmin/käänös
	kaista-ajo cmin/kään.	ympäriajo cmin/kään.	
30	30	49	32
45	30	51	30
60	29	43	29
90	33	40	23
120	33	33	23
135	35	31	22
150	32	4	26

Avo-ojitetun pellon käänösajat vastaavat salaojitetun pellon käänösaikoja kaista-ajossa. Koejärjestelyissä oletettiin avo-ojitetun pellon päisteen leveydeksi 6 m. Tällöin avo-ojat eivät vaikuta käänösaikoihin kylvölannoituksessa.

Käännösaikakokeiden tulokset ovat samansuuntaisia tietyillä työskentelytavoilla. Ympäriajossa käännösaika vähenee päistekulman kasvaessa. Tämä korostuu sellaisissa töissä, joissa suurilla päistekulmilla voidaan ajaa yhtämittaisesti. Kaistaajossa lyhyimmät käännösaajat saatiin lähellä suoraa kulmaa olevilla päistekulmilla (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 23).

Kun käännösajoista halutaan päästä kokonaistyönmenekkiin, täytyy käännösaikojen lisäksi tuntea myös työkoneen työleveys ja ajokertojen määrä kasvukautena. Työkoneen työleveys käännösten lukumäärän tietyn kokoisella kuviolla. Pehkosen ja Lindholmin tutkimuksessa on käännösten lukumäärä määritetty 100 m leveätä kaistaa kohti. Täten kapeilla työkoneilla työskenneltäessä käännöksiä tulee runsaasti ja myös käännösaikojen merkitys korostuu. Niittosilppurilla tarvitaan kasvukauden aikana keskimäärin 100 m leveällä kaistalla yli 100 käännöstä, kun kasvinsuojeluruiskulla keskimäärin vain noin viisi (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 34). Taulukossa 9 on esitetty kynnön kokonaiskäännösaikoja 100 m:ä kohti käytettäessä eri auratyyppejä (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 75).

Taulukko 9. Kynnön kokonaiskäännösaikoja min/100 m sarkaajossa, kyntäkaistan leveys 50 m.

Päistekulma astetta	Auran koko		
	2 x 14"	2 x 16"	3 x 16"
30	50	43	29
45	30	27	18
60	26	23	15
90	23	20	14
120	24	21	15
135	27	25	17
150	37	33	22

Tuloksissa on otettu huomioon vinojen päisteiden vaatima ajo-
matkan kasvu käännösten yhteydessä, mikä osaltaan lisää suoran
kulman edullisuutta työmenetelmien kannalta.

Kylvölannoituksessa kokonaistyönmenekin erot jäävät melko pieniksi, mikä johtuu työkoneen suhteellisen suuresta työleveydestä ja yhdestä ajokerrasta kasvukauden aikana. Taulukossa 10 on esitetty kylvölannoituksen kokonaistyönmenekki kaista-ajona (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 39).

Taulukko 10. Käännösajat kylvölannoituksessa yhteensä min/100 m kaista-ajona.

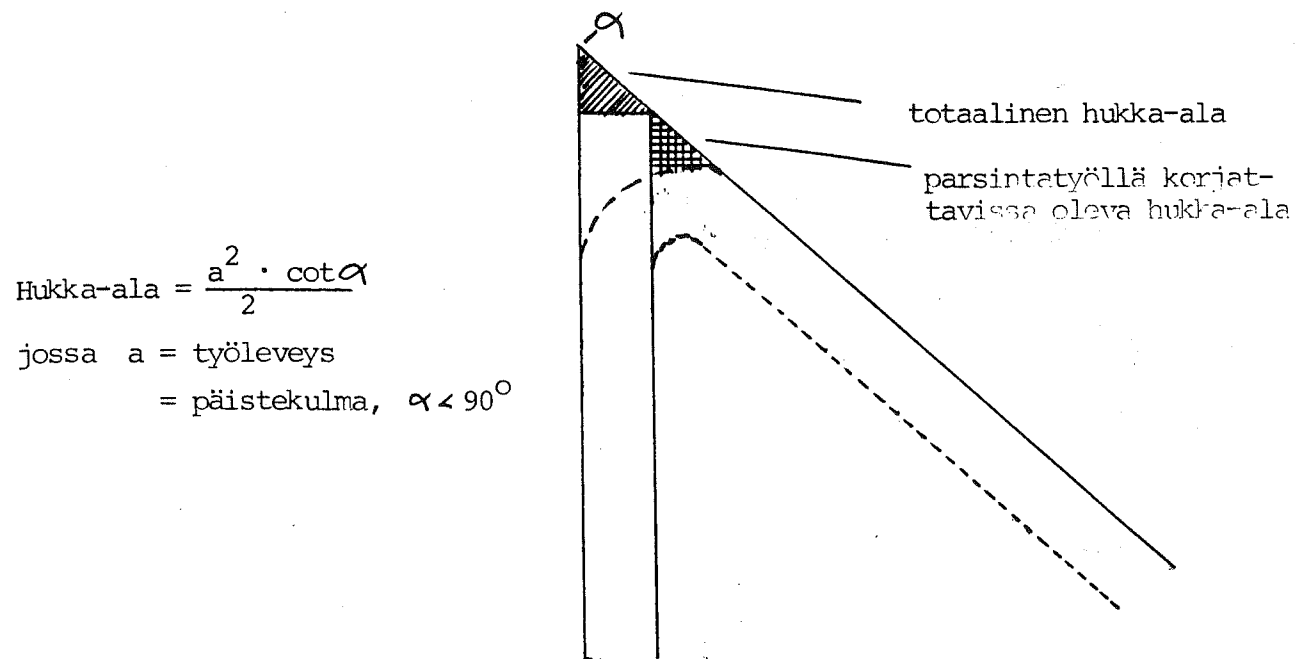
Päistekulma astetta	Koneen työleveys		
	2.0 m	2.5 m	3.0 m
30	8.0	6.4	5.4
45	7.7	6.1	5.1
60	7.2	5.2	4.8
90	5.7	4.5	3.8
120	5.7	4.6	3.8
135	5.6	4.5	4.3

Ympäriajossa kokonaistyömenekki on noin 20 - 30 % suurempi kuin kaista-ajossa.

Vinojen päisteiden haittavaikutusta lisäävät vielä joissakin töissä hukka-alat ja päällekkäisajo. Hukka-alat voidaan jakaa kahteen ryhmään (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 26 - 27).

1. Totaalinen hukka-ala, jota ei voi lainkaan käsitellä ko. koneilla
2. Normaalisissa ajossa käsittelemättä jäävä ala, joka voidaan totaalista hukka-alaa lukuunottamatta myöhemmin korjata parsintatyönä.

Totaalista hukka-alaa voi muodostua vain terävissä kulmissa. Kuviossa 7 (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 25) on esitetty hukka-alan muodostuminen.



Kuvio 7. Terävään kulmaan jäävät hukka-alat.

Taulukossa 11 on esitetty eri päistekulmien totaaliset hukka-alat (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 27).

Taulukko 11. Eri päistekulmien totaaliset hukka-alat m².

Päistekulma astetta	Koneen työleveys			
	2.0 m	2.5 m	3.0 m	10.0 m
30	3.4	5.4	7.7	85
35	2.0	3.1	4.5	50
60	1.2	1.8	2.4	30

Normaalin ajorutiinin ulkopuolelle jäävät käsittelemättömät alat sekä parsinta-ajat on esitetty taulukossa 12 (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, 29 ja 31).

Taulukko 12. Kuvion kulmiin jäävät käsittelemättömät alat (m²) ja niistä aiheutuvat parsinta-ajat (cmin/kerta).

Päistekulma astetta	s-piikkiäes		lapiorullaäes	
	käsittelemätön ala	parsinta-ajat	käsittelemätön ala	parsinta-ajat
30	125	350	55	170
45	65	240	30	130
60	35	35	15	80

Käsittelemättömän alan suuruus riippuu päistekulman suuruuden ohella myös traktori-työkone -yhdistelmän kääntösäteestä. Ohjausjarruilla voidaan kääntösädetä pienentää. Hinattaville työkoneille taulukon 12 hukka-ajat jäivät totaalisiksi hukka-aloiksi. Parsintatyöajat kuvaavat erittäin huolella tehtyä parsintatyötä. Käytännössä etenkin muokkaustyössä vältetään liiallista tallaamista ja parsinnan laadusta tingitään.

Materianlevityksen yhteydessä muodostuvasta päällekkäislevityksestä ovat PEHKONEN ja LINDHOLM (1979, s. 30) esittäneet kenttäkokeiden perusteella määritetyt tuloksia. Tällöin on otettu huomioon vain vinossa päisteessä muodostuva päällekkäislevitys. Taulukossa 13 (PEHKONEN ja LINDHOLM 1979, s. 30) on esitetty päällekkäislevityksen pinta-alat.

Taulukko 13. Päällekkäislevityksen pinta-alat.

Päistekulma astetta	Koneen työleveys				
	2.0 m	2.5 m	3.0 m	5.0 m	10.0 m
30 / 150	3.4	5.4	7.7	21.3	29.0
45 / 135	2.0	3.1	4.5	12.5	49.5
60 / 120	1.2	1.8	2.4	21.3	85.0

Suurin työleveys tulee käytännössä esille kasvinsuojeluruiskutuksen yhteydessä ja 5.0 m työleveys pintalannoituksessa. Pienemmät työleveydet ovat ominaisia erilaisille kylvökoneille sekä rivi- ja kylvölannoittimille.

MATTILA (1980) on nimittänyt peltokuvion muodon ja koon aiheuttamia lisäkustannuksia päistekustannuksiksi. Peltokuvion mittojen mukaan laskettavien päistekustannusten avulla voidaan verrata keskenään erilaisia kuvioita sekä laskea muodon ja koon aiheuttamat kustannusvaikutukset. Tutkimuksen tavoitteena on ollut käyttökelpoisten määritysperusteiden luominen pakkolunastuksissa pirstoutuneiden peltokuvioiden arvioimiselle.






Päistekustannukset on määritelty kulmapareille 60° ja 120°, 45° ja 150° sekä 90° ja 90°. Yksittäiset kulmakohtaiset kustannukset on ilmoitettu joko vuotuis-kustannuksina tai pää-omitettuna haitan kesto-ikäällä. Kustannusten määrittäminen on arvioitu keskimääräisen tilanteen mukaan. Koneistus ja viljelyn voimaperäisyys on laskelmissa valittu keskikokoisen tilan olojen perusteella. Viljelyjärjestelmävaihtoehtoina on tutkimuksessa ollut mukana 7 kpl:

1. Viljanviljely
2. Viljanviljely, heinäviljely (50 %, 50 %)
3. Viljanviljely, heinäviljely (40 %, 60 %)
4. Viljanviljely, heinäviljely (30 %, 70 %)
5. Laidun
6. Sokerijuurikas
7. Peruna

Viljelyjärjestelmittain päistekulmille määritettiin kään-
nösistä, päällekkäislovituksesta ja reunavaikutuksesta aiheu-
tuvat lisäkustannukset. Taulukossa 15 on esitetty erilaisten
peltokuvioiden päistekustannusten suuruus.

Taulukossa 14 on esitetty päistekustannusten suuruus erilai-
silla kuvioilla (MATTILA 1980, s. 28).

Taulukko 14. Peltokuvion muodosta ja koosta aiheutuvat päiste-
kustannukset vuodessa viljelyjärjestelmässä
heinä:viljakasvi, 1:1.

Peltokuvion pinta-ala ha	 rk/ha	 mk/ha	 mk/ha	 mk/ha	 mk/ha
0.25	219	234	240	280	297
0.50	141	151	155	180	198
1.0	93	99	102	118	135
1.5	73	78	80	93	108
2.0	62	66	68	79	92
3.0	49	53	54	63	74
4.0	42	45	46	54	64
5.0	37	40	41	48	57
10.0	26	27	28	33	41

Taulukossa 14 esitetyistä peruskuvioista voidaan johtaa korjauskertoimien avulla erityyppisiä kuvioita. Kuviomallien avulla voidaan arvioida myös käytännön tilanteissa päistekustannusten muutos, mikäli todellinen tilanne vastaa melko pitkälle esitettyjä kuviomalleja. Koska lunastustoimitus koskee yleensä yksittäisiä tapauksia, aiheutuvat lisäkustannukset on yleensä tarvittavan tarkkuuden saavuttamiseksi laskettava erikseen. Laskentaperusteina on Mattila käyttänyt Arronderingsutredningen-tutkimuksessa (1963, p. 49) käytettyä laskentakaavaa (ks. sivu 35) ottamalla huomioon nykyaikaistettun koneistuksen ja hintatason muutokset. Konekustannukset on Mattila laskenut tutkimuksessaan marginaalikustannusperiaatteella. Hän olettaa, että aiheutuvat lisätyöt kyetään tekemään tilalla olevalla koneilla myös työhuippujen aikana. Marginaalikustannuksissa otetaan huomioon muuttuneesta käytöstä aiheutuvina lisäkustannuksina koneen kestoajan lyheneemisestä aiheutuvat kustannukset sekä käyttökustannukset (MATTILA 1980, s. 27) Ruotsalaisessa tutkimuksessa on käytetty pääasiassa vuokratonehintoja. Niiden käyttö on perusteltavissa, mikäli kalustolla on muuta vaihtoehtoja ja tuottavaa käyttöä. Myös silloin, jos tilalla käytetään kyseiseen työhön vuokratoneita, on hinnoittelun tapahduttava vuokrasuosituksen pohjalta. Laskelmissa käytetyt käänös- ja parsimisajat on saatu Pehkosen ja Lindholmin tutkimuksesta. Tutkimuksen kustannukset on esitetty siten, että ne voidaan helposti muuttaa laskentavuoden tasolle.

2.2.3. Sarkaojien kunnossapitotöiden poisjääminen

Vertailtaessa sarka- ja salaojituksen edullisuutta keskenään täytyy lähtökohtana olla se, että ojitus toimii molemmilla menetelmillä. Toimivuuden takaa aika ajoin suoritettavat kunnossapitotoimet. Kun tarkastellaan salaojituksesta aiheutuvia hyötyjä, sarkaojien kunnossapidon poisjäännistä muodostuu merkittävä hyöty.

Sarkaojan kuivatusteho heikkenee joko ojan madaltumisen tai veden heikentyneen virtauksen takia. Ojien madaltumisen voi aiheuttaa ojanpientareiden liettyminen, pellon pinnan painuminen tai irtomaan joutuminen muokkauksen yhteydessä ojaan.

Virtausnopeuden heikentyminen puolestaan johtuu sarkaojan heinettymisestä (PÄLIKKÖ 1980, s. 91). Ojien liettyminen on Pälikön mukaan kullekin maalajille ominainen piirre. Sarkaojien kaivusuosituksissa otetaan liettymisvaara jo huomioon. Helposti liettyville maille kuten hiesumaille, suositellaan loivempireunaisia sarkaojia kuin liettymättömille mailla kuten eloperäiset maat.

Pellon pinta painuu, kun ojituksen seurauksena maaperän vesipitoisuus laskee ja orgaaniset aineet maatuessaan kutistuvat. Turvemaat painuvat eniten. Painuminen on heti ensikuivatuksen jälkeen noin 1 - 2 cm vuodessa. Painuminen jatkuu viljellyillä alueilla vielä vuosikymmeniä noin 0.5 - 1.0 cm vuodessa. Painumisen kokonaismäärä riippuu KAITERAN (1968, s. 559 - 560) mukaan alkuperäisen turvekerroksen paksuudesta. Kivennäismailla painuminen ei aiheuta merkittävää sarkaojien puhdistustarpeen lisääystä.

Sarkaojien puhdistuksesta on ohjeita jo varsinaiselta sarkaojituskaudelta. Tällöin sarkaojat suositettiin puhdistettavaksi ainakin kerran viljelykierron aikana (mm. KESO 1939, s. 38). Parhaiten puhdistus soveltui kesannon yhteyteen, jolloin keskimääräinen puhdistustiheys normaalilla viljelykierrolla oli kahdeksan vuotta. Nykyisin kun kesanto on jäänyt miltei kokonaan pois viljelykierrosta, sarkaojat täytyy kunnostaa esimerkiksi ennen syyskyntöjä. Puhdistustiheydeksi suositellaan 7 - 10 vuotta (PÄLIKKÖ 1980, s. 91). Kuitenkaan helposti liettyvillä mailla ei edes joka viides vuosi tapahtuva perkaus aina riitä pitämään avo-ojia täysin toimivina. Nykyisin avo-ojien kunnossapito on usein laiminlyöty sopivan kaluston puuttuessa ja siksi avo-ojien kuivatusteho on heikentynyt.

Sarkaojien puhdistuksen yhteydessä olisi myös loivennettava ojanpientareet ja ojanpenkat muotoiltava siten, että keskisaralta tuleva vesi pääsee virtaamaan ojaan. Myös ojamaiden levitys on laskettava kunnossapidon vaatimaan työnmenekkiin. Sarkaojien kunnostuksesta aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat salaojituksesta aiheutuvaa hyötyä. Arvioitaessa salaojituksen kannattavuutta täytyy näistä kustannuksista vähentää salaojien kunnossapidosta johtuva työnmenekki.

2.3. Sadon laadun paranemisen tuottama arvon lisäys

Ojitusmuodolla on kokemusperäisesti havaittu olevan vaikutusta viljan laatuun. Salaojitetulta pellolta saadaan tasalaatuisempia tuotteita kuin avo-ojitetulta. Tasaisemman laadun myötä saavutetaan myös korkea keskimääräinen laatutaso.

Salaojitetulla pellolla kaksinkertaisesta levityksestä johtuva lakoontuminen ja tallaantumishaitat vähenevät ja reunan aiheuttama heikomman kasvun ala pienenee. Ojan reunoilla on sekä tuholaisia että rikkakasveja enemmän kuin keskemällä peltokuviota.

Tasaisempi kosteus parantaa yhtäaikaista orastumista ja näin sato myös valmistuu samanaikaisesti. Kasvuston tasaisuus riippuu paljon myös kylvötöiden huolellisuudesta. Salaojitetulla pellolla on helpompi saada aikaan tasaisempi muokkaustulos ja tasaisempi kylvä, koska sarkaojat eivät haittaa töitä (PELTOLA 1980, s. 23).

Viljan hinnoittelu perustuu viljakauppalaissa (580/78) säädettyihin ohjeisiin. Keskeisenä hinnoitteluperusteena ovat painon ohella laatutekijät. Laatutekijöiden vaikutus on erikseen määrätty kullekin viljakauppalaan alaiselle tuotteelle. Niiden perusteella tehdään hintakorjaukset kunkin vuonna maataloustulosopimuksessa määrättyihin tavoitehintoihin.

Hehtolitrainpaino on hinnoitteluperusteena niin rehu- kuin leipäviljällakin. Lisäksi leipäviljan hintaan vaikuttavat mm. rikkakasvien siementen, tuholaisten vioittamien jyvien ja vihreiden jyvien määrä. Öljykasveilla tasainen tuleentuminen vähentää lehtivihreäpitoisuutta (Viljakauppalaki 580/78). Lisäksi tasalaatuisen viljaerän käsittely- ja kuivatuskustannukset ovat alhaisemmat kuin epätasaisesti tuleentuneen ja roskapitoisen erän. Jos esimerkiksi rehuohraerän hehtolitrainpaino saadaan nousemaan 55 kg:sta 62 kg:aan, nousu merkitsee 3 pennin korotusta kilohintaan ja tällöin 3000 kg:n hehtaarisadon arvo nousee 90 mk. Leipäviljalle saadaan esimerkiksi roskapitoisuuden alentumisella 3 %:sta 1 %:iin kilohintaan 4.5 pennin korotus, mikä vastaa 3000 kg:n hehtaarisadolla 135 mk:n hyötyä.

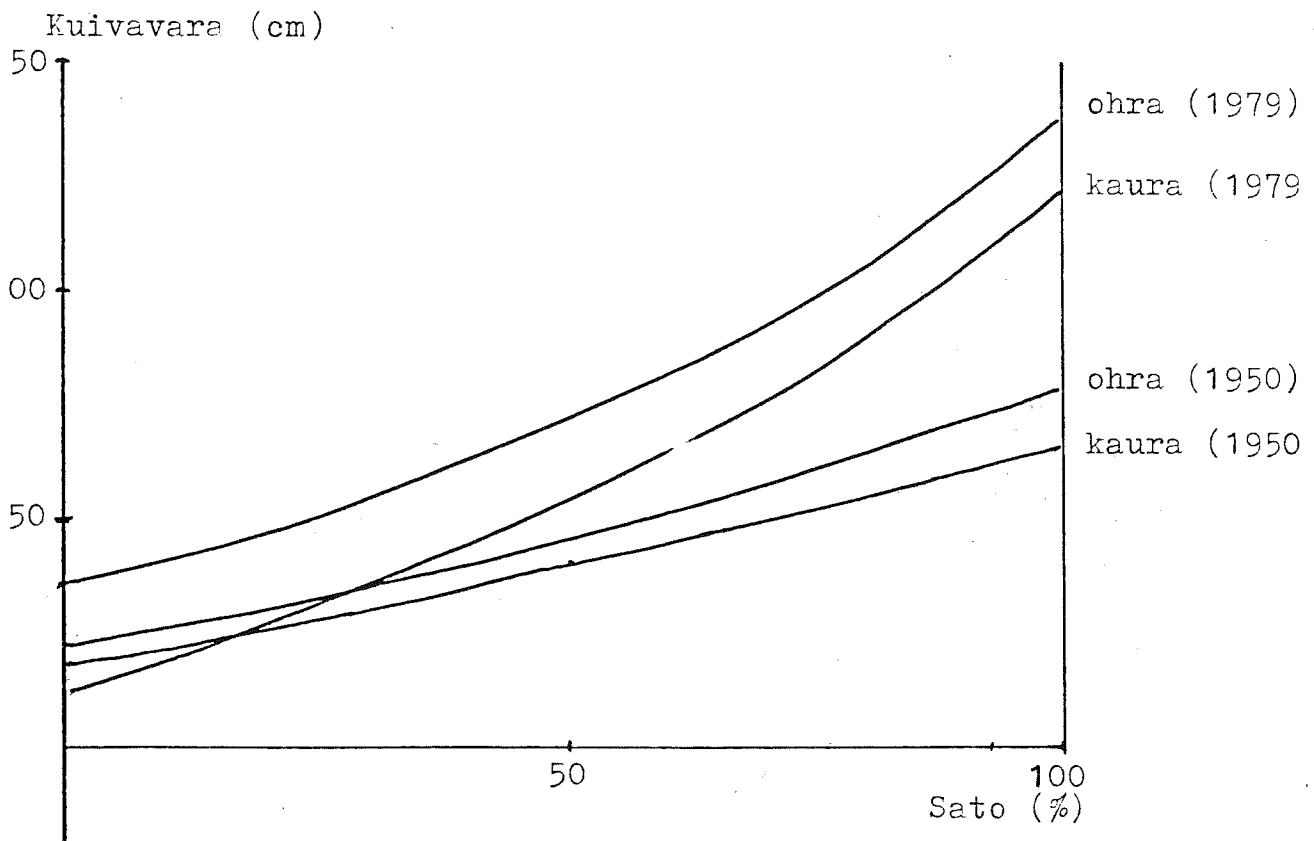
2.4. Muut välilliset hyötytekijät

Salaojitukselta aiheutuu myös sellaista etua, jolla on suoranaista hyötyä viljelyssä, mutta jonka vaikutusta on vaikea arvioida rahana. Salaojituksen jälkeisen sadon lisäystä tarkasteltaessa on vaikeaa arvioida, mikä osuus on ollut ojitusmuutoksella ja millainen on ollut sään vaikutus satotasoon. Ojitusmuotojen kuivatusvaikutuksen perusteella voidaan arvioida joitakin satoon vaikuttavia tekijöitä.

Olellainen ero salaojituksen ja avo-ojituksen kuivatusvaikutuksesta johtuu ojan syvyydestä. Salaojilla voidaan vaikuttaa myös pohjaveden korkeuteen, kun taas sarkaojien tehtävä on pääosin vain pintavirtailujen ohjaaminen. Salaojien kaivussyvyys on keskimäärin 0.90 - 1.20 metriä maalajista riippuen. Pohjois-Suomessa kaivetaan 5 - 20 cm syvempiä ojia. Sarkaojien suositeltavat syvyydet ovat vain 0.4 - 0.7 metriä (ANON. 1981, s. 30). Käytännössä sarkaojat ovat noin 0.35 metriä syviä (JUUSELA ja WÄRE 1956, s. 60). Riittävä kuivatussyvyys on sekä kasvien että konetyöskentelyn kannalta välttämätön.

Kuivatussyvyyden vaikutusta voidaan tarkastella kuivavaran avulla. Kuivavaralla tarkoitetaan maanpinnan ja vallitsevan vedenkorkeuden välistä korkeuseroa (VÄHÄSÖYRINKI 1979, s. 10). Kuivavara mitataan pohjaveden pinnasta tai rantamailla vapaan veden pinnasta. Eri kasveilla on erilainen kuivavaravaatimus (SAUKKO 1950, WÄRE 1958 ja VÄHÄSÖYRINKI 1979).

Eri aikoina tehdyt kokeet ovat antaneet jonkin verran erilaisia tuloksia. Viimeisimmät tulokset ovat osoittaneet suurempaa kasvien kuivavaratarvetta kuin aikaisemmat koetulokset. Kuviossa 8 on esitetty kauran ja ohran sadon riippuvuus kuivavarasta (SAUKKO 1950 ja VÄHÄSÖYRINKI 1979).



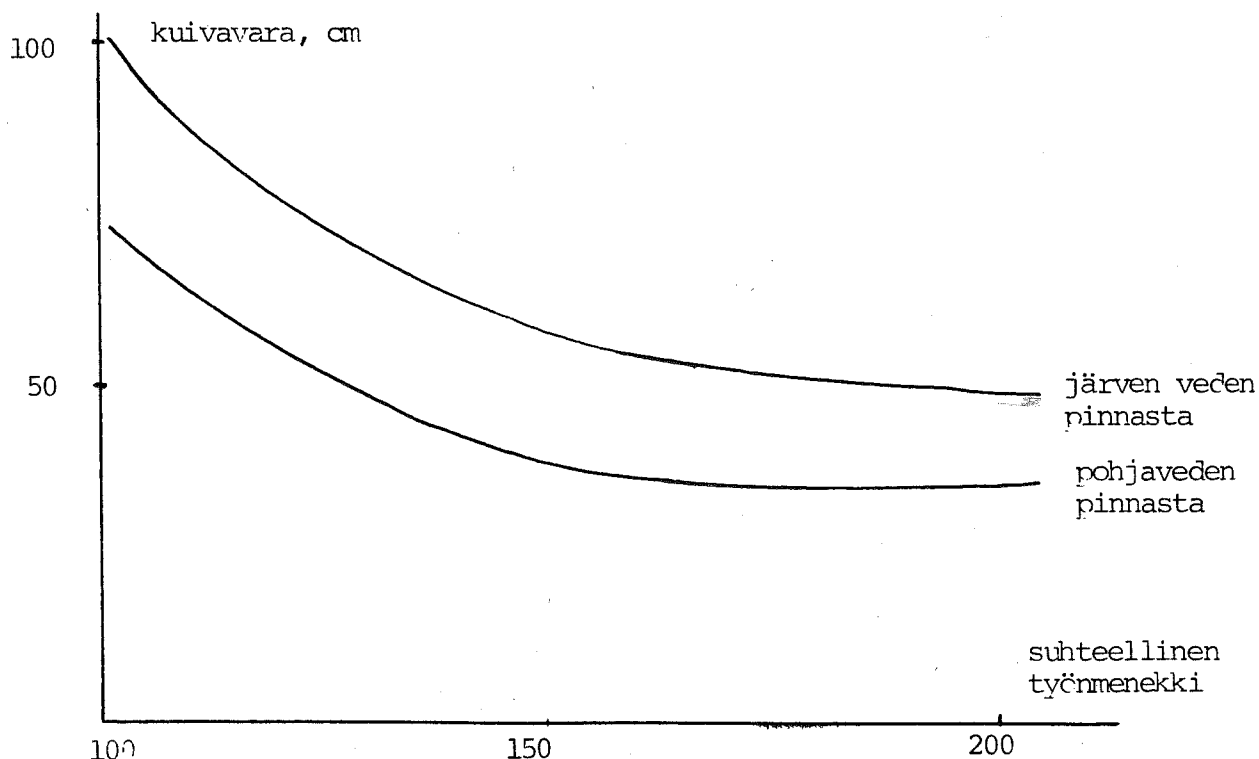
Kuvio 8. Kauran ja ohran sadon riippuvuus kuivavarasta.

Yleisimpien viljakasvien optimikuivavara on suunnilleen sama kuin salaojitussyvyys. Heinäkasvien kuivavaravaatimus ei ole yhtä suuri, vaan parhaimman sadon on keskimäärin antanut noin 50 cm:n kuivavara (VÄHÄSÖYRINKI 1979, s. 94). Salaojituksella voidaan saada pohjaveden pinta suurimmaksi osaksi kasvukautta salaojitussyvyyden tasolle ja näin viljakasveille taataan opti-

maalinen kuivavara. Hallakoeasemalla tehtyjen kokeiden perusteella pohjaveden pinta on salaojien yläpuolella vain lyhyitä jaksoja kasvukauden aikana, jolloin salaojat eivät ehdi johtaa liiallista vesimäärää pois. Tällaisia tilanteita on keväällä lumen sulaessa ja kesällä välittömästi runsaiden sadekausien jälkeen (KOSKENKORVA ja VALMARI 1975, s. 3).

Kuivatussyvyysvaatimusta lisää se, että viljely hoidetaan nykyään raskailla koneilla. Tällöin kasvien kuivavaravaatimuksen ohella on tarkasteltava konetyöskentelyn vaatimaa kuivavaraa. Riittämätön kuivatussyvyys aiheuttaa pellon pinnan tiivistymistä ja koneiden painumista, jolloin myös työnmenekki kasvaa. Peltojen kantavuus riippuu ennen muuta pohjaveden korkeudesta, maan vesipitoisuudesta ja maalajista (VÄHÄSÖYRINKI 1979, s. 30).

Konetyöskentely vaikeutui VÄHÄSÖYRYINGIN (1979, s. 90) tutkimusten mukaan kivennäismailla, kun kuivavara oli noin 45 cm pohjaveden pinnasta ja noin 70 cm järven vedenpinnasta. Tällöin koneiden uppouma oli keskimäärin 10 cm, mikä aiheutti työnmenekin kasvua 25 %. Kuviossa 9 on esitetty suhteellisen työnmenekin riippuvuus kuivavarasta (VÄHÄSÖYRINKI 1979, s. 90).



Kuvio 9. Työnmenekin suhteellinen riippuvuus kuivavarasta.

Hyvä kantavuus ei ole tärkeä ainoastaan työnmenekin kannalta, vaan se säilyttää myös maan rakenteen edullisena. Kasvien kannalta ihanteellisessa kasvualustassa on 1/2 maahiukkasia, 1/4 ilmaa ja 1/4 vettä. Maan painuessa pyörän alla ilmatila vähenee ja juurien hapensaanti vaikeutuu. Jo 10 cm:n painuminen aiheuttaa huokostilan pienenemisen puoleen, jos pintakerroksen paksuus on 20 cm (VÄHÄSÖYRINKI 1979, s. 32).

Mitä lähempänä maanpintaa pohjavesi on sitä kosteampaa on maa ja sitä vähemmän se kestää kuormitusta. Erityisen alttiiksi tiivistymiselle joutuvat sarkaojitettujen peltojen päisteet, joissa käännöksiä joudutaan tekemään runsaasti. Käännöksissä työkonet vielä nostetaan maasta, jolloin kuormitus kasvaa.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (DANFORS 1974) on todettu, että sato voi aleta jäykällä savimailla tiivistymisen seurauksena noin 8 % ja kevyemmällä noin 4 %. Lisäksi jankon tiivistyminen vaikeuttaa jatkossa pellon kuivumista. Tiivistymisvauriot ovat melko pysyviä, jankossa tiiviys voi säilyä vuosikymmeniä.

Tiivistymistä voidaan ehkäistä tehokkaalla kuivatuksella ja käyttämällä koneissa alhaisempaa rengaspainetta sekä paripyöriä. Paripyörien käytöllä voidaan ruokamultakerrokseen kohdistuva paine alentaa puoleen. Syvemmälle kohdistuvaan paineeseen paripyörien vaikutus häviää (ERIKSSON 1971, p. 347).

Kuvasta 9 nähdään, että työnmenekki ei enää lisääntynyt, kun kuivavara oli noin 1 m järven vedenpinnasta. Näin ollen salaojituksen kuivatussyvyys varmistaa sarkaojien kuivatussyvyyttä paremmin pellon kantavuuden.

Lyhyen kasvukauden oloissa on tärkeää, että kasvun kannalta edullinen kausi kyetään hyödyntämään mahdollisimman tarkoin. Ojitusmuodolla on vaikutusta kevättöiden aloittamisajankohtaan. Normaalisti routakerros ei ylety salaojasyvyteen asti ja siksi ojat toimivat talvellakin. Tällä on merkitystä maan lämpenemiseen ja kuivumiseen. Jo vuosikymmeniä sitten on todettu salaojitettujen maiden kuivuvan ja lämpenevän nopeammin keväällä kuin sarka-

ojitetut (mm. KESO 1937, s. 19). Roudan syvyys on keskimäärin pienempi ja siksi lämpeneminen alkaa nopeasti. Mittausten mukaan roudan paksuus oli salaojitetulla pellolla 10 - 15 % pienempi kuin vastaavalla avo-ojitetulla alueella (JUUSELA 1941, s. 86).

Varhaisempi maan kuivuminen mahdollistaa kylvötöiden aloittamisen aikaisemmin. Kylvöajalla on etenkin poutivilla savimailla vaikutusta sadon määrään. Orastumisen on tapahduttava silloin, kun kyntökerros ei ole kovettunut kuivumisen vuoksi. Tällöin oraiden juuret ylettyvät jankon alempien kerrosten vesivaroihin. Tikkurilassa useina vuosina tehdyissä kylvöaikakokeissa on todettu, että kylvön myöhästymisen optimiajankohdasta aiheuttaa 50 - 200 kg sadonalennuksen peltohehtaarilla myöhästymispäivää kohden (LARPES 1979, s. 14).

Maalajilla on ratkaiseva merkitys siihen, miten kauan otolliset kosteussuhteet säilyvät kasvualustassa. Eriytyisen lyhyt otollinen kylvö- ja muokkaus aika on hiesusavimailla (KIVISAARI 1983, s. 15 - 16). Salaojitetulla peltokuvailla voidaan kylvöt tehdä siten, että kylvön kannalta sopiviksi kuivuneet pellon osat on mahdollista muokata erikseen odottamatta koko peltokuvion kuivumista. Rinnepelloilla on kuvion yläosa usein karkeampaa maalajia kuin alaosa ja se kuivuu myös muutamaa päivää aikaisemmin. Jotta tällaisessa tapauksessa saataisiin paras mahdollinen sato, on kuvio kylvettävä kahdessa vaiheessa. Mikäli kuvio on avo-ojitettu rinteen suuntaisesti, tällainen menettely on vaikea toteuttaa.

Mahdollisimman varhainen kylvö mahdollistaa myös aikaisen korjuun ja poistaa säiden aiheuttamia riskejä. Jo muutaman päivän aikaistuminen voi rajatapauksissa olla ratkaiseva, etenkin kun useimpien viljelykasvien pohjoisraja kulkee Suomen alueella.

Hyvin toimivissa salaojissa vesi pääsee imeytymään nopeasti. Vesi ei siten vie ilman tilaa maasta. Typen hyväksikäytön kannalta on tärkeää, ettei pintamaahan pääse muodostumaan vähähappisia kerroksia. Typen denitrifikaatio eli nitraattityypen muuttuminen typpioksidiksi ja alkuainetypeksi tapahtuu

anaerobisten bakteerien vaikutuksesta. Tällöin typpi muuttuu kaasumaiseen muotoon ja haihtuu (ELONEN 1980, s. 10). Denitri- fikaatiolla on lannoitetyypen käyttökelpoisuutta voimakkaasti alentava vaikutus. Tehokkaalla salaojituksella voidaan pie- nentää typpihävikkiä.

3. MAALAJIT JA MAALAJILUOKITUKSET

3.1. Maalajien synty

Kuivatustoimenpiteiden suunnittelussa on otettava huomioon vallitsevien maaperällisten tekijöiden vaikutus. Maalajien erilaiset ominaisuudet vaikuttavat esim. ojitustiheyteen ja kaivutyönmenekkiin. Lisäksi maapohjan ominaisuudet ratkaisevat, kuinka hyvin ojitus toimii ja kuinka paljon tarvitaan huolto- toimenpiteitä ojituksen kunnossapidossa. Eri maalajien ominaisuuksien tunteminen luo perustan onnistuneelle ojitukselle.

Suomen kallioperän peittonä on suurimmalta osalta irtonainen maa, vain 3 % maa-alasta on peruskallio paljaana. Keskimääräinen maaperän keskipaksuus on 6.7 metriä (ISOTALO ym. 1982, s. 26). Maakerrostumille on ominaista, että ne peittävät ikäjärjestyksessä toisiaan. Kerrosjärjestys tai joidenkin kerrosten puuttuminen määrää maaperän ominaisuudet. Maaperän syntymiseen on merkittävimmin vaikuttanut viimeinen jääkausi ja sen jälkeiset olot. Eri maalajien ominaisuudet ja niiden esiintyminen on johtunut eri lajitteiden kyvystä kulkeutua veden mukana maaperän paljastuessa mannerjään alta. Myöhemmin aikoina kasvillisuuden lisääntyminen ja pohjaveden haitallinen korkeus ovat aiheuttaneet monin paikoin kivennäismaiden päälle turvekerrosten muodosturisen (ISOTALO ym. 1982, s. 17).

3.2. Maalajiluokitukset

Maalajiluokitukset perustuvat maan raakoostumukseen. Maa-aines jaetaan rakeisuuden perusteella. Lajite nimetään tavallisesti runsaimman ainesosan perusteella. Eloperäisen aineksen runsaus määrää joissain tapauksissa nimityksen. Meillä käytettävät luokitukset on muodostettu eri käyttötarkoituksia varten. Ruotsalainen vuonna 1905 kehitetty ns. Atterbergin luokitus on ollut pohjana Rakennustekniselle luokitukselle (Rt-luokitus). Tästä

muodosta on kehitetty Geotekninen maalajiluokitus (GEO-luokitus). Suomessa on kehitetty Rt-luokitukselta maataloutta varten Agrogeologinen luokitus, jossa viljelyominaisuudet otetaan tarkemmin huomioon. Kuivatusteknisiä sovellutuksia varten on kehitetty ns. kuivatustekninen luokitus, jossa painotetaan erityisesti maan veden läpäisykykyä (KANKARE 1981, s. 72).

GEO-luokitus jakaa maalajit karkeasti syntyvän mukaan. Maalajien erityisominaisuuksia ei GEO-luokituksessa erityisemmin erotella. Taulukossa 15 on esitetty geoteknisen luokituksen maalajit ja lajiteominaisuudet (KANKARE 1981, s. 75).

Taulukko 15. Geotekninen maalajiluokitus.

Maalajiryhmä	Maalaji	Lajitepitoisuus paino-%		
		Savi	Siltti	Sora
Eloperäiset	Turve			
maalajit	Lieju			
Lajittuneet hienorakeiset maalajit	Savi	30		
	Siltti	30	50	5
Lajittuneet karkearakeiset maalajit	Hiekka		50	50
	Sora		5	50
Moreenilajit	Silttimoreeni		50	5
	Hiekkamoreeni		5-50	5-50
	Soramoreeni		5	50

RT-luokitus on ollut perustana GEO-luokitukselle ja on periaatteeltaan samankaltainen. RT-luokituksen lajitteista hiesu- ja hietalajitteista käytetään GEO-luokituksessa yhteisnimitystä siltti (KANKARE 1981, s. 74).

Maalajien nimien muodostumisessa on maataloudessa käytettävässä luokituksessa otettu huomioon viljavuuden ja viljelysmaan arvon kannalta erotettavat ominaisuudet. Taulukossa 16 on esitetty maataloudessa käytettävästä luokitukselta hienoimmat lajitteet (HEINONEN 1980, s. 50).

Taulukko 16. Kivennäismaalajit hienojen lajitteiden osalta.

			Laitteen määrä %	
saves			hiesu	hieta
Aitosavi	AS	yli 60	alle 40	alle 40
Hiesusavi	HsS	30-60	20-70	alle 20
Hiuesavi	HeS	"	20-50	20-50
Hietasavi	HtS	"	alle 20	20-70
Liejusavi	LjS	yli 30	vaihteleva	
Hiesu	Hs	alle 30	yli 50	alle 50
Hiue	He	"	20-50	20-50
Hieno hieta	HHT	"	alle 50	yli 50
Karkea hieta	KHT	"	"	"
Hieno hiekka	HHk	vähän	vähän	
Karkea hiekka	KHk	"	"	
Sora	Sr	"	"	
Hietamoreeni	HtMr	3-8	10-15	30-50

Kuivatusteknisessä maalajiluokituksessa on haluttu erottaa tarkemmin GEO-luokitukseen verrattuna kunkin maalajin kuivastutarve ja vedenpoistokyky. Maalajien nimistö on pyritty tekemään mahdollisimman hyvin maalajin ominaisuutta kuvaavaksi ja näin helpottamaan kentällä tapahtuvaa tunnistamista. Taulukossa 17 on esitetty kuivatustekninen luokitus, jota käytetään salaojituksessa.

kysymykseen vain alueilla, missä pohjavesi on korkealla. Kaivuvaikeuksia ei hiekkamailla esiinny.

Hietamaat esiintyvät yleensä harjujen liepeillä ja Pohjanmaan jokivarsitasangoilla, koska ne ovat myöskin veden kuljettamia ja lajittelemia maita. Viljelyominaisuuksiltaan hietamaat ovat erinomaisia, ja siksi hietamaat ovat yleensä raivattu pelloksi. Hietamailla on kuivatustarvetta etenkin tasaisilla alueilla ja hienoilla hietamailla. Hietamaan kaivuvaikeus riippuu tiiviydestä; löyhä hietamaa on helppokaivuista, kun taas tiivis hietamaa vaatii jo yleensä moninkertaisen työmenekin löyhään verrattuna.

Hiesumaat ovat yleisiä Järvi-Suomessa. Puhtaana hiesu esiintyy harvoin. Yleensä siihen on sekoittunut savi- tai hieta-ainesta. Hiesu on kuivana pölyävää ja kovaa ja märkänä se juoksettuu helposti. Hiesumaat vaativat yleensä aina tehokasta ojitusta, sillä veden läpäisykyky on niissä huono. Kuivumisen yhteydessäkään ei hiesumaihin yleensä muodostu syviä halkeamia, joilla olisi vedenjohtavuuden kannalta merkitystä. Kuivan hiesumaan kaivu on työlästä ja märkänä tahtaantumistaipumus vaikeuttaa työskentelyä. Kaivuoloihin vaikuttaa ratkaisevasti se, mitä lajitteita hiesumaihin on sekoittunut ja onko rakenne löyhä vai tiivis (KANKARE 1981, s. 90 - 92).

Savimaat on kaivuteknisessä luokittelussa erotettu aito- ja urpasaviin. Savea esiintyy myös liejumaissa. Aitosavea esiintyy niillä alueilla, jotka viimeksi olivat veden alla jääkauden jälkeen. Se on päämaalaji Varsinais-Suomessa, Uudellamaalla sekä Kymen läänin länsiosissa. Se on kerrostunut seisovaan meriveteen. Kuivuessaan aitosavi kutistuu voimakkaasti, jolloin muodostuu halkeamia. Halkeamat umpeutuvat kuitenkin kostuessaan. Kosteana aitosavi tarttuu helposti työkaluihin, mutta se ei juoksetu. Aitosavi on kosteana helpompi kaivaa kuin kuivana. Vedenläpäisykyky on erittäin heikko ja aitosavet esiintyvät yleensä tasangoilla, minkä vuoksi niiden ojittaminen on välttämätöntä (KANKARE 1981, s. 92 - 93).

Urpamaat ovat kivennäismaalajeista nuorimpia. Urpamaat esiintyvät nykyisen rannikon tuntumassa. Päälajitteena on urpamaissa joko savi, hiesu tai hieta. Mukana on kuitenkin aina orgaanista ainesta. Urpamaat kutistuvat kuten aitosavetkin kuivuessaan. Halkeamat eivät kuitenkaan kaikilta osin sulkeudu, vaikka maa kostuukin. Pysyvät halkeamat edistävät veden poisjohtumista pintakerroksista. Vaikka urpamaita esiintyy vain tasaisella rannikkoalueella, ei kuivatustarve ole erityisen suuri halkeamista johtuen. Urpamaat ovat helpokaivuisia (KANKARE 1981, s. 94 - 95).

Jääkauden jälkeisen vesistöjen varsille on muodostunut runsaasti orgaanista ainesta sisältäviä liejuja. Ne ovat hyvin nuoria maalajeja ja rakenteeltaan ne ovat löyhiä. Liejumaat halkeavat myöskin kuivuessaan ja halkeamat ovat osittain pysyviä. Märkänä lieju ei läpäise vettä ja tästä syystä ojitustarve kasvaa. Kun orgaanisen aineksen osuus nousee yli 20 %:iin, niin liejua kutsutaan järvimudaksi (KANKARE 1981, s. 96).

Turvemaat ovat syntyneet jääkauden jälkeen alueilla, jossa pohjaveden korkeus ehkäisee kasvijätteidien mikrobiologisen hajoamisen. Turvemaan luokitus perustuu maatumisasteeseen sekä niihin kasveihin, joista turve on pääasiallisesti muodostunut. Kuivatusteknisessä luokituksessa erotetaan vain muta- ja rahkaturve. Mutaturpeita on melko paljon raivattu viljelykseen ja ne ovatkin kasvuominaisuuksiltaan parempia kuin rahkaturpeet (KÖPPÄ 1980, s. 57). Mutaturpeet koostuvat pääosiltaan sarojen ja karhunsammaleen maatumattomista osista. Väriykseltään mutaturve on tummaa, melkein mustaa. Rahkaturve on yleisväriltään ruskeata ja vähemmän maatumattomana vaaleampaa. Rahkaturve koostuu pääosiltaan rahkasammaleesta ja erilaisista varpukasveista. Turpeet ovat kaivuominaisuuksiltaan helppoja maita. Puisuus turpeessa (lieot) vaikuttaa kaivua hidastavasti ja hyvin runsaasti puita sisältävä turvemaa ei sovellu salaojakkoneella kaivettavaksi.

Eri maalajien kaivuominaisuuksia voidaan tarkastella ns. suhteellisen kaivuvastuksen avulla. Taulukossa 18 on esitetty eri

kaivuluokat ja niiden suhteelliset kaivuvastukset (ISOTALO ym. 1980, s. 40).

Taulukko 18. Eri kaivuluokkien suhteellinen kaivuvastus.

Maalaji-ryhmä	Kaivuluokka	Maalaji	Suhteellinen kaivuvastus
	E 1	Liejut, muta	5 - 15
E	E 2	Turpeet	10 - 30
	E 3	Turpeet	20 - 40
	H 1	Savet	15 - 30
H	H 2	Siltit	20 - 30
	H 3	Savi ja siltti	50
	K 1	Hiekat	50 - 150
K	K 2	Sorat	50 - 150
	K 3	Somero	200 - 300
	M 1	Moreenit	150 - 300
M	M 2	Moreenit	250 - 500
	M 3	Moreenit	450

Maalajiryhmien jako kolmeen eri kaivuluokkaan perustuu kivennäismaalajeilla maan tiiviyyteen sekä kivisyyteen ja eloperäisillä mailla maaperän puisuuteen.

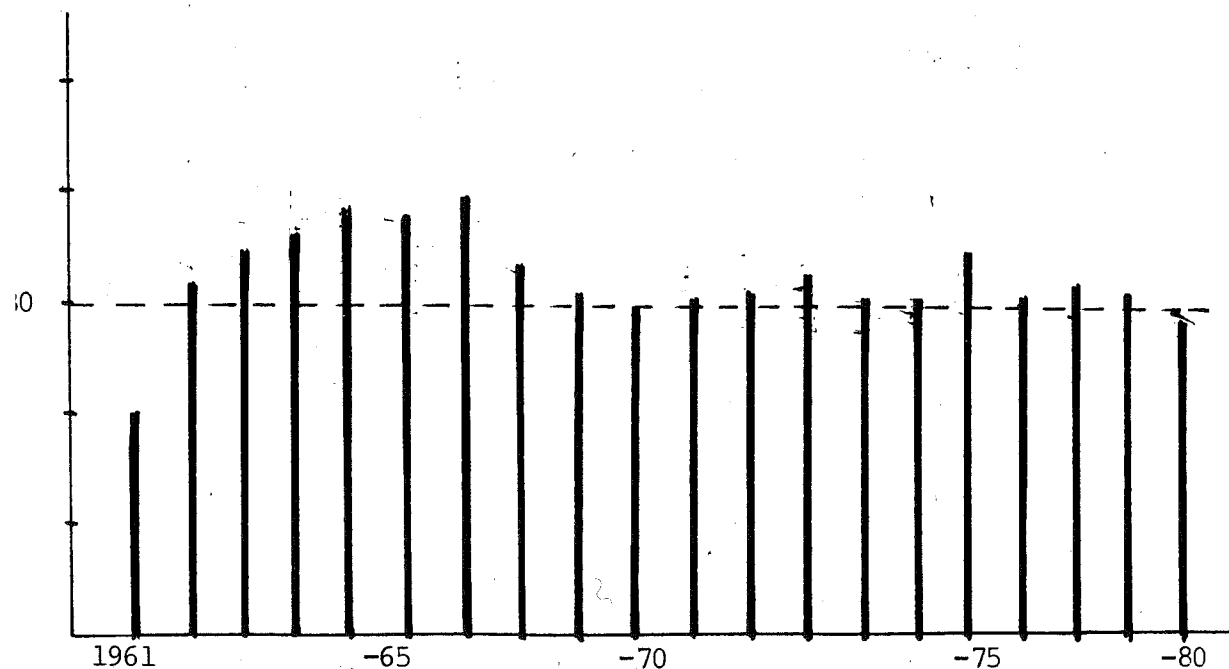
4. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN KÄSITTELY

4.1. Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto on koottu kesällä 1980 tehtyjen kenttätutkimusten perusteella laadituista salaojitussuunnitelmista. Suunnitelmat ovat valmistuneet syksyn 1980 ja alkuvuoden 1981 aikana.

Satunnaisotantamenetelmällä valittiin 200 tilaa, jotka oli luetteloitu teknikkokohtaisesti eri maatalouskeskusten alueilla. Kunkin maatalouskeskuksen alueella v. 1980 salaojitettu peltoala määräsi tutkimukseen mukaan tulevien suunnitelmien lukumäärän. Täten otos perustuu 1980-luvun alueittaiseen ojitusvilkkautteen (liite 2).

Lähtöaineistosta karsittiin pois uusintas suunnitelmat ja pikasuunnitelmat, joista ei voitu määrittää kaikkia tutkittavia asioita. Karsittu lähtöaineisto sisälsi 4843 suunnitelmaa, joten otos oli 4.1 % koko aineistosta. Vuosi 1980 edusti salaojitussuunnittelussa viimeisen 20 vuoden keskimääräistä tasoa (kuvio 10).



Kuvio 10. Vuosina 1960 - 1980 suunnitellut salaojitukset.

Sääolot olivat vuonna 1980 ojituksen kannalta edulliset. Kenttätutkimuksia ei ehditty tehdä samassa suhteessa, sillä samat teknikot huolehtivat sekä työpaalutuksista että kenttätutkimuksista.

Tutkimusaineistossa on mukana suunnitelmia koko maasta. Salaojitus on siirtynyt yhä pohjoisemmaksi, jolloin myös kaivut olot ovat vaikeutuneet. Siksi on tärkeä tuntee myös hankkeen hyödyt, jotta työ voidaan osoittaa kannattavaksi. Työkustannusten nousu johtuu osaltaan siitä, että kaivu joudutaan usein tekemään kauhakaivurilla. PUPUTTI (1981, s. 90 - 94) on esittänyt kauhakaivuojituksen kokonaistyönmenekiksi 1.51 - 2.76 tuntia sadalla metrillä, kun se salaojituskoneella on MATTILAN (1975, s. 18 - 21) mukaan 0.63 - 1.12 tuntia sadalla metrillä vaihdellen konetyypin mukaan.

Suunniteltujen salaojitus Hankkeiden pinta-alat vaihtelivat 1.07 ha:sta 13.19 ha:iin. Hankkeiden keskikoko oli 5.56 ha, mikä on jonkin verran suurempi kuin keskimääräinen suunnitelmakoko vuonna 1981 4.6 ha. Oheisessa asetelmassa on esitetty tutkimusaineiston jakautuminen eri suuruusluokkiin.

ha	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-
kpl	11	57	63	31	20	12	6

4.2. Peltokuvioiden koko

Pääosa pelloistamme on raivattu aikakaudella, jolloin ei juuri käytetty koneita. Pellot tehtiin alueille, mille oli helpointa raivata. Näin muotoutui yleensä pieniä, toisistaan erillään olevia peltopalstoja. Toisaalta perheviljelmävaltaisen maatalouden pinta-alavaatimuskaan ei ollut hevoskaudella kovin suuri. Tällöin eivät myöskään pienet peltokuviot haitanneet suuresti työskentelyä. Viljelykseen soveltuvan maa-alan niukkuus rajoitti myös yhtenäisten peltoalueiden syntymistä etenkin Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Tutkimusaineistosta selvitettiin tilakohtaisesti erillisten kuvioiden lukumäärä sekä keskimääräinen kuvion ala (taulukko 19). Tässä tutkimuksessa peltokuviolla tarkoitetaan aluetta, jolla kasvinviljelytoimet voidaan tehdä yhtenäisesti. Näin ollen esim. tien jakama pelto luetaan kahdeksi peltokuvioksi.

Taulukko 19. Peltokuvioiden lukumäärä ja pinta-ala salaojitus-suunnitelmissa.

Maatalouskeskus	Suunnitelman pinta-ala ha	Peltokuvioiden lukumäärä kpl	Peltokuvion pinta-ala ha
Uusimaa	8.4	2.1	5.08
Varsinais-Suomi	5.8	1.8	3.09
Itä-Häme	4.6	1.2	3.83
Pirkanmaa	5.8	2.6	2.21
Kymi	4.6	1.7	2.72
Keski-Suomi	5.5	2.2	2.50
Kuopio	5.5	2.3	2.39
Mikkeli	4.6	3.4	1.34
Pohjois-Karjala	5.3	2.0	2.64
Etelä-Pohjanmaa	6.1	4.8	1.97
Österbottens svenska	4.8	1.4	3.38
Kainuu	4.7	2.7	1.79
Lappi	3.4	2.3	1.50
Nylands svenska	5.9	1.9	4.23
Oulu	5.3	1.7	3.09
Häme	5.6	1.7	3.28
Satakunta	4.6	1.9	2.42
Koko maa	5.6	2.1	2.64

Etelä-Pohjanmaan ja Mikkelin läänin maatalouskeskusten alueilla kuvioiden lukumäärä oli suurin. Mikkelin seudun peltokuvioiden suuri lukumäärä johtuu melko paljon maaperästä. Siellä viljelykseen soveltuva maapohja ei esiinny yhtenäisenä. Etelä-Pohjanmaan suuri kuviomäärä johtuu pääasiassa vaillinaisesti toteutetuista jakotoimituksista.

Koska suunnitelmat eivät monessakaan tapauksessa sisältäneet koko tilan viljelyksiä, ei voida tarkkaan arvioida, mikä olisi ollut tilakohtainen kuvioiden lukumäärä. Tulokset ovat siten vain suuntaa-antavia. TENKASEN (1979, s. 3) tekemän tutkimuksen mukaan peltokuvioiden luku oli 74.3 %:lla tiloista 1 - 2, 22.2 % 3 - 6 sekä 3.5 % yli 7. Peltokuvioilla tarkoitetaan tilan rajoihin tai muihin tiluslajeihin rajoittuvaa yhtenäistä peltotilusta. Esimerkiksi tiet ja valtaojat eivät jaa peltoa useampiin pelto-kappaleisiin (MATTILA 1980).

Kuvioiden keskikoko vaihteli myös alueittain. Koska kuvioiden lukumäärä oli suuri, jäi pinta-ala kuviota kohti yleensä pieneksi. Tämä näkyy erityisesti Mikkelin ja Etelä-Pohjanmaan maatalouskeskusten alueilla, joilla keskimääräiset kuviokoot olivat 1.34 ha ja 1.97 ha. Myös Kainuussa ja Lapissa jäivät peltokuvioiden keskikoot alle 2 ha:n. Suurin kuviokoko oli Uudellamaalla 5.08 ha (taulukko 19).

4.3. Peltokuvioiden muoto

Peltokuvioiden muoto on alunperin määräytynyt raivauskelpoisen maan rajojen ja tilusrajan perusteella. Sarkaojat pyrittiin tekemään yleensä suoriksi, jolloin ainakin kaksi peltokuvion sivua tulivat yhdensuuntaisiksi. Raivaus toteutettiin käsi-työnä niillä alueilla, missä se oli mahdollista. Mikäli vaikeasti raivattava alue tai vesistö ulottui toisen saran kohdalla ulommaksi, sarat tulivat eripituisiksi. Tällöin kuvion reunasta ei tullut suoraa. Tyypillisin peltokuvio on kahden tai usein kolmenkin sivun suhteen suora, mutta neljäs sivu muodostaa vinon päisteen.

Tutkimusaineiston peltokuviot on jaoteltu 12 perustyyppiin, joista lisäksi kuudelle on otettu mukaan epäedullisempi ajo-suunta. Tarkoituksena oli muodostaa sellaiset perustyyppit, joihin voidaan soveltaa laskennallista tutkimusmenetelmää. Perustyyppien muodostumiseen ovat lisäksi vaikuttaneet Työteho-seuran korjauskerrointutkimukset, joita sovelletaan työnmenekin

laskennassa. Käytännössä eri kuvioita on lukemattomia määriä, mutta ne voidaan karkeasti jakaa muutamiin tutkimuksessa käytettäviin perustyypppeihin.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että mitä epäsäännöllisempi kuvion muoto on, sitä suurempi on työnmenekki pinta-alayksikköä kohden. Tyyppikuviot edustavat laskennallisista syistä melko säännöllisiä kuvioita. Tällöin tyyppikuviota voidaan pitää työnmenekiltään minimitapauksena käytännössä esiintyviin kuvioihin verrattuna.

Peltokuvioiden pääajosuunta on määräytynyt sarkaojituksen mukaan. Sellaisissa tapauksissa, joissa salaojituksen jälkeen voidaan muuttaa pääajosuuntaa edullisemmaksi, koituu tästä työmenekin säästöä. Salaojitetulla kuviolla voidaan pääajosuunta valita pisimmän sivun mukaan.

Liitteessä 2 on esitetty käytettävät kuviomallit ja niiden osuus tutkimusaineistossa. Työnmenekkilaskelmat perustuvat kyseisille kuviolle laskettuihin korjauskertoimiin. Tulokset painotetaan eri kuviomuotojen suhteellisilla osuuksilla.

4.4. Peltokuvioiden avo-ojamäärät

Maamme kuivatusta vaativat pellot ovat miltei kaikki olleet ensin avo-ojitettuina. Vasta viimeisten parin vuosikymmenen aikana raivatut pellot on salaojitettu. Sarkaojien määrän saneli kuivatustarve, kaltevuus ja maalaji. Sarkaojituksella pyrittiin lähinnä ohjailemaan pintavesiä pelloilla. Sarat pyrittiin tekemään tasalevyisiksi ja rinteen suurimman putouksen suuntaisiksi. Ensimmäiset suositukset sarkaleveydeksi olivat suomaille 11 - 14 m ja kivennäismailla 9 - 11 m. Saran muokkausleveys jäi melko pieneksi, kun sarkaoja suositeltiin kaivettavaksi pinnaltaan 0.5 metriä leveiksi ja lisäksi pienaralue kavensi sarkaa (MUOTIALA 1980, s. 32).

JUUSELAN ja WÄREEN (1954, s. 67) tutkimuksessa Suomen peltojen kuivatustilasta todettiin sarkaleveyksien olevan melko yhteneviä, eikä kaltevuudella ja maalajeilla todettu olevan suosituksia vastaan merkitystä. Keskimääräinen sarkaleveys oli 10.1 - 13.0 m. Nykyiset suositukset ovat jonkin verran suu-rempia ja myös laalajin vaikutus on otettu tarkemmin huomioon (taulukko 4, s. 16).

Ojitustarpeen määrittelyä ei avo-ojituksen valtakaudella ollut selkeitä ohjeita. Pelto saatettiin ojittaa, vaikkei se todennäköisesti olisikaan tarvinnut paikallisojitusta. Ojattomina viljeltiin vuonna 1950 7.5 % pelloista (JUUSELA ja WÄRE 1956, s. 56). Tällä hetkellä viljellään noin 12 % peltoalasta ojattomana (ANON. 1980, s. 8). Ojattoman pinta-alan lisääntyminen on osaltaan johtunut sarkaojien umpeenkynnöstä etenkin kuivien kasvukausien jälkeen 1970-luvun alkupuolella. Koneellista työskentelyä haittaavista ojista on kokeilumielessä yritetty päästä eroon ilman pellon salaojitusta. Kaikissa tapauksissa toimenpiteestä ei ole aiheutunut haittaa, mutta sateisina kasvukausina on tällöin etenkin pellon kantavuus usein huonontunut olennaisesti. Alkuperäisissä kapeita sarkoja on levennetty myös kyntämällä joka toinen oja umpeen. Kuivatusteho ei kuitenkaan ole aina säilynyt riittävänä ja siksi tällaisissa tapauksissa on varauduttava salaojitukseen.

Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään, mikä on nykyisin keskimääräinen sarkaleveys ja avo-ojamäärä hehtaaria kohti. Näihin tietoihin perustuen on määritetty salaojituksella saatava lisäpinta-ala. Lähdeaineistosta on laskettu myös päisteojien määrä, mikäli ne on kyetty korvaamaan salaojilla. Lähdeaineiston perusteella oli selvästi nähtävissä pyrkimys poistaa kapeita sarkoja ilman salaojitusta sarkaojia umpeenkyntämällä. Usein suunnitelma-alalla oli alkuperäiseen verrattuna kaksinkertainen sarkaleveys. Taulukossa 20 on esitetty maatalouskeskuksittain tutkimusaineiston salaojitussuunnitelmien sarkalevydet ja sarkaojamäärät hehtaaria kohti.

Taulukko 20. Sarkojen keskileveys ja avo-ojamäärät hehtaaria kohti eri maatalouskeskusten alueilla.

Maatalouskeskus	Sarkaleveys m	Sarkaojia m/ha
Uusimaa	14.8	480
Varsinais-Suomi	16.6	447
Itä-Häme	17.6	428
Pirkanmaa	16.4	409
Kymi	15.9	615
Keski-Suomi	14.8	440
Kuopio	16.7	312
Mikkeli	15.4	347
Pohjois-Karjala	17.5	365
Etelä-Pohjanmaa	15.2	806
Österbottens svenska	19.7	412
Kainuu	15.6	336
Lappi	15.4	386
Nylands svenska	17.6	309
Oulu	17.5	403
Häme	17.4	430
Satakunta	21.0	308
Koko maa	16.2	415

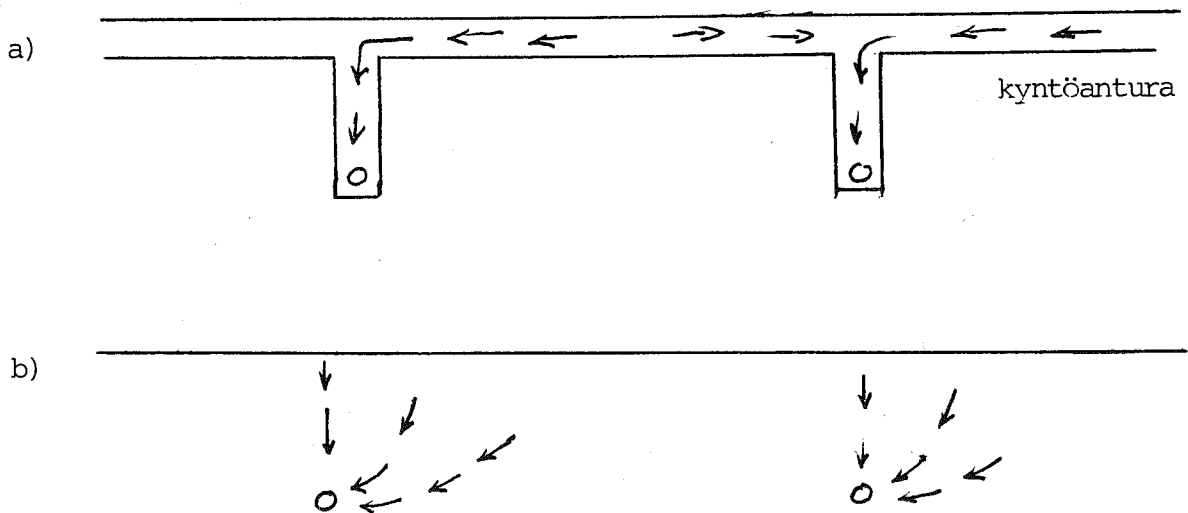
Keskimääräinen avo-ojamäärä kuvaa paremmin kuivatustilaa kuin sarkaleveys, sillä useassa suunnitelmassa ojattomuus ja harvennettu ojaväli lisäsivät keskimääräistä sarkaleveyttä. Koko maassa sarkaleveys oli keskimäärin 16.2 metriä. Eri maatalouskeskusten alueilla sarkaleveyksien vaihteluväli oli keskim. 14.8 - 21.0 m.

Eniten avo-ojia oli Etelä-Pohjanmaalla noin 800 m hehtaaria kohti. Tällä alueella maanpinnan tasaisuus on ilmeisesti ehkäissyt sarkaojien vähentämistä. Kymen läänin maatalouskeskuksen alueella oli myös melko runsaasti avo-ojia (615 m/ha). Vähiten avo-ojia (308 m/ha) oli Satakunnan maatalouskeskuksen alueella. Keskimääräinen avo-ojatiheys oli 415 m hehtaarilla

koko maassa. Sitä miten hyvin kuivatus on toiminut näillä ojamäärillä, on vaikea määrittää. Suunnitelmissa on esitetty sala-
ojaväliksi kyseisillä alueilla keskimäärin 19 m, joka vastaa
melko tiiviiden maalajien ojatiheysvaatimuksia. Nykyisten avo-
ojasuositusten mukaan voi kuivatusteho jäädä huonoksi. Kui-
tenkin paikalliset tekijät voivat yksityistapauksissa vaikut-
taa hyvinkin paljon. Erityisesti raskaiden koneiden aiheuttama
tiivistymisvaikutus korostuu puutteellisesti ojitetuilla alu-
eilla.

4.5. Peltokuvioiden kaltevuus

Peltojen kaltevuus on tärkeä tekijä arvioitaessa kuivatustar-
vetta. Vapaana oleva vesi virtaa maasedimenttien suuntaisesti
helpommin kuin suoraan alaspäin. Tiiviillä mailla alaspäinvir-
tausta ei juuri tapahdu. Viettäville pelloilla vesi pääsee pois-
tumaan rinteen suunnassa tehokkaasti alaspäin. Kuvio 11 havain-
nollistaa veden virtauksen salaojaan tiiviillä ja helposti lä-
päisevillä maalajeilla (SAAVALAINEN 1982, s. 32).



Kuvio 11. Veden virtaus salaojaan a) tiiviillä ja b) helposti läpäisevillä maalajeilla.

Tiiviillä maalajilla vesi virtaa salaojiin lähinnä vain kaivan-
non kautta, jossa maa ei ole tiivistä täyttömaahan sekoittu-
neen ruokamullan takia. Tilannetta vaikeuttaa usein kynnön
yhteydessä vaon pohjalle muodostunut kyntöantura. Helposti
vettä läpäisevällä maalla vesi virtaa lyhyintä reittiä kohti
pienintä painetta, tässä tapauksessa salaojaan.

Salaojituksen kuivatusvaikutusta tehostaa ojien poikittainen
sijoitus rinteiden suuntaan. Taulukossa 21 on esitetty pelto-
kuvioiden keskimääräinen kaltevuus.

Taulukko 21. Peltokuvion keskimääräinen kaltevuus (cm/100 m)
eri maatalouskeskusten alueilla.

Maatalouskeskus	Keskimääräinen kaltevuus cm/100 m
Uusimaa	217
Varsinais-Suomi	123
Itä-Häme	159
Pirkanmaa	287
Kymi	118
Keski-Suomi	126
Kuopio	183
Mikkeli	188
Pohjois-Karjala	116
Etelä-Pohjanmaa	140
Österbottens svenska	32
Kainuu	129
Lappi	123
Nylands svenska	231
Oulu	72
Häme	96
Satakunta	100
Koko maa	98

Peltokuviot olivat kaltevimpia Pirkanmaalla. Myöskin Uudella-
maalla kaltevuus on huomattavasti keskikaltevuutta suurempi.
Tasaisimpia pellot ovat ruotsinkielisellä Pohjanmaalla sekä

Oulun maatalouskeskuksen alueella. Aineiston suppeuden vuoksi kaltevuussuhteiden alueellisia eroja on tarkasteltava ainoastaan suuntaa-antavina.

Maalajien syntyvän takia on maalajien ja peltokuvion kaltevuuden välillä selväpiirteistä yhtälöisyyttä. Taulukossa 22 on päälajitteiden avulla tarkasteltu keskimääräistä kaltevuutta. Peltokuvion maalajiksi on tässä valittu vallitsevin maalaji.

Taulukko 23. Peltokuvion kaltevuus (cm/100 m) joillakin maalajeilla.

Maalajiryhmä	Maalaji	Kaltevuus cm/100 m
Eloperäiset maalajit	turve	82
	muta	67
Hienorakenteiset maalajit	savi	110
	hiesu	170
	hieta	130
Moreenit		250

Eloperäiset maalajit esiintyvät kaikkein tasaisimmilla alueilla, mikä on helposti ymmärrettävissä soiden syntyvän perusteella. Moreenimaita tavataan rinneilla ja ojittavissa kohteissakin keskimääräinen kaltevuusprosentti on noin 2.5.

Kaltevilla kuvioilla voidaan pienentää salaojituksen ojatiheyttä. Runsaasti viettävillä kuvioilla voidaan viljellä ojattomana. Yleisesti 8 %:n kaltevuutta pidetään ojittamisrajana. Salaojistiheyttä voidaan myös suurentaa, mikäli ojittettava rinne on kalteva etelään päin.

Sarkaojituksessa on noudatettu yleensä nimellismitoitusta, eikä kaltevuutta ole otettu useinkaan huomioon sarkojen leveyksissä. Taulukosta 23 ilmenee, ettei sarkaleveydestä ja kaltevuudesta ole löydettävissä säännönmukaisuutta.

Taulukko 23. Sarkaleveys ja pellon suhteellinen kaltevuus.

Suhteellinen kaltevuus cm/100 m	Keskimääräinen sarkaleveys m
0 - 50	17.1
50 - 100	16.8
101 - 150	15.4
151 - 200	18.1
201 - 250	14.0
251 - 300	16.8
301 - 350	19.0
351 - 400	18.1
401 - 450	15.3
451 - 500	17.3

Työnmenekkiin pellon kaltevuudella on vaikutusta, varsinkin kun suhteellinen kaltevuus on suuri. Tällöin erityisesti vaikeissa oloissa kaltevuus määrää ajosuunnan.

4.6. Peltokuvioiden maalajit

Maalajin merkitys paikalliskuivatuksessa on monitahoinen. Maalajin ominaisuuksista riippuu osaltaan kuivatustarvetta ja kaivuolosuhteet vaikuttavat kaivutyönmenekkiin. Hyötytekijöiden arvioinnissa maalaji on eräs perustekijä. Työn säästö, reuna-vaikutuksen suuruus ja sarkaojien kunnossapitotarve ovat maalajista riippuvia.

Aineiston maalajitiedot pohjautuvat salaojitussuunnitelmien kenttätöiden yhteydessä tehtyihin havaintoihin. Taulukossa 26 on esitetty tutkimusaineiston maalajit vallitsevan maalajin perusteella. Taulukko 24 on laadittu kuivatusteknisen maalajiluokituksen mukaan. Lisäksi taulukkoon on otettu JUUSELAN ja WÄREN (1954, s. 30) tutkimuksen tulokset.

Taulukko 24. Keskimääräiset maalajiesiintymät peltokuvioilla sekä vertailuarvot.

Päämaalaji	Keskimääräinen osuus %	JUUSELA ja WÄRE %
Moreenimaat	2.6	10.9
Hiekkamaat	1.0	2.4
Hietamaat	15.2	18.5
Tiivis HsHT)	52.9	40.0
Tiivis HtS, HsS)		
Aitosavi	6.3	5.5
Urpamaat	1.6	-
Liejumaat	2.1	7.3
Turvemaat	18.3	15.4
Yhteensä	100.0	100.0

Aineiston moreenimaiden suhteellisen pieni osuus Juuselan ja Wären tutkimuksen tuloksiin verrattuna johtuu moreenimaiden vähäisestä kuivatustarpeesta. Tiiviit hiesut ja hiesuhiedat esiintyvät noin joka toisessa suunnitelmassa päämaalajina, mikä osoittaa näiden maalajien suurempaa kuivatustarvetta muihin maalajeihin verrattuna.

5. KUVIO-OMINAISUUKSIEN JA MAALAJIN VAIKUTUS SALAOJITUKSESTA SAATAVAAN HYÖTYYN

5.1. Kuvio-ominaisuuksien vaikutus salaojituksesta saatavaan hyötyyn

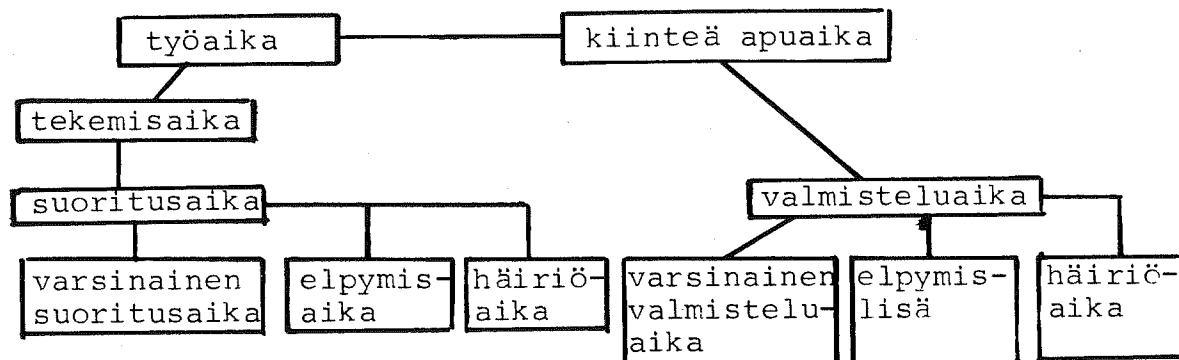
Salaojituksella saavutettavat hyötytekijät on tässä tutkimuksessa määritetty tarkastelemalla suunnitelmissa esiintyvää keskimääräistä peruskuviota sarka- ja salaojitettuna viljellessä tärkeimpiä kasveja. Peruskuvio 2.60 ha edustaa suunnitelmien tyypillistä yhtenäistä peltoalaa. Tulokset on esitetty hehtaaria kohti. Käytetyt kuviotyypit on esitetty luvussa 4.2. Viljelykasveina on käytetty 7 eri kasvia:

1. Säilörehunurmi
2. Heinä
3. Rehuvilja
4. Syysvilja
5. Kevätöljykasvit
6. Sokerijuurikas
7. Peruna

Arvioitaessa salaojituksen vaikutuksesta saavutettavaa työnnekin säästöä on tarkasteltava kuvio-ominaisuuksien muutosta. Sarkaojitettu kuvio koostuu useista tavallisesti pitkänomaisista saroista, joiden mahdollisimman tehokasta käyttöä haittaa kapeus ja pieni pinta-ala. Mikäli sarkaojien päihin on putkittettu riittävän leveä päiste, useimmat viljelytoimet voidaan tehdä kaista-ajona kiertämällä kahta sarkaa yhtä aikaa. Salaojituksella saadaan kuvio yhtenäiseksi ja tällöin edullisimman ajotavan määrää kuvion muoto.

Tutkimusaineistossa ei ollut mukana sellaisia suunnitelmia, joissa kuviokokoa olisi voitu suurentaa salaojituksen avulla esim. putkittamalla valtaojia. Tilusjärjestelyt rajoittuivat työnmenekiltään edullisemman ajosuunnan valintaan ja kaltevuudeltaan vaihtelevissa kuvioissa lyhyiden toisiinsa nähden ristikkäisten sarkojen poistamiseen.

Kasvikohtaiset työnmenekkilaskelmat on määritetty standardiajoista koottujen työnormien perusteella. Työnormien ilmaiseva työaika koostuu kuvio 12 osoittamista osatekijöistä (Maatalouden standardiaikajärjestelmä 1980, s. 12).



Kuvio 12. Maataloustöiden standardiaikajärjestelmässä käytettävä työajan jaottelu.

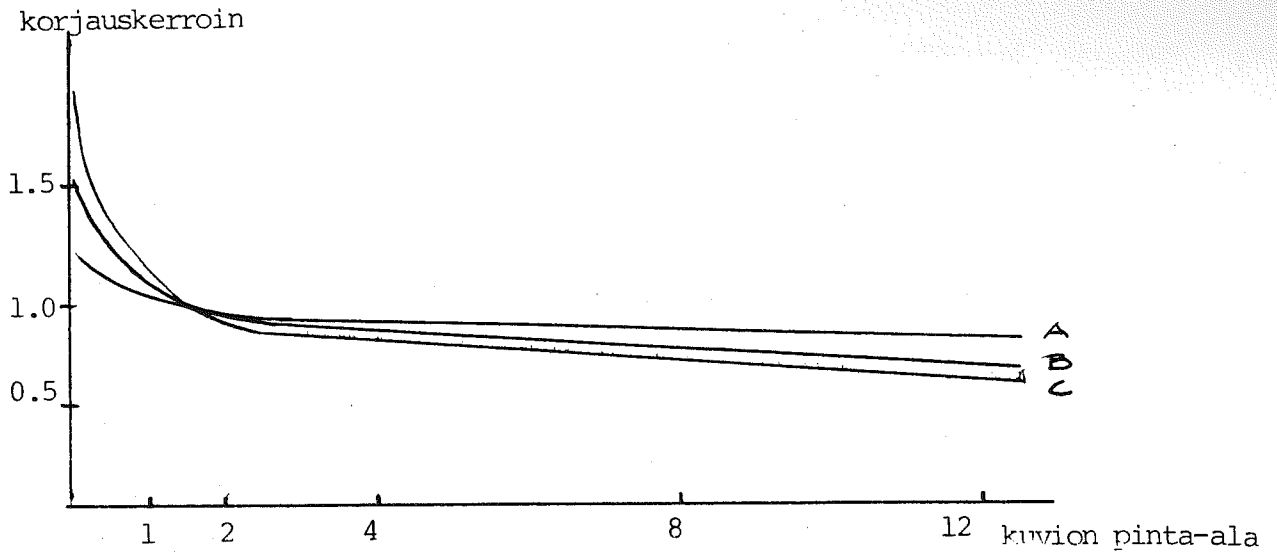
Työnormeja laskettaessa on vakioitu tärkeimpiä työnmenekkiin vaikuttavia tekijöitä kuten työmenetelmät, olosuhteet ja tuotantoresurssit. Liitteessä 3 on esitetty tässä tutkimuksessa käytetyt työketjut.

Työnmenekin supistuminen siirryttäessä sarkaojituksesta sala- ojitukseen perustuu pääosin peltokuvion koon muutokseen. Muutos on suurin alle 2 ha:n kuvioilla ja se pienenee koon kasvaessa. Korostuneesti muutos näkyy ajamisajoissa, jotka kuvaavat pellolla tapahtuvaa ajoa suoritusaajasta.

Kuvion koon vaikutusta ajamisaikaan voidaan tarkastella kuvioista 13, jossa on töiden eri ryhmien ajamisaikojen suhdeluvut esitettyinä pinta-alan suhteen. Suhdeluvut voidaan esittää korjauskertoimena K (PELTOLA ym. 1979, s. 23).

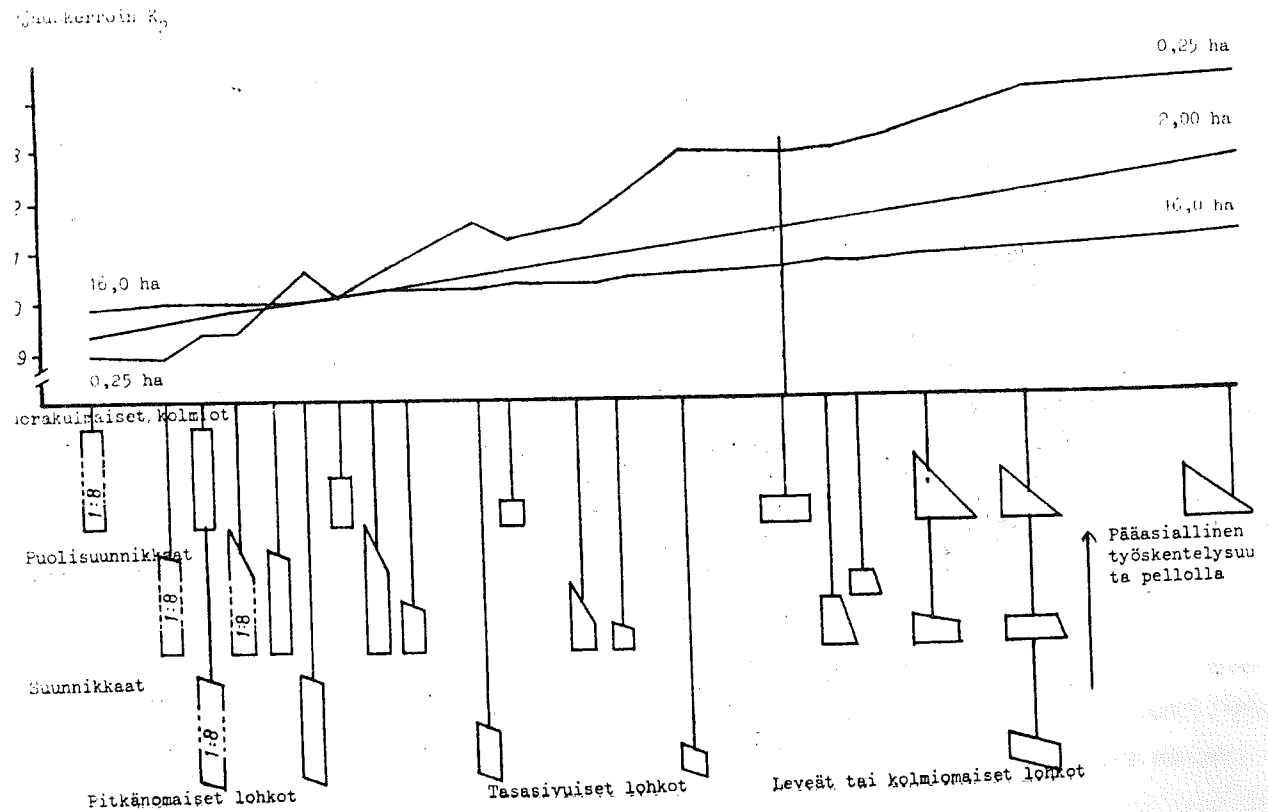
Ajamisajan muutos korostuu kuvioilla, joiden pinta-ala on alle 1 ha.

Peltokuvion koko ei ainoastaan vaikuta työnmenekkiin vaan myös kuvion muodolla on suuri vaikutus työaikoihin. Kuviossa 14 on esitetty muodon vaikutus ajamisaikaan suhdelukuna peruskuvion ajamisaikaan (PELTOLA 1979, s. 25).



Kuvio 13. Kuvion koon vaikutus ajamisaikaan.

Kuviosta 14 nähdään, että pitkänomaiset kuviot ovat ajamisajan kannalta edullisempia kuin ajosuuntaan nähden lyhyet ja leveät kuviot.



Kuvio 14. Muodon vaikutus ajamisaikaan (K_2 = korjauskerroin)

Yhdistämällä muodosta ja koosta aiheutuva työmenekin muutos päästään peruskuvion muodosta poikkeavan kuvion ajamisajamisaikaan. Määrittäminen perustuu kaavaan (PELTOLA ym. 1979, s. 24):

$$M_1 = K_1 \cdot K_2 \cdot M, \text{ jossa}$$

K_1 = koon korjauskerroin

K_2 = muodon korjauskerroin

M = perusmuotoisen (2 ha:n suorakaide 1:2) kuvion ajamisaika

Korjauskertoimia laskettaessa työt asetetaan kolmeen ryhmään A, B ja C sen mukaan, miten voimakkaasti koon muutos vaikuttaa ajamisaikaan (PELTOLA ym. 1979, s. 22). Kustakin ryhmästä valittiin tyyppityö. A-ryhmästä kasvinsuojeluruiskutukset, B-ryhmästä kyntö nostolaiteauralla ja C-ryhmästä muokkaus yli 4 metrin äkeellä (PELTOLA ym. 1979, s. 50). Liitteessä 4 on esitetty tässä tutkimuksessa käytettyjen töiden jakautuminen kyseisiin ryhmiin. Korjauskertoimien arvot kuvaavat erimuotoisten ja -kokoisten kuvioiden ajamisaikojen suhdetta peruskuvion (200 m x 100 m) ajamisaikaan. C-ryhmän töitä ei ole mukana tämän tutkimuksen työketjuissa.

Työmenekin muutokset on laskettu tässä tutkimuksessa vertaamalla keskimääräistä salaojitettua kuviokokoa 2.6 ha (vrt. luku 4.1.) sarkaojitettuun. Korjauskertoimet on laskettu 12 salaojitetulle kuviotyypille. Salaojitetun kuvion keskimääräinen korjauskerroin työryhmittäin (A - B) on saatu kertomalla kunkin kuvion korjauskerroin kuviomuodon suhteellisella osuudella, esim. kuviotyyppi 1 ja töiden ryhmä A saadaan $1.19 \times 5.4 : 100$ (liite 5).

Sarkaojitetulla kuviolla on laskettu lisäksi peruskuvio (2.60 ha) salaojitetuksi ottaen huomioon keskimääräisen sarkaojamäärän hehtaarilla sekä sarkaleveyden. Sarkaojitetusta kuvioista on laskettu kunkin kuviomallin keskimääräinen sarkan pinta-ala. Koska sarkaojitettu alue on oletettu sisältävän 6 m:n päistealueet, voidaan useimmat viljelytoimenpiteet suorittaa kiertämällä kahta sarkaa yhtenä. Tällöin koon korjauskertoimia määritettäessä on otettu keskimääräinen sarkakoko kaksinkertaisena.

Viidelle kuviotyypille on laskettu lisäksi epäedullisempaa ajo-
suuntaa vastaava korjauskerroin. Liitteessä 5 on esitetty eri
kuviotyypin korjauskertoimet molemmilla ojitusmuodoilla.
Kunkin kasvin vaatimat ajamisajat on kerrottu sen työryhmän
korjauskertoimella, mihin kyseinen työ kuuluu. Ajamisajat on
koottu maataloustöiden standardiaikajärjestelmästä. Taulukossa
25 on esitetty salaojittamalla peltotyöajoissa saavutettu
työn säästö keskimääräisellä kuviolla.

Taulukko 25. Salaojituksen avulla saavutettava työn säästö
peltotyöajoissa viljelykasvittain.

Viljelykasvi	min/ha	työnsäästö % peltotyöajasta
Säilörehunurmi	87	28.2
Heinä	88	25.0
Rehuvilja	127	28.0
Syysvilja	144	29.6
Kevätöljykasvit	136	37.5
Sokerijuurikas	399	28.4
Peruna	418	28.6

Peltotyöajoissa on mukana myös järjestely-, täyttö-, tyhjen-
nys- yms. ajat sekä häiriöt. Peltotyöajat koskevat tässä yh-
teydessä vain konetyöaikoja. Kasvikohtaiset laskelmat on esi-
tetty liitteessä 6.

Rahallinen hyöty voidaan määrittää, kun työn arvo määritetään.
Konetyön arvo voidaan määrittää joko vuokrien tai marginaali-
kustannusten perusteella. Mikäli tilan työt voidaan suorittaa
omilla koneilla molemmilla ojitustavoilla, on marginaalikustan-
nusten käyttö paikallaan. Mikäli työnsäästö on niin suuri, että
salaojituksen jälkeen voidaan esimerkiksi luopua tietyn vuokra-
koneen käytöstä voidaan työn säästö määrittää vuokrien perus-
teella. Töiden hinnoitteluperusteet ja marginaalikustannusten
laskeminen on esitetty liitteessä 7. Taulukossa 26 on esitetty
salaojituksesta aiheutuva työkustannusten supistuminen keskimää-
räisten ja marginaalikustannusten mukaan.

Taulukko 26. Salaojittamalla saatu työkustannusten säästö, kun konetyö on hinnoiteltu a) vuokrahinnoilla, b) marginaalikustannusten mukaan.

Viljelykasvi	Vuokrat mk	Marginaalikustannukset mk
Säilörehunurmi	145	65
Heinä	156	60
Rehuvilja	305	145
Kevätöljykasvit	358	157
Sokerijuurikas	622	409
Peruna	987	405
Syysvilja	365	168

Muodon ja koon vaikutuksen laskennassa käytettävät aikastandardit perustuvat käytännössä tehtyihin mittauksiin. Tällöin työkoneen tehollisen ja käytännön työleveyden erosta johtuva lisäaika on jo tullut otettua huomioon. Lisäkustannuksia aiheutuu sen sijaan päällekkäislevityksestä erilaisten materianlevitysten yhteydessä. Vinoissa päisteissä päällekkäislevityksen osuus kasvaa. Sarka- ja salaojitetun kuvion oleellisin ero päällekkäislevityksen osalta kohdistuu pääajosuunnan suuntaiselle sivulle. Mikäli sarkaleveys ei ole koneen työleveyden kerrannainen, aiheutuu sarkaojitetulla kuviolla jokaisella saralla päällekkäislevitystä. Kylvökoneita yleensä voidaan sulkea vain osalle työleveyttä toimiviksi sekä siemen että väkilannoitteen levityksessä. Tästä johtuen päällekkäislevityksen alaa voidaan pienentää. Kasvinsuojeluruiskutuksessa työleveys voidaan säätää yleensä 1/3 ja 2/3 kokonaistyöleveydestä. Runsaampaa päällekkäislevitysalaa on vaikeampaa estää, mikäli sarka ei ole tasaleveä.

Kaksinkertaisen levityksen vähenemisestä johtuva materiansäästö on määritetty laskemalla päällekkäislevityksen pinta-alat sarka- ja salaojitetulla kuviolla.

Suorakaiteen ja neliön muotoisilla kuvioilla oletetaan molemissa päädyissä tapahtuvan 0.5 m leveydeltä kaksinkertaista levitystä sekä viimeisessä pääviljelysuunnan mukaisessa ajossa

samoin 0.5 m. Tällöin kaksinkertainen peittoala saadaan kaavasta:

$$A_k = (b + a) \cdot 0.5, \text{ jossa}$$

$$A_k = \text{kaksinkertainen peittoala (m}^2\text{)}$$

$$a = \text{pääviljelysuunnan pituus (m)}$$

$$b = \text{pääviljelysuuntaa vastaan kohtisuorassa olevan sivun pituus (m)}$$

Mikäli pääviljelysuuntaa vastaan on yksi vino päätysivu, saadaan vastaavasti kaksinkertainen peittoala kaavasta:

$$A_k = b \cdot 0.5 + 1/2 \cdot b \cdot e \tan \alpha, \text{ jossa}$$

edellisen kaavan selitysten lisäksi

$$e = \text{työkoneen työleveys}$$

$$\alpha = \text{kulma, jonka viisto pääty muodostaa toisen päädyn kanssa}$$

Mikäli molemmat päätysivut ovat vinoja, saadaan kaksinkertainen levitysala laskemalla erikseen molemmissa päätysivuissa tapahtunut kaksinkertainen levitys, johon lisätään pääajosuunnan päällekkäinen levitysala.

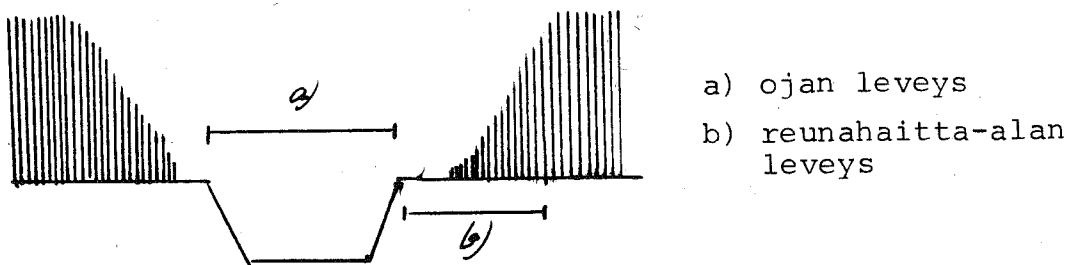
Esitettyjen kaavojen avulla on laskettu kaksinkertainen peittoala sekä sala- että sarkaojitettuna erilaisilla kuvioilla. Liitteessä 8 on esitetty tulokset eri kuviotyypein. Salaojituksen avulla voidaan pienentää kaksinkertaista levitysalaa keskimäärin 220 m²/ha. Käyttämällä liitteessä 10 esitettyjen katetuottolaskelmien ainemääriä voidaan laskea aiheutuneet menekit. Taulukosta 27 ilmenee kaksinkertaisen levityksen markkamääräinen kustannus.

Taulukko 27. Kaksinkertaisesta levityksestä aiheutuva kustannus eri viljakasveilla.

	mk/ha
Säilörehu	44.40
Heinä	35.80
Rehuvilja	29.90
Syysvilja	24.60
Kevätöljykasvi	24.10
Sokerijuurikas	48.98
Peruna	44.20

Lisääntynyt hyötypinta-ala määräytyy keskimääräisen avo-ojamäärän perusteella. Suunnitelmissa on keskimäärin 420 m/ha avo-ojia. Hukka-ala muodostuu sarkaojitetulla pellolla reunahaitta-alasta ja ojan leveydestä. Reunahaitta-ala koostuu kokonaan viljelykasveja kasvamattomasta alueesta ja heikon sadon tuottavasta alueesta. Reunavaikutusalan laskemisessa oletetaan, että tietyltä osalta reunasta sato jää kokonaan saamatta ja osalta saadaan heikompi sato kuin keskimäärin. Tällöin laskelmissa heikon sadon osuus jaetaan keskisadon ja kokonaan tuottamattoman alueen kesken. Osalle tuottamatonta aluetta on kuitenkin uhrattu työtä, siemeniä ja lannoitteita ja täten osa aineista ja työstä menee hukkaan.

Reunavaikutusalueeseen on otettu mukaan myös piennar, mikäli pelto rajoittuu ojaan. Tällöin sarkaojitetulla kuviolla sarkaojien aiheuttama todellinen hukkaleveys on: ojan leveys $2 + x$ reunahaitta-alue (kuvio 15.).



Kuvio 15. Reunahaitta-alue sarkaojitetulla pellolla.

Taulukossa 28 on esitetty reunavaikutuksen leveys, jolta sato menetetään kokonaan (ANON. 1966, p. 69) ja nurmikasvien osalta (TOLVANEN ja TORVELA 1981, s. 88).

Taulukko 28. Reunavaikutuksen leveys viljeltäessä eri kasveja.

Kasvi	Reunatyyppe		
	c M	d m	e m
Viljakasvit	0.6	0.8	0.3
Öljykasvit	1.1	1.4	0.5
Peruna, sokerijuurik.	1.0	1.8	0.5
Nurmikasvit	0.3	0.4	0.15

Käyttämällä taulukon 28 arvoja lisääntynyt hyötypinta-ala on laskettu eri viljelykasveilla (taulukko 29).

Taulukko 29. Lisääntynyt hyötypinta-ala eri viljelykasveilla.

Viljelykasvi	Sarkaojan leveys	Reunavai- kutus	Alue, jolta sato mene- tetty	Menetetyn alu- een osa, jolle viljelytoimen- piteet tehty
	m	m	m ²	m ²
Säilörehunurmi	0.7	0.3	590	-
Heinä	0.7	0.3	590	-
Rehuvilja	0.7	0.6	800	250
Syysvilja	0.7	0.6	800	250
Kevätöljykasvi	0.7	1.1	1220	460
Sokerijuurikas	0.7	1.0	1220	460
Peruna	0.7	1.0	1130	420

Lisääntyneestä hyötypinta-alasta aiheutuva markkamääräinen hyöty saadaan, kun pinta-ala kerrotaan kunkin viljelykasvin katetuotolla. Muilla kasveilla heinäkasveja lukuunottamatta lisääntyneeseen pinta-alaan lasketaan puolelle reunavaikutusleveyttä katetuoton arvoon sadon käsittelystä aiheutuvat kustannukset. Tällöin hukkaan menneet viljelykustannukset tulevat huomioonotetuiksi. Taulukossa 30 on esitetty viljelykasvien katetuoto ja sadon käsittelystä aiheutuvat kustannukset sekä kokonais-

hyöty. Katetuottolaskelmat on esitetty liitteessä 9.

Taulukko 30. Lisääntyneestä hyötypinta-alasta johtuva kokonaishyöty.

Viljelykasvi	Katetuotto mk/ha	Sadon käsitelystä aiheutuvat kustannukset mk/ha	Kokonaishyöty lisääntyneestä pinta-alasta mk/ha
Säilörehunurmi	2710	-	160
Heinä	2295	-	135
Rehuvilja	2154	855	202
Syysvilja	3641	932	329
Kevätöljykasvit	2925	864	433
Sokerijuurikas	6330	1987	864
Peruna	5291	2430	700

Sarkaojat on puhdistettava aika ajoin. Puhdistuskustannukset riippuvat käytettävästä menetelmästä. Nopea ja edullinen tapa on puhdistaa ojat auraamalla erityisellä oja-auralla. Puhdistuksen jälkeen ojamaat on lisäksi levitettävä ja samalla muotoiltava sarka mahdollisimman edulliseksi avo-ojituksen toimivuuden kannalta. Saran keskikohta tulisi olla reunoja korkeammalla, jotta vettä kerääviä painanteita ei muodostuisi.

Sarkaojien puhdistuskustannus on tässä työssä laskettu annuiteettimenetelmällä olettaen, että puhdistus tehdään joka seitsemäs vuosi. Puhdistusaura ja ojamaiden levityskustannukset ovat keskimäärin 0.90 mk/m, jolloin hehtaaria kohti aiheutuu 378 mk kustannus. Tällöin vuotuiskustannukseksi tulee $378 \times 0.17401 = 65.78$ mk, kun aika on 7 vuotta ja korko 8 %.

Taulukossa 31 on esitetty edellä lasketut salaojituksen avulla saavutettavat hyötytekijät. Laskelmissa on käytetty tutkimusaineistosta määritellyjä kuvio-ominaisuuksien perustietoja.

Taulukko 31. Salaojituksen laskennalliset hyötytekijät eri viljelykasveilla mk/ha.

	Säilö- rehu- nummi	heinä	Rehu- vilja	Syys- vilja	Kevät- öljy- kasvit	Sokeri- juurikas	Peruna
Ihmis- ja konetyön säästyminen	A 65 B 145	60 156	145 305	168 365	157 358	409 622	405 987
Kaksinkertaisen kylvön vähent.	44	36	30	25	24	49	44
Hyötypinta-alan lisääntyminen	160	135	202	329	433	864	700
Sarkaojien kunnosspidon poistuminen	66	66	66	66	66	66	66
Yhteensä	A) 335 B) 415	297 393	443 603	588 785	680 1101	1388 1601	1215 1797

A) Konetyö hinnoiteltu marginaalikustannuksin

B) " " vuokratonehinnoin

5.2. Maalajin vaikutus salaojituksesta saatavaan hyötyyn

Kuvion koon ja muodon lisäksi myös maalaji vaikuttaa työmenekkiin. Eri maalajien erilaiset vetovastukset aiheuttavat muutoksia kokonaistyönmenekkiin. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden laboratorion kyselytutkimuksessa selvitettiin mm. maalajin vaikutusta kokonaistyönmenekkiin. Kyselyn kohderyhmänä olivat salaojitusmekanikot, jotka arvioivat kokemukseräisesti työmenekkiä erilaisissa oloissa. Koska tutkimus perustui arvioihin eikä kenttäkokeisiin, ovat tulokset vain suuntaa-antavia. Taulukossa 32 on esitetty viiden eri maalajin suhteellinen työmenekki kynnyksessä ja taulukossa 33 äestyksessä (KILPINEN 1980, s. 82 - 83).

Taulukko 32. Eri maalajien vaatima kynnön suhteellin työmenekki (multamaa = 100).

Kuivatustila	maalaji				
	multamaa	turve	hiesu	hieta	jäykkä savi
Hyvä	100.0	99.8	113.7	102.6	118.1
Märkä	134.5	131.5	145.2	135.4	150.6

Taulukosta 32 ilmenee, että pienin työmenekki on turvemaidella ja eniten vetovastusta aiheuttaa jäykkä savi.

Taulukko 33. Äestyksen suhteellinen työmenekki (äestyskertojen lukumäärä x yhden kerran työmenekki).

Kuivatustila	maalaji				
	multamaa	turve	hiesu	hieta	Jäykkä savi
hyvä	2.0 x 100	1.9 x 101	2.6 x 111	1.8 x 102	2.7 x 114
märkä	2.2 x 121	2.1 x 123	2.8 x 135	2.1 x 120	2.9 x 137

Äestyksen työmenekin muutokset olivat samansuuntaiset kuin kynnönkin. Erot korostuvat, koska eri maalajiryhmien muokkautuvuus on erilainen. Hyvissä oloissa turvemaiden kylvömuokkaukseen tarvittiin vain keskimäärin 1.9 ajokertaa kun jäykät savimaat vaativat jo keskimäärin 2.7 ajoa. Taulukoitten 32 ja 33 mukaan hiesu- ja savimaidella työmenekki on keskimäärin 12 - 15 % suurempi kuin turve- ja multamaidella muokkauksessa ja kynnössä (KILPINEN 1980, s. 83).

Maalajin vaikutus rajoittuu vain niihin töihin, joissa maa aiheuttaa työkoneille vetovastuksen, kuten kyntö, muokkaus, haraus, kylvölannoitus ja erilaiset juuresten nostotyöt.

Tässä tutkimuksessa verrataan samalla kuviolla työmenekkiä sarka- ja salaojitettuna. Tällöin maalajit pysyvät samoina. Maalajin vaikutus ilmenee kokonaistyömenekin muutoksena. Koska

sarkaojitetun kuvion työnmenekki on suurempi kuin salaojitetun on maalajeilla myös keskeisempi merkitys työnmenekin kannalta sarkaojitetulla pellolla.

Työnmenekin muutos on sitä suurempi, mitä märempi on pelto. Kuivatustilan muutos aiheutti taulukoitten 32 ja 33 mukaan n. 33 %:n työnmenekin kasvun. Salaojituksen avulla voidaan täten saavuttaa myös helpompien työskentelyolojen vuoksi työn- säästöä.

5.3. Salaojituksen kannattavuus

Salaojitusinvestoinnin kannattavuutta arvioitaessa täytyy tuot- tojen ohella tuntea myös investointikustannukset. Kustannusten muodostuminen riippuu hyvin paljon tilakohtaisista tekijöistä, kuten maalajista, kivisyydestä ja kaivuoloista. Maalaji vaikut- taa ojatiheyteen niin, että urpasavimailla riittää n. 200 m/ha salaojaa, kun taas tiiviillä hiesusavimailla tarvitaan n. 650 m/ha ojaa (MELEN 1980, s. 14). Lisäksi maalajien erilainen kaivuvastus määrää työnmenekin (taulukko 18). Mm. näiden tekijöi- den vuoksi voi salaojituksen hehtaarikustannus vaihdella melko paljon tilakohtaisesti. Tutkimusaineiston pienimmät kustannus- arviot ovat n. 3300 mk/ha ja vastaavasti suurimmillaan kustan- nukset olivat 8300 mk/ha. Tilakohtainen 5000 mk:n eri vaikuttaa jo ratkaisevasti investoinnin kannattavuuteen. Alueellisesti suurimmat kustannukset ovat Kainuun ja Pohjois-Karjalan maatalous- keskusten alueilla. Kannattavuuden eroja korostaa vielä viljelyn rajoittuminen näillä alueilla heikoiten hyötyä tuottavien kasvien osalle, lähinnä nurmikasveihin. Tutkimusaineiston ojituskohteista oli käytettävissä kustannusarviot. Niiden vastaavuus todellis- ten kustannusten kanssa on TOLVASEN ja TORVELAN (1981, s. 62) mukaan hyvä.

Tiiliputkisalaojitus on pitkäikäinen. Suomessa on toiminnassa jopa yli 100 vuotta vanhoja ojituksia. Muoviputken käytöstä on lyhyempi kokemus kuin tiiliputken käytöstä. Putkimateriaalia

on jatkuvasti parannettu. Nykyään muoviputkelta vaaditaan 50 vuoden kestoikää. Tutkimusaineiston hankkeista 55 % ojitettiin tiiliputkella ja 45 % muoviputkella. Vaikka salaojien tekninen kestoikä onkin huomattavan pitkä käytetään investointilaskelmissa taloudellisena kestoikänä yleensä 30 vuotta.

Salaojitusta varten saatavilla halpakorkoisilla lainoilla rahoitettiin salaojituksista v. 1980 keskimäärin 25 % ja loppuosa pankkilainoilla ja omalla rahoituksella (TOLVANEN ja TORVELA 1981, s. 35). Sen vuoksi kustannuslaskelmissa on tarkoituksenmukaista käyttää yleistä korkokantaa alempaa korkoa, esim. 7 %:a.

Salaojituksesta aiheutuvat pääomakustannukset voidaan laskea annuiteettimenetelmällä siten, että huomioon otetaan 30 v:n kestoikä ja lainan 7 %:n korko. Keskimääräiset salaojituskustannukset suunnitelmissa olivat 5700 mk/ha, jolloin vuotuiset kustannukset ovat

$$5700 \times 0.08059 = 460 \text{ mk.}$$

Salaojat vaativat myös aika ajoin kunnossapitoa, kuten kaivojen ym. tarkastusta ja puhdistusta. Vuosittain kunnostustöihin voidaan laskea käytettävän n. 2 tuntia, jolloin vuotuiset kunnossapitokustannukset ovat

$$2 \times 18.4 \text{ mk} = 36.80 \text{ mk.}$$

Nykyisin salaojitetaan pääasiassa urakointityönä, jolloin ojitusajankohtaa on vaikea määrätä tilakohtaisesti. Tällöin joudutaan ojittamaan usein myös kasvukauden aikana. Hyvien kaivulojen varmistamiseksi se on myös tarkoituksenmukaista. Kuivinta on todennäköisimmin keskikesällä. Tällöin ojitettava alue on joko kesannoitava tai sen on oltava nurmikasvilla. Mikäli ojitus voidaan tehdä salaojakaivukoneilla on mahdollista ojittaa myös kevätiljalle kylvetty alue. Tällöin on mahdollinen pellon pinnan muotoilu ja kuivimuodon parantaminen siirrettävä sadonkorjuun jälkeen. Kauhakaivurin työskentely ja ojamaiden levitys tallaaavat kasvustoa jo niin paljon, ettei kylväminen ole kannattavaa.

Laskelmissa on otettu huomioon salaojituksesta aiheutuviksi kustannuksiksi vilja- ja öljykasvien, juurikkaan ja perunan sadon

menetyks kokonaan puolelta ojitusosalasta. Säilörehusadosta oletetaan menetetyksi vain toinen sato kyseisellä alalla, heinäällä vastaavasti menetetään odelman sato. Sadonmenetyksen arvo on jaettu annuiteettimenetelmällä salaojien kestojen vuosien kesken. Taulukossa 34 on esitetty sadonmenetyksestä aiheutuvat vuotuiset kustannukset eri kasveilla.

Taulukko 34. Sadonmenetykset eri viljelyskasveilla salaojituksen yhteydessä mk/vuosi.

Viljelyskasvi	kust. yht. mk	annuiteetti 30 v 7 % mk
Säilörehunurmi	1363	121
Heinä	597	53
Rehuvilja	1077	96
Syysvilja	1821	161
Kevätöljykasvit	1463	130
Sokerijuurikas	3165	281
Peruna	2646	235

Salaojitus voi aiheuttaa lisätyötä vielä ojitusta seuraavinakin vuosina. Nämä kustannukset eivät näy varsinaisissa salaojituskustannuksissa. Hyvin kiviseltä kaivumaalta täytyy salaojituksen jälkeen kerätä kiviä vielä ojitusta seuraavanakin vuonna. Lisäksi kaivannon painuminen mahdollisesti vielä kahtena ojitusta seuraavana vuonna aiheuttaa pellon pinnan muotoilutöitä, kylvämuokkauksen yhteydessä. Painuminen estää salaojitettun alueen kylvämisen heinäkasville heti kaivuvuoden jälkeen, koska tällöin ei voida tehdä tasauslanausta. Pellon epätasaisuus heikentää esim. säilörehun laatua, koska multaa joutuu helposti kuormauksen yhteydessä rehuun ja joutuisa koneilla liikkuminen vaikeutuu. Edellämainitut salaojituksesta aiheutuvat kustannukset ovat kuitenkin määrällisesti niin pieniä ja usein vain alueellisia, ettei niiden mukaanotto kustannuslaskelmiin ole tarpeen. Ojituksen pitkän aikavälin suunnittelussa esim. viljelykierron järjestämisessä kyseiset tekijät kuitenkin kannattaa ottaa huomioon. Ojituksen ajoittamisella viljelykierron oikeaan kohtaan voidaan pienentää huomattavasti em. kustannuksia.

Salaojitusinvestoinnin kannattavuutta voidaan tarkastella myös takaisinmaksuajan menetelmällä (luku 1.2.). Investointi katsotaan edulliseksi, mikäli se maksaa itsensä lyhyemmässä ajassa kuin mikä on investoinnin taloudellinen kestoikä (RYYNÄNEN ym. 1975, s. 31). Investoinnin pääoma-arvo K on salaojituksessa 5700 mk, korkokanta p on 7 % ja investoinnin vuotuinen tuotto on r eri kasveilla (taulukko 31). Tällöin nykyarvotekijä $f = \frac{K}{r}$, josta takaisinmaksuaika voidaan määrittää. Taulukossa 35 on esitetty takaisinmaksuajat eri kasveilla.

Taulukko 35. Salaojitusinvestoinnin takaisinmaksuajat viljelykasveittain.

Viljelyskasvi	Nykyarvotekijä	Takaisinmaksuaika vuotta
Säilörehunurmi	13.73	30
Heinä	14.50	30
Rehuvilja	9.45	16
Syysvilja	7.26	10
Kevätöljykasvit	5.17	7
Sokerijuurikas	5.56	4
Peruna	3.17	3.5

Erikoiskasveilla salaojitusinvestointi on erittäin kannattava ja vielä rehuviljallakin kohtalaisen kannattava. Heinäkasveilla salaojitusta on tarkasteltava koko tilan tuotannon kannalta. Heinäkasvien ja rehuviljan viljelyyn liittyy yleensä kotieläintalous, tällöin pelkän kasvinviljelytuoton perusteella ei voida arvioida kokonaisyötyä. Tilan tuotantosunnan mukaan peltoalan lisäyksen mahdollistama sadon lisäys voidaan hyödyntää lisäämällä kotieläimiä. Sikataloutta harjoittavalla 12 ha:n tilalla saadaan salaojituksen jälkeen 0.96 ha enemmän käyttöön peltoa, jolloin on mahdollista saada rehuviljaa 2500 - 3000 kg enemmän. Vuosittain voidaan tällöin kasvattaa 10 - 12 kpl lihasikoja lisää tai tuottaa kahdella emakolla porsaita. Tuotannosta voidaan vastaavasti saada sianlihantuotannossa keskim. 1000 - 1500 mk ja porsastuotannossa 1600 - 2600 mk suurempi katetuotto kuin aikaisemmin.

Salaojitus toteutetaan yleensä useassa jaksossa, jolloin kustannusten ja tuottojen keskinäisissä hintasuhteissa on saattanut tapahtua muutoksia.

Salaojitusinvestoinnin kannattavuutta voidaan parantaa pienentämällä kustannuksia ja viljelemällä eniten hyötyä tuottavia kasveja. Tilakohtaisesti mahdollisuudet ovat kuitenkin vähäisiä. Kaivuolot ja urakointityöt määräävät kustannukset ja tuotantosuunta sanelee viljeltävät kasvit, etenkin pienillä tiloilla. Ojitettavan kohteen maalaji, puisuus tai kivisyys vaikuttaa olennaisesti kustannuksiin. Vaikeakaivuisten kohteiden kustannukset olivat tutkimusaineistossa keskimäärin 1450 mk korkeammat kuin keskimääräiset kustannukset. Alueellisesti vaikeakaivuiset kohteet sijoittuvat sellaisille alueille, missä salaojitus on ollut vielä melko vähäistä, etenkin Pohjois-Karjalan ja Oulun maatalouskeskusten alueille. Ilmastolliset olot estävät näillä alueilla erikoiskasvien viljelyn ja siksi myös salaojituksen hyödyt jäävät pienemmiksi kuin etelämpänä. Myös peltokuvioiden pienuus vähentää rationalisointihyötyä. Tällaisten kohteiden salaojituksen edistämisen kannalta olisi tärkeää saada kustannukset mahdollisimman alhaisiksi. Rahoitusmahdollisuuksien alueellinen porrastaminen tasoittaa osittain eroja, mutta ilmeisesti ei vielä riittävästi.

Salaojituskustannuksia voidaan yhteishankkeiden avulla pienentää. Suppeimmillaan yhteistoiminta rajoittuu ojitustarvikkeiden yhteisostoon. Joillakin alueilla on suorastaan pakko toimivan ojituksen aikaansaamiseksi ojittaa yhteisvoimin naapuriston kanssa. Vesihallituksessa tehtyjen laskelmien mukaan 25 % salaojitushankkeista tulisi tehdä yhteistyönä. Yhteishankkeissa kustannuksia säästyy, koska piiri- ja valtaojia tarvitaan huomattavasti vähemmän kuin erillisojituksessa. Lisäksi rumpuja ja siltoja tarvitsee rakentaa huomattavasti vähemmän ja tilusjärjestelyjen mahdollisuus paranee (KANTANEN, 1973, s. 4). Yhteishankkeet soveltuvat sellaisilla alueille, missä eri tilojen viljelykset muodostavat yhtenäisiä alueita, kuten jokilaaksoseuduilla. Näissä kohteissa on mahdollista suun-

nitella aluekuivatuksena seudun perus- ja paikalliskuivatus, jolloin voidaan ottaa huomioon myös tilusjärjestelyt, tiestösuunnitelmat ja vesistöjen virkistyskäyttö (PÄLIKKÖ 1980, s. 15 - 16).

Salaojitusinvestoinnin vaikutus verotukseen riippuu tilan tulotasosta ja salaojituksen toteuttamisajankohdasta. Salaojien hankintamenot vähennetään maatilatalouden tuloverotuksessa menojäännöksestä tehtävin poistoin. Ennen v. 1982 tehtyjen salaojitusten menojäännöksestä voidaan tehdä enintään 10 %:n vähennys ja v. 1982 jälkeen tehdyistä ojituksista enintään 20 %:n vähennys. Menojäännös on verovuoden aikana tehtyjen salaojien hankintamenojen sekä aikaisemmin tehtyjen ojitusten poistamattomien hankintamenojen summa vähennettynä salaojista verovuoden aikana saaduilla luovutushinnoilla ja muilla vastikkeilla sekä vahingon-, vakuutus- ja muilla korvauksilla ynnä salaojitusavustuksilla. (Verohallinnon käsikirja 1982, s. 61). Salaojituksella saavutettavan lisätuoton verotus riippuu tilan kokonaistulosta. Mikäli verotettava tulo valtionverotuksessa on korkea, menee salaojituksella saavutetusta lisätulosta suhteellisesti enemmän veroihin kuin kokonaistulon ollessa alhaisempi.

Varallisuusverotuksessa maatalousmaan arvonlisäys salaojituksen jälkeen oli vuoden 1981 verotuksessa enintään 400 mk/ha. Mikäli salaojitus on rahoitettu suurelta osin lainavaroin, voidaan varallisuusverotusta pienentää ojituksen jälkeisinä vuosina. Tällöin salaojitukseen käytetyt lainat pienentävät varojen yhteissummaa.

6. TULOSTEN TARKASTELU

Salaojituksesta saatavien hyötytekijöiden laskennassa on käytetty keskimääräisiä arvoja niin satotason, koneistuksen kuin peltokuvion ominaisuuksien suhteen. Alueellisten erojen vaikutusta ko. tekijöihin ei ole otettu huomioon. Tilakohtaiset erot saman alueen sisälläkin voivat olla huomattavat.

Satotason vaihtelut vaikuttavat kokonaishyötyyn. Katetuotto-laskelmissa satotaso määrää kokonaistuoton ja esim. rehuviljasadon 600 kg:n muutos aiheuttaa 800 mk:n muutoksen katetuottoon. Lisääntyneestä hyötypinta-alasta saatava tuotto hehtaaria kohti joko pienenee tai kasvaa 46 mk. Perunalla ja soke-rijuurikkaalla vaikutus on vielä voimakkaampi. Sadon vaihtelu 5000 kg:lla aiheuttaa lisäpinta-alan tuottoon 272 mk:n muutoksen. Satotason erot johtuvat viljelyn voimaperäisyyden ohella ilmasto- ja maaperätekijöistä.

Työmenetelmien tehostaminen tulee perustellummaksi kun työskentelyolot paranevat. Tällöin työnmenekki pienenee myös tehokkaamman työskentelyn ansiosta. Jos salaojituksen jälkeen siirrytään kevätiljan viljelyssä esim. kaksiteräisistä 2 x 16" auroista 3 x 16" auroihin, levennetään äkeen työleveyttä yhdellä metrillä ja käytetään 2.5 m:n työlevyistä kylvölan-noitinta yleisvannaskoneen sijasta, voidaan peltotyöajoissa säästää 4.8 h/ha, lisänä 30 %:n salaojituksella saavutettavaan työn säästöön. Nykyaikaisten maatalouskoneiden edut tulevat esille yleensä vasta suurilla ja säännöllisillä peltokuvioilla. Sarkaojitetulla pellolla niitä ei ole kyetty hyödyntämään ominaisuuksien mukaan. Tehokkaista koneista saadaan koko hyöty vasta silloin, kun myös peltojen kuvio-ominaisuudet on parannettu.

Eri työvaiheiden pienikin työnsäästö voi rajatapauksissa vaikuttaa tilan kokonaistyömenekin kannalta merkittävästi. Jos salaojituksen jälkeen tilan kokonaistyömenekki pienenee niin pal-

jon, että voidaan luopua vuokrakoneiden käytöstä kiireisimpinä työhuippuina, muodostuu työnsäästön rahallisesta arvosta huomattava. Käytännössä juuri työmenetelmien tehostaminen salaojituksen kanssa voi johtaa tämän suuntaisiin säästöihin. Työnsäästön hinnoitteluun vaikuttaa myös se, mikäli säästyneet konetyötunnit voidaan käyttää tilan ulkopuolella vuokratyöhön. Samoin ihmistyön hinnoittelussa on otettava huomioon, millaista vaihtoehtoistyötä vapautuneella työvoimalla on käytettävissä.

Luvussa 5.3. esitetyissä salaojituksen kokonaishyödyissä oli mukana vain sellaiset tekijät, jotka ovat selvimmin osoitettavissa käytännössä. Laskelmien ulkopuolelle jäivät mm. mahdollinen sadon laadun paraneminen salaojituksen jälkeen, tasaisemman muokkaustuloksen ansiosta saatava parempi sato ja keväällä nopeasta maan kuivumisesta johtuvan aikaisemman kylvön tuottama sadon lisäys. Näillä tekijöillä voi joissakin tapauksissa olla suurikin merkitys salaojituksen kannattavuuteen. Toimivan salaojituksen maan tiivistymistä estävä vaikutus voi johtaa etenkin yksipuolisessa viljanviljelyssä hyvinkin huomattaviin etuihin, joiden vaikutusta ei kyetä arvioimaan. Tiivistymisongelmat tulevat esille etenkin savimailla ja maalajeilla, joissa savespitoisuus on suuri. Kun joudutaan ajamaan raskailla koneilla liian kostealla pellolla, voi vaurioita olla hyvin vaikea korjata. Joinakin kasvukausina etenkin korjuutyöt on jouduttu tekemään hyvin märissä oloissa ja salaojituksellakaan ei ole voitu estää maan rakenteeseen kohdistuneita vaurioita. Etenkin sokerijuurikasmaat ovat erityisen alttiita tiivistymiselle, koska sato korjataan myöhään syksyllä raskailla koneilla.

Toimivat salaojat kuivattavat sateiden jälkeen maan tehokkaasti, mikäli maan rakenne on säilynyt sellaisena, että vesi kykenee kulkeutumaan salaojiin. Tehokkaalla salaojituksella ja liian yksipuolista viljelyä välttämällä voidaan melko hyvin estää tiivistymishaitat.

7. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut tarkastella salaojituksella saatavia hyötytekijöitä. Erityisesti on selvitetty kuvio-ominaisuuksien ja maalajin vaikutusta hyödyn muodostumisessa. Salaojituksen edistämisen kannalta on tärkeää tuntea salaojitukselta saatavat tuotot, jotta salaojitusinvestointi kykenisi kilpailemaan toteuttamisessa muiden pitkävaikutteisten investointien kanssa. Suomen peltoalasta on salaojitettu vasta n. 35 % ja ojituskohteet siirtyvät sellaisille alueille, missä salaojituksen edut eivät ole aina selvästi nähtävissä, ja missä ojitusolojen vuoksi kustannukset ovat korkeat.

Tutkimusaineistossa oli 200 tilaa, joille oli valmistunut sala-ojasuunnitelma vuoden 1980 loppuosalla tai alkuvuoden 1981 aikana. Tilat valittiin mukaan satunnaisotannalla. Aineisto edusti 4.1 %:a ajankohdan suunnitelmista.

Suunnitelmista määritettiin peltokuvion koko, ruoto, avo-ojämäärät, kaltevuus ja maalaji. Näiden tietojen perusteella muodostettiin tyyppikuviot, joiden avulla laskettiin salaojitus-hyödyt seitsemälle eri viljelyskasville. Tyyppikuvioita valittiin 12, joista kuudella otettiin huomioon myös epäedullisempi ajosuunta. Peruskuvion kooksi valittiin 2.60 ha, joka oli suunnitelmien keskimääräinen yhtenäisen peltokuvion ala.

Työnmenekin säästö laskettiin perustuen kuvion koon ja muodon muuttumiseen siirryttäessä sarkaojitetulta pellolta salaojitetulle. Työnmenekin muutos laskettiin käyttämällä korjauskertoimia, jotka oli saatavissa aikaisemmista tutkimuksista. Muina salaojitushyötyinä laskettiin lisääntyneestä hyötypinta-alasta saatava tuotto, kaksinkertaisen levityksen ainemenekistä aiheutuva kustannusten aleneminen ja sarkaojien kunnossapitokustannusten poistuminen.

Lisääntyneen hyötypinta-alan laskennassa otettiin huomioon reunavaikutuksen eroavuudet eri viljelyskasveilla. Kaksinkertaisen levityksen pieneneminen määritettiin kylvön, lannoituksen ja kasvinsuojeluruiskutusten osalta.

Salaojituksen kannattavuutta tarkasteltiin vertaamalla laskennallisia hyötyjä salaojitus suunnitelmien kustannusarvioihin. Kotieläintilalla otettiin huomioon salaojituksella saavutettava lisäpinta-ala rehuntuotannossa. Tällöin on mahdollista, joko lisätä eläinmäärää tai korvata ostorehua lisääntyneellä pinta-alalta saatavalla rehulla.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös sellaisia hyötytekijöitä, joiden rahallinen arvo on vaikea määrittää.

Salaojitushyödyt laskettiin seitsemälle viljelyskasville; säilörehunurmi, heinä, rehuvilja, syysvilja, kevätöljykasvi, sokerijuurikas ja peruna. Suurin hyöty saatiin erikoiskasveilla. Sokerijuurikkaalla on saatavissa hehtaaria kohden n. 1400 mk:n hyöty, perunalla n. 1200 mk, kun konetyö on hinnoiteltu marginaalikustannuksin. Mikäli sovelletaan vuokrahintoja, päädytään vielä korkeampiin arvoihin: perunalla 1800 mk ja sokerijuurikkaalla 1600 mk. Erikoiskasvien tuotannossa salaojituksen edut on jo havaittu, miltei koko erikoiskasvituotanto tapahtuu salaojitetuilla pelloilla. Kevätöljykasveilla salaojitus hyöty on n. 680 mk hehtaaria kohti vuodessa. Syysviljoilla vastaavasti n. 600 mk ja rehuviljalla 450 mk. Pienin hyöty saadaan heinäällä n. 300 mk/ha ja säilörehullakin vain n. 340 mk/ha.

Salaojituksella voidaan pienentää peltoviljelyn työnmenekkiä keskimäärin 28 % ja saada 6 - 12 % lisäpinta-alaa. Tehokkaiden koneiden käyttömahdollisuudet paranevat, koska salaojituksen avulla voidaan saada parannetuiksi peltojen kuvio-ominaisuuksia. Päällekkäiskylvöä ja -levitysalaa voidaan vähentää keskim. 2 a/ha.

Peltojen salaojittaminen on edellytys voimaperäiselle viljelylle, jolloin salaojitetulta pellolta on mahdollisuus saada uhrauksia vastaava tuotto.

KIRJALLISUUS

- ANON. 1962, 1972, 1982. Suomen tilastollinen vuosikirja 1962, 1972, 1982. Tilastokeskus. Helsinki.
- 1963. Effekten av varierande fältutforming. Betänkande av givet av Arronderingutredningen, 180 s. Stockholm.
 - 1971. Arbejdsforbrugets afhaengighed af markform, markstorrelse m.m. 1971. Landbrugets Rationaliseringstond. De landbrugs-teniske undersogelser. Beretning nr. 8.27 s. Otterup.
 - 1980. SARA-2000. Salaojitusohjelma 1980 - 2000. 70 s. Kerava.
 - 1982. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maatalouskeskustittain lannoitusvuonna 1981 - 82. Kemira Oy. 15 s. Helsinki.
- DANFORS, B. 1973. Packning i alven. Specialmeddelande 24. Jordbrukstekniska institutet. 91 s. Uppsala.
- DATABOK FÖR DRIFTSPLANERING 1974. Lantbrukshögskolans meddelande B 22. Uppsala.
- ELONEN, P. 1980. Miksi kannattaa salaojittaa. Salaojittajan opas. Tieto tuottamaan 10. Maatalouskeskusten Liitto. s. 9 - 11. Helsinki.
- ERIKSSON, J. 1971. Traktorn och marken. Traktor Journalen 23 nr. 6. p. 346 - 349. Stockholm.
- HANHILAHTI, H. 1980. Inflaatio, investointi ja verotus. Käytännön maamies 29: 8 - 9.
- HASSINEN, S. 1980. Maatalouden tuotantorakenteen kehitys. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 66: 1 - 84.
- HEINONEN, R. 1980. Suomen maaperä. Kasvinviljelyoppi 1. s. 45 - 67. Helsinki.
- HEMILÄ, K. 1980. Tuotantokustannusten seurantaan käytettävien indeksien peruslaskelmat. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 72: 1 - 104.
- 1981. Teknologiset kustannukset maataloudessa. Maatalous 74: 78 - 80.
- HONKO, J. 1973. Investointien suunnittelu ja tarkkailu. 263 s. Porvoo.
- IHAMUOTILA, R. & LEHTINEN, R. 1980. Maatalouden investoinneista ja niiden rahoituksesta. Helsingin yliopiston maatalouspolitiikan laitoksen julkaisuja 23: 1 - 97.
- ISOTALO, T., KUUSINIEMI, R., LOUKOLA, E. & RÖNKÄ, E. 1982. Maaperän rakenteesta ja maastotutkimusmenetelmistä. Vesihallituksen tiedote 219: 1 - 109. Helsinki.
- JUUSELA, T. 1941. Viljelysmaiden routaantumisesta ja salaojituksen vaikutuksesta roudan muodostumiseen ja sulamiseen. Maataloustieteellinen aikakauskirja. 1941. Helsinki.
- & WÄRE, M. 1956. Suomen peltojen kuivatustilasta. Maa- ja vesiteknisiä tutkimuksia 8: 1 - 89. Helsinki.

- KALTIO, M.J. 1968. Salaojitusyhdistys 1918 - 1968, 99 s. Helsinki
- KANKARE, E. 1981. Maalajit ja maalajiluokitukset. Salaojittajan käsikirja osa 1A. 116 s. Helsinki.
- KANTANEN, M. 1973. Tilusjärjestelyjen kannattavuudesta aluekuivatuksen yhteydessä. Teknillinen korkeakoulu. Diplomi-työ 273 s. Otaniemi.
- KILPINEN, J. 1980. Putkitushyöty peltoviljelyssä. Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö. 154 s. Otaniemi.
- KIVISAARI, S. 1983. Sadon riippuvuus kylvöajasta. Maaseudun Tulevaisuus. Koetoiminta ja Käytäntö -liite. 22.3.1983. 14 - 18 s.
- KOSKENKORVA, E. & VALMARI, A. 1975. Salaojaetäisyyden merkitys suoviljelysten kuivatuksessa. Maatalouden tutkimuskeskus. Hallakoeaseman tiedote 1: 1 - 11. Pelsonsuo.
- LARPES, G. 1979. Aikainen kylvö kevätiljasadon varmentajana. Eripainos Maaseudun Tulevaisuuden Koetoiminta ja Käytäntö -liitteestä 24.4. 1979. 2 s.
- Maatalouden standardiaikajärjestelmä 1980. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston moniste 1. Helsinki.
- MATTILA, I. 1975. Työmenekistä eri salaojitusmenetelmillä. 35 s. Moniste. Nähtävillä vesihallituksessa.
- MATTILA, P. 1980. Päistehaitan arviointiperusteista lunastustoimituksessa. Maanmittaushallitus. 51 s. Helsinki.
- MELA, T. & HAAPALAINEN, M. 1976. Hehtaarisatojen ja tärkeimpien satoon vaikuttavien tekijöiden kehitys vuosina 1956 - 75 ja ennuste vuoteen 1985. Maatalouden tutkimuskeskus. Kasvinviljelylaitoksen tiedote 4: 1 - 60.
- MELEN, A. 1980. Salaojitus laskelmien valossa. Salaojittajan opas. Tieto tuottamaan 10. Maatalouskeskusten Liitto. s. 14 - 19. Helsinki.
- MELEN, A., RYYNÄNEN, V. & NIINIMÄKI, J. 1975. Maatalouden investointien suunnittelu. Helsingin yliopiston maanviljelystälouden laitoksen julkaisuja 2: 1 - 154. Helsinki.
- MUOTIALA, S. 1980. Ojitus on kehittynyt. Tiili salaojituksessa 1980. s. 32 - 33.
- OKKO, V. 1964. Maaperä. Suomen geologia. s. 239 - 331. Helsinki.
- PELTOLA, A. 1981. Salaojitus säästää - työmenekki sarka- ja salaojitetulla pellolla. Teho 1: 23 - 26.
- PELTOLA, A., ORAVA, R. & OKSANEN, E.H. 1979. Lohkon koon ja muodon vaikutus peltotöiden työmenekkiin. Työtehoseuran julkaisuja 214. 39 s. Helsinki.
- PEHKONEN, A. & LINDHOLM, A. 1979. Päistekulman vaikutuksesta peltoviljelytöiden työmenekkiin. Helsingin yliopiston maatalousteknologian laitos. Tutkimustiedote 30: 1 - 53.
- PÄLIKKÖ, E. 1980a. Peltojen kuivatus. Kasvinviljelyoppi 1. s. 69 - 94. Rauma.
- 1980b. Yhteistyöllä parempaan tulokseen. Tiili salaojituksessa 1980. s. 14 - 16.

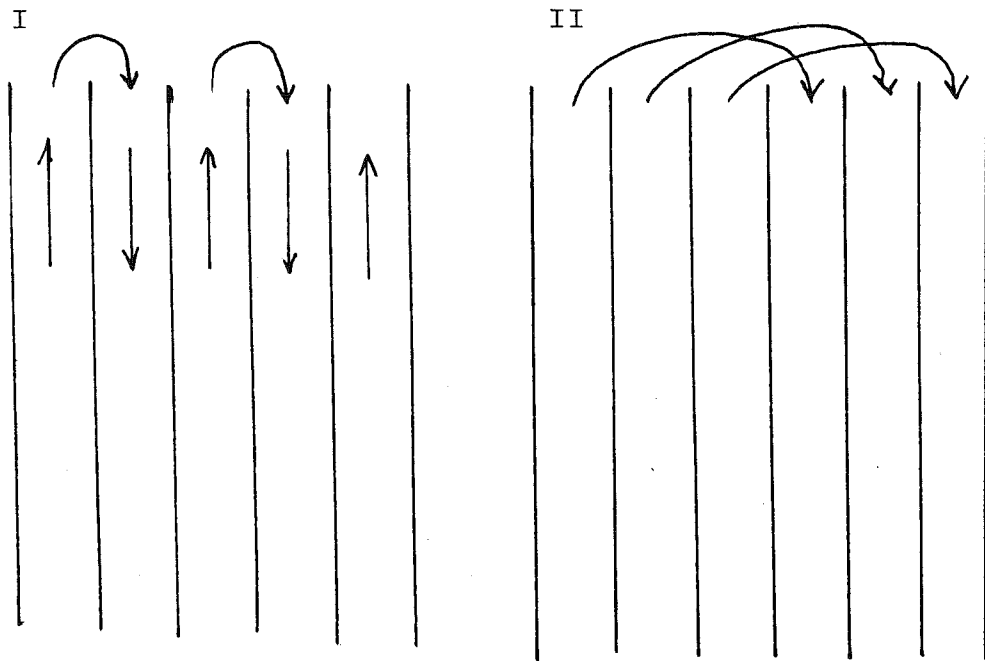
- RYYNÄNEN, V. & PÖLKKI, L. 1974. Maanviljelystalous. 263 s. Helsinki.
- SAAVALAINEN, J. 1982. Miten salaoja toimii. Käytännön maamies 7: 32 - 33.
- SAUKKO, P. 1950. Rantamaiden käyttöarvosta. Eripainos Maanmittausinsinöörien Liiton Aikakausikirjasta 7 - 8, s. 1 - 24. Helsinki.
- TENKANEN, A. 1979. Viljelmien tilussijoituksesta Suomessa. Maanmittaushallituksen julkaisu 47. 185 s. Helsinki.
- TOLVANEN, M. & TORVELA, M. 1981. Salaojituksen kustannukset ja kannattavuus. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 81: 1 - 105.
- TUISKU, J. 1982. Maatilalain mukainen lainoitus. Viljelijän rahoitusopas. Tieto tuottamaan 16. Maatalouskeskusten Liitto. s. 26 - 34. Helsinki.
- VEROHALLINNON KÄSIKIRJA. Maatilatalouden verotus. Verovuosi 1981. Lainsäädäntö, verohallituksen ohjeet ja oikeustapaukset. Verohallituksen julkaisu 207. 207 s. Helsinki.
- VÄHÄSÖYRINKI, E. 1979. Vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus rantamaiden peltoviljelyyn. Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö. 117 s. Otaniemi.
- WÄRE, M. 1958. Viljelyskasvien vaatima kuivatussyvyys tarkistuksen alaisena. Pellervo 59: 932 - 933.

L I I T T E E T

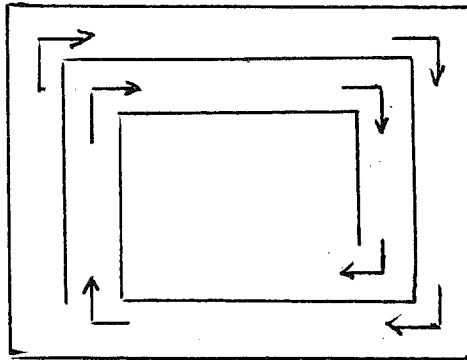
- LIITE 1. Eri ajotapamahdollisuudet sarka- ja salaojitetulla pellolla.
- LIITE 2. Kuviotyypit ja niiden osuus tutkimusaineistossa.
- LIITE 3. Kasvikohtaisissa työnmenekkilaskelmissa käytetyt konekannat ja työmenetelmät.
- LIITE 4. Töiden jakaantuminen korjauskertoimien vaikutusasteen mukaisiin ryhmiin.
- LIITE 5. Eri kuviotyyppien korjauskertoimet sarka- ja salaojitettuna.
- LIITE 6. Työn säästö salaojitetulla kuviolla eri viljelykasveilla.
- Liite 7. Tavallisempien maatalouskoneiden vuokrasuositukset ja ihmistyön hinnoittelu sekä eri työkoneiden marginaalikustannukset.
- LIITE 8. Kaksinkertaisen levitysalan pieneneminen eri kuvio-tyypeillä.
- LIITE 9. Eri viljelykasvien katetuottolaskelmat.

LIITE 1. Eri ajotapamahdollisuudet sarka- ja salaojitetulla pellolla.

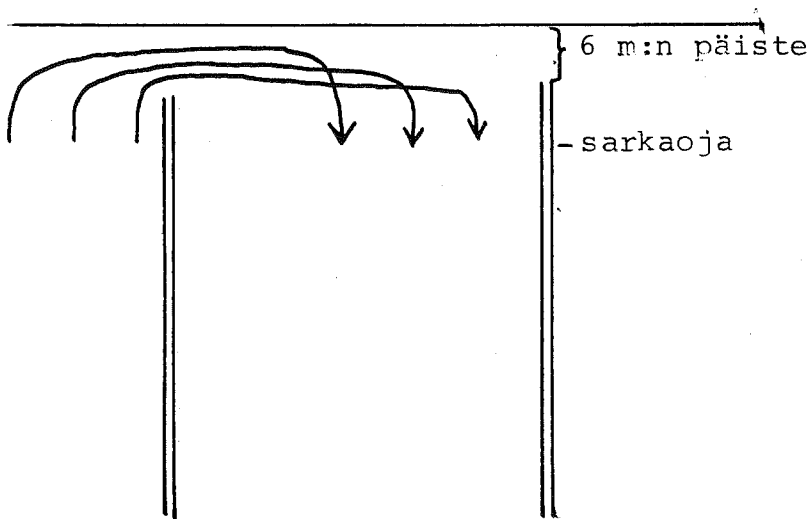
Salaojitettu pelto



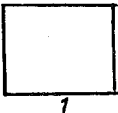
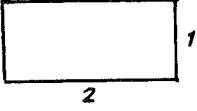


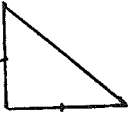
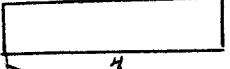
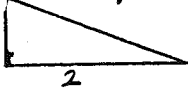


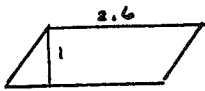



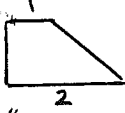





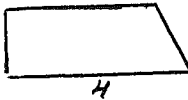
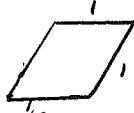
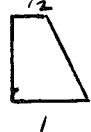


III



Sarkaojitettu pelto



LIITE 2. Kuviotyypit ja niiden osuus tutkimusaineistossa.

numero	malli	pääajosuunta	%-osuus aineistosta
1.			5.4
2.		 	A 10.2 B 1.9
3.			6.8
4.			1.4
5.		 	A 2.8 B 1.2
6.		 	A 7.3 B 1.5
7.			3.6
8.		 	A 18.1 B 3.0
9.		 	A 11.2 B 4.7
10.			5.2
11.			4.7
12.		 	A 5.4 B 4.7

LIITE 3. Kasvikohtaisissa työnmenekkilaskelmissa käytetyt koneet ja työmenetelmät.

Säilörehu	35 ja 50 kW traktorit, niittosilppuri 1.1 m, 2 kippiperävaunua, laakasiilo ja 3 miestä.
Heinä	50 kW:n traktori, lieriöniittokone 1.6 m, pyöröharavapöyhin 3.2 m, kovapaalain, perävaunu ja 1 - 3 miestä.
Rehuvilja	50 kW:n traktori, 3 x 16" aura, 3.5 m äes,
Syysvilja	kylvölannoitus 2.5 m, ajopuimuri 2.8 m, läm-
Kevätöljykas-	minilmakuivuri 100 hl.
vi	
Sokeri- juurikas	50 kW:n traktori, 3 x 16 " aura, 3.5 m äes, 7-rivinen kylvökone ja hara, 1-rivinen korjuukone.
Peruna	50 kW traktori, 3 x 16" kyntöaura, 2.3 m jyrsin, 2-rivinen automaattinen istutuskone lannoitteensijoituslaitteella, perunapuimuri, laatikkovarasto.

LIITE 4. Töiden jakautuminen korjauskertoimien vaikutusasteen mukaisiin ryhmiin.

Ryhmä A

Pintalannoitus keskipakolevittimellä
Kasvinsuojeluruiskutukset
Paalaus
Pöyhiminen, haravointi karholla
Jyräys
Riviviljelysten haraus

Ryhmä B

Perunan istutus ja nosto
Sokerijuurikkaan kylvö ja nosto
Kylvö, rivilannoitus
Niitto
Leikkuupuinti
Säilörehun niitto
Kyntö nostolaitauroilla
Muokkaus alle 4 m:n äkeellä
Kylvölannoitus nostolaitetekoneella

LIITE 5. Eri kuvviotyypin korjauskertoimet sarka- ja salaojettuna työryhmissä A ja B.

Kuvio- tyyppi n:o	Työryhmä A		Työryhmä B		%osuus aineistosta
	Korjauskerroin salao.	sarkao.	Korjauskerroin salao.	sarkao.	
1.	1.03	1.19	1.04	1.52	5.4
2. A	0.99	1.06	0.98	1.28	10.2
2. B	0.99	1.06	0.98	1.80	1.9
3.	1.14	1.63	1.12	1.74	6.8
4.	0.96	0.99	0.94	1.13	1.4
5. A	1.12	1.37	1.11	1.43	2.3
5. B	1.12	1.73	1.11	1.87	1.2
6. A	1.04	1.21	1.02	1.35	7.3
6. B	1.04	1.60	1.02	1.71	1.5
7.	1.08	1.38	1.05	1.42	3.6
8. A	1.01	1.17	1.00	1.35	18.1
8. B	1.01	1.47	1.00	1.66	3.0
9. A	1.06	1.36	1.04	1.62	4.7
9. B	1.06	1.46	1.04	1.80	11.6
10.	0.98	1.06	0.95	1.14	5.2
11.	1.09	1.40	1.06	1.49	4.7
12. A	1.08	1.65	1.10	1.90	4.7
12. B	1.08	1.33	1.10	1.54	5.9
painotet. ka	1.04	1.31	1.03	1.51	100.0

LIITE 6. Salaojittamalla aikaan saatu työn säästö viljelys-
kasveittain.

	tuotanto- työaika min/ha	ajamis- aika min/ha	korjaus- kerroin sarkao.	korjaus- kerroin salao.	työn- säästö min/ha
Säilörehu					
kyntö 1/4	36	25	1.51	1.03	12
kylvö 1/3	18	11	1.51	1.03	6
jyräys 1/4	12	10	1.31	1.04	3
lannoitus	16	12	1.31	1.04	4
niitto	136	129	1.51	1.03	62
	<u>298</u>				<u>87</u>
Heinä					
kyntö 1/4	36	25	1.51	1.03	12
kylvö 1/3	18	11	1.51	1.31	6
jyräys 1/4	12	10	1.31	1.04	3
lannoitus	18	12	1.31	1.04	4
niitto	96	57	1.51	1.03	27
pöyhintä	54	50	1.31	1.04	14
haravointi	36	32	1.31	1.04	9
paalaus	78	53	1.31	1.04	14
	<u>348</u>				<u>88</u>
Rehuvilja					
kyntö	144	98	1.51	1.03	147
kylvömuok.	72	58	1.51	1.03	28
jyräys	48	20	1.31	1.04	15
kylvölann.	66	36	1.51	1.03	17
kasvins.	24	12	1.31	1.04	4
puinti	96	55	1.51	1.03	26
	<u>450</u>				<u>126</u>
Syysvilja					
kyntö	144	98	1.51	1.03	47
kylvömuokk.	72	58	1.51	1.03	28
kylvölann.	66	40	1.51	1.03	17
ks. ruiskut.	48	24	1.31	1.04	4
pintalann.	30	24	1.31	1.04	8
puinti	126	72	1.51	1.03	35
	<u>486</u>				<u>139</u>
Kevätöljykasvi					
kyntö	144	98	1.51	1.03	47
kylvömuokkaus	72	58	1.51	1.03	28
kylvölannoitus	60	36	1.51	1.03	17
jyräys	48	20	1.31	1.04	5
kasvins. ruiskut.	48	24	1.31	1.04	6
puinti	126	72	1.51	1.03	34
	<u>498</u>				<u>137</u>

	tuotanto- työaika min/ha	ajamis- aika min/ha	korjaus- kerroin sarka.	korjaus- kerroin salao.	työn säästö min/ha
Sokerijuuriikas					
kyntö	144	98	1.51	1.03	47
kylvömuokkaus	96	80	1.51	1.03	39
lann. levitys	66	57	1.31	1.04	16
jyräys	36	30	1.31	1.04	8
kylvö	120	70	1.51	1.03	34
kasvins. ruisk.	120	72	1.31	1.04	19
haraus 2 x	144	128	1.31	1.04	35
nosto	678	419	1.51	1.03	201
	<u>1404</u>				<u>399</u>
Peruna					
kyntö	144	98	1.51	1.03	47
muokkaus	168	135	1.51	1.03	65
istutus	330	116	1.51	1.03	55
multaus	108	58	1.51	1.03	28
ruiskutukset	156	94	1.31	1.04	25
nosto	556	412	1.51	1.03	198
	<u>1462</u>				<u>418</u>

LIITE 7. Tavallisimpien maatalouskoneiden vuokrasuositukset

Työkone	teho	hinta mk	vuokrasuositus mk
Traktori	50 kW	103 000	65
Leikkuupuimuri	2.8 m	160 000	350
Niittosilppuri	1.1 m	10 000	28
Lieriöniittokone	1.6 m	7 000	34
Pyöröharavapöyhin	3.2 m	6 500	21
Kovapaalain		25 000	76
Aurat 3 x 16"	3x16"	9 000	18
Joustopiikkiäes	3.5 m	5 700	13
Kylvölannoitin	2.5 m	16 300	46
Juurikkaan kylvökone	7-rivinen	14 000	85
Juurikashara	7-rivinen	11 500	42
Juurikkaan korjuukone	1-rivinen	20 000	70
Jyrsin	2.3 m	15 000	32
Perunan istutuskone	2-rivinen	9 200	43
Perunapaimuri		60 000	125
Kasvinsuojeluruisku	400-600 l	6 000	36
Jyrä	alle 4 m	4 800	19

(Työtehoseuran maataloustiedoitus 10: 628.1982)

Ihmistyö: Maataloustyöntekijäin keskituntiansio 81/82 18.40 mk/h

(Tilastokeskus: Maataloustyöntekijäin palkat 1980-1981)

Tavallisempien maatalouskoneiden kestoiät eri käyttötuntimäärillä ja marginaalikustannukset.

	vuotuinen käyttö			marginaalikustannus mk
	300 h/v kestoaika	500 h/v v ^{x)}	700 h/v	
Traktori	15	12	10	19.80
Leikkuupuim.	18	15	12	131.40
	50 h/v	100 h/v	200 h/v	
Niittosilppuri	16	14	10	6.70
Niittokone	16	14	10	6.27
Haravapöyhin	20	16	12	2.60
Kovapaalain	20	16	12	11.00
Aurat	20	16	12	6.30
Joustopiikkiäes	20	16	12	6.50
Kylvölannoitin	12	9	6	21.50
Juurikk.kylvök.	12	9	6	11.30
Juurikashara	12	9	6	11.00
Juurikk. nostok.	20	16	12	58.00
Perunan istutus.	12	9	6	8.00
Perunan nostok.	20	16	12	7.00
Kasvinsuojelur.	12	9	6	6.40
Jyrä	20	16	12	6.00

x) (Databok för driftsplanering 1974.
Lantbrukshögskolans meddelande B 22. Uppsala.)

LIITE 8. Kaksinkertaisen levityksen pieneneminen eri kuviotyypeillä.

Kuvio- tyyppi n:o	Kaksinkertaisen levitysalan pieneneminen peruskuviolla	
	2.6 ha m ²	1 ha m ²
1.	650	250
2. A	575	220
2. B	744	286
3.	615	237
4.	611	235
5. A	613	236
5. B	555	213
6. A	630	242
6. B	567	218
7.	622	246
8. A	578	222
8. B	521	200
9. A	607	233
9. B	652	250
10.	597	230
11.	518	200
12. A	741	285
12. B	892	343
		220
	ka.	(painotettu kuvio- tyyppien esiinty- misellä aineis- tossa)

LIITE 9. Eri viljelykasvien katetuottolaskelmat.

HEINÄ				SÖILÖREHU		
	yks. määrä	mk/yks.	yht. mk	määrä	mk/yks.	yht.
Tuotot/ha						
päätuote	kg 5000	0.65	3250	2500	0.23	5750
sivutuote	kg 5200	0.23	<u>1196</u>			<u>5750</u>
Tuotto yht.			4446			5750
Muuttuvat kustannukset						
siemen	kg 1/3 x 27	19.50	175.70	1/3 x 27	28.50	256.50
lannoite:						
normaali-Y	kg 550	1.42	781.00			
typpirikas-Y"	500	1.34	670.00	500	1.34	670.00
kalirikas-Y				900	1.33	1197.00
säilöntäaine	kg 38	3.30	125.00	140	3.30	462.00
traktorityö	h 19	21.00	<u>399.00</u>	16	21.00	<u>336.00</u>
Muuttuvat kustannukset yht.			2150.50			3039.00
Katetuotto			2295.50			2710.90

KAURA				OHRA		
	yks.määrä	mk/yks.	yht. mk			
Tuotot/ha						
pääsato	kg 3000	1.28	3846	3100	1.37	4247
<hr/>						
Tuotot yhteensä			3846			4247
Muuttuvat kustannukset						
siemen	kg 180	2.58	464	190	2.65	504
normaali-Y	kg 500	1.42	710	550	1.42	781
rikkakasvihyks.	4	19.50	78	4	19.50	78
taktorir.työ	h 12	21.00	252	12	21.00	252
leikkuup.	h 1.9	350.00	665	1.9	350.00	665
kuivatus	kg 3000	0.05	150	3100	0.05	155
rahti	kg 3000	0.01	30	3100	0.01	31
<hr/>						
Muuttuvat kustannukset yht.			2349			2466
Katetuotto, vuokrapuimurilla			1497	vuokrapuimurilla		1781
omalla puimurilla			1980	omalla puimurilla		2271
Rehuviljan katetuotto: ohra:kaura = 6.4				1667 mk, 2154 mk		

Syysvilja (ruis)

Tuotot/ha	yks.	määrä	mk/yks.	yht.
pääsato	kg	2700	2.02	5454
Tuotot yhteensä				5454
Muuttuvat kustannukset				
siemen	kg	160	2.90	464
ammonioitu PK.	kg	400	1.04	416
Oulunsalpietari	kg	150	1.01	152
rikkakasvihäv.	yks.	4	19.50	78
traktORITYÖ	h	13	21.00	273
leikkuup. työ	h	2.2	350.00	770
lumihometorj.	yks.	1	100.00	100
kuivatus	kg	2700	0.05	135
rahti	kg	2700	0.01	27
Muuttuvat kustannukset yhteensä				2315
Katetuotto vuokrapuimurilla				3139
omalla puimurilla				3641

Kevätöljykasvi (rypsi)

Tuotot/ha	yks.	mk/yks.	määrä	yht.
pääsato	kg	2.97	1500	4455
Tuotot yhteensä				4455
Muuttuvat kustannukset				
siemen	kg	15.60	10	156
typpirikas-Y	kg	1.35	600	804
tuhol. torj.	yks.	60.00	1	60
traktORITYÖ	h	21.00	12	252
leikkuupuinti	h	350.00	2.2	770
kuivatus	kg	0.05	1500	75
rahti	kg	0.01	1500	15
Muuttuvat kustannukset yhteensä				2132
Katetuotto vuokrapuimurilla				2323
omalla puimurilla				2925

Sokerijuurikas

Tuotot/ha	yks.määrä	mk/yks.	Yht.
päätuote	kg 25000	0.42	10500.00
melassi	kg 1750	0.39	682.50
Tuotot yhteensä			11182.50

Muuttuvat kustannukset

siemen	kg	1.60	150	240.00
boorip.-Y	kg	600	1.48	888.00
lisäkalkki	ton	1	160	160.00
rikkakas.hävite	yks.	1	1400	1400.00
tuhol. torj.	yks.	1	35	35.00
traktORITYÖ	h	30	21	630.00
nostokoneen vuokra	m	21000	0.05	1050.00
ajokustannus	ton	30	15	450.00
Muuttuvat kustannukset yhteensä				4853.00

Katetuotto

6329.50Peruna (ruoka)

Tuotot/ha	yks.	määrä	mk/yks.	yht.
ruokaperuna	kg	12000	1.00	12000.00
rehuperuna	kg	4000	0.45	1800.00
Tuotot yhteensä				13800.00

Muuttuvat kustannukset

siemen	kg	2500	1.50	3750.00
kloorivap.-Y.	kg	900	1.79	1611.00
rikkakasvihäv.	l	5	56.00	280.00
ruttoruisk.	kg	2	29.05	58.10
varsiston häv.	kg	4	17.40	69.60
traktORITYÖ	h	25	21.00	525.00
istutuskoneen vuokra	h	5	43.00	215.00
nostokoneen vuokra	h	12	125.00	1500.00
lajittelukust.	h	25	20.00	500.00
Muuttuvat kustannukset yhteensä				8508.70

Katetuotto

5291.30