



Viljanviljelyn perusmuokkausmenetelmien taloudellisuusvertailu

Pekka Uusitalo
Christian Eriksson



Maa- ja elintarviketalous 60
48 s., 3 liitettä

Viljanviljelyn perusmuokkausmenetelmien taloudellisuusvertailu

Pekka Uusitalo
Christian Eriksson

ISBN 951-729-917-6 (Painettu)
ISBN 951-729-918-4 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)
www.mtt.fi/met/pdf/met60.pdf

Copyright

MTT

Pekka Uusitalo ja Christian Eriksson

Julkaisija ja kustantaja

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

www.mtt.fi/mttl

Jakelu ja myynti

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

Puhelin (09) 56 080, telekopio (09) 563 1164

sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2004

Painopaikka

Dark Oy

Kannen kuva

Pekka Uusitalo

Viljanviljelyn perusmuokkausmenetelmien taloudellisuusvertailu

Pekka Uusitalo¹⁾ ja Christian Eriksson²⁾

¹⁾ MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, pekka.uusitalo@mtt.fi

²⁾ MTT Tutkimuspalvelut, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen, christian.eriksson@mtt.fi

Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää perusmuokkausmenetelmien satotasot, taloudellinen tulos tilakokoluokittain sekä optimaalisen perusmuokkausmenetelmän ja viljelykasvien yhdistelmä maalajeittain. Tutkimuksen satoaineistona käytettiin MTT:n tekemiä perusmuokkausmenetelmien vertailukokeita.

Perusmuokkausmenetelmien satotasojen estimaatit olivat varsin samantasoisia. Estimaattien erot olivat pääsääntöisesti keskivirheiden rajoissa. Satotasoerojen vaikutus viljanviljelyn tuotantokustannuksiin kartoitettiin kannattavuuskirjanpitoaineiston viljatilojen pohjalta vuodelta 2001.

Pienimmässä, 38 peltohehtaarin, tilaryhmässä rehuviljoja (ohraa tai kauraa) viljeltäessä alhaisin nettotappio saatiin yleensä kevennettyjä (kultivointi tai lapiorullaäes) perusmuokkausmenetelmiä käytettäessä. Kevätvehnällä kultivointi näyttäisi tuovan hieman kyntöä pienemmän nettotappion. 75 hehtaarin tilaryhmässä kultivointi ja sänkikylvö tuottivat yleensä parhaan taloudellisen tuloksen rehuohralla ja -kauralla. Kevätvehnällä päästiin kultivaattorilla parhaimpaan taloudelliseen tulokseen hiuesavella, kun taas hietasavella kyntö näytti tuovan suurimman nettovoiton. 125 peltohehtaarin tilaryhmässä sänkikylvö tuotti rehuviljoilla korkeimman nettovoiton. Kevätvehnää viljeltäessä kyntö näyttäisi tuovan suurimman nettovoiton hietasavella, kun taas hiuesavella saatiin kultivaattorilla parhain taloudellinen tulos.

Maksimaalista tuoton odotusarvoa valittaessa havaittiin, että riskihakuinen viljelijä valitsee kevätvehnän viljelyn, kun vaihtoehtoina olivat kevätvehnä, kaura ja rehuohra. Optimaalinen perusmuokkausmenetelmä riippuu tilakoosta, aiemmasta konekannasta, maalajista sekä viljelijän riskiasenteesta. Valintaa tehdessään viljelijän tulisi peilata hallussaan olevia maalajeja viljelykierto huomioon ottaen. Perusmuokkausmenetelmän valinta on siten aina kompromissi.

Asiasanat: maanmuokkaus, sänkimuokkaus, viljanviljely, portfolio, satotaso, nettovoitto, kannattavuus, kustannukset

Economy of primary tillage practices in cereal cultivation

Pekka Uusitalo¹⁾ and Christian Eriksson²⁾

¹⁾ MTT Economic Research, Agrifood Research Finland, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki, Finland, pekka.uusitalo@mtt.fi

²⁾ MTT Research Services, Agrifood Research Finland, FIN-31600 Jokioinen, Finland, christian.eriksson@mtt.fi

Abstract

The purpose of the study was to find out the yield levels reached by means of different primary tillage methods, economic result according to farm size classes as well as the optimal combination of a preliminary tillage method and crop according to the soil type. The comparative tests on basic tillage methods carried out at the MTT Agrifood Research Finland were used as the yield data for the study.

The estimates for the yield levels of different preliminary tillage methods are quite close to each other; in most cases the differences were within the range of standard error. The impacts of the differences in the yield levels on the production costs were examined on the basis of the cereal farms included in the bookkeeping data in 2001.

In the smallest farm group of 38 ha the net loss in the cultivation of feed cereals (barley and oats) were the lowest when using the reduced tillage (cultivator or knife harrow). In the case of spring wheat the cultivator would seem to result in slightly smaller net loss than ploughing. In the class of 75 ha the cultivator and sowing without primary tillage usually brought the best result in the case of feed barley and oats. For spring wheat the cultivator gave the best result when the soil type was clay loam, while in the case of sandy clay the net result of ploughing was higher. On farms with 125 ha sowing without primary tillage resulted in the highest net profit in the case of feed cereals. In the cultivation of spring wheat ploughing brought the best result in the case of sandy clay, while for clay loam the best result was achieved by means of the cultivator.

When choosing the expected value of maximal return under a certain risk level, it was observed that a risk-oriented farmer chooses the cultivation of spring wheat when the alternatives are spring wheat, oats and feed barley. The optimal basic tillage method depends on the farm size, available machinery, soil type and farmer's attitude to risk. When making the choice the farmer should consider the soil types on the farm, taking account of crop rotation. This means that the choice of the basic tillage method is always a compromise.

Index words: stubble cultivation, grain growing, portfolio, crop yield, net profit

Esipuhe

Kevennetty maanmuokkaus ja suorakylvö tarjoavat mahdollisuuksia parantaa suomalaisen viljanviljelyn tehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä laajaperäis-tämällä viljelyä niin, että panosten käyttö alenee enemmän kuin sadot ja tuo-tannon arvo. Sekä markkinamuutokset että maatalouden ympäristöohjelmat ovat kannustaneet siirtymään kevennettyyn muokkaukseen ja suorakylvöön.

Tämän tutkimuksen tulokset tuovat uusia tuloksia kevennetyn muokkauksen ja suorakylvön kannattavuudesta ottamalla huomioon myös niihin menetelmiin liittyvät tuottoriskit. Riskit on mallitettu portfolio-tyyppisellä analyysillä, jos-sa pellon käyttö eri kasveille ja eri muokkausmenetelmin käsitellään rinnak-kaisina sijoitusvaihtoehtoina. Näistä vaihtoehdoista on löydettävissä yhdistel-miä, jotka joko maksimoivat odotetun tuoton annetulla riskitasolla tai mini-moivat riskit annetulla tuottotasolla.

Tutkimuksessa on koottu yhteen poikkeuksellisen mittava kenttäkoeaineisto, joka koostuu kaikkiaan yli 4.000 koeruudun tuloksista seitsemältä eri paikka-kunnalta vuosilta 1975–2002. Laaja ja poikkeuksellisen pitkäaikainen koeai-aineisto, jossa on mukana kasvuoloiltaan vaihtelevia vuosia, antaa erittäin hyvän lähtökohdan tutkia kevennetyn muokkauksen ja suorakylvön kannattavuutta sekä niihin liittyviä sato- ja tuottoriskejä.

Tutkimusta on edistänyt laaja joukko asiantuntijoita. Tekijät ja MTT Talous-tutkimus kiittävät mittavan tutkimusaineiston tuottamisesta vastanneita ja sen kokoamista edistäneitä henkilöitä. Samalla toivomme, että tämän tutkimuksen yhteydessä yhteen kootut koeaineistot palvelevat tulevaisuudessa entistäkin paremmin kevennettyyn maanmuokkaukseen ja suorakylvöön pureutuvaa tut-kimusta.

Erityisesti haluamme kiittää tutkimuksen käsikirjoituksen aikaisempiin versi-oihin saadusta arvokkaasta palautteesta professori Martti Esalaa ja erikoistut-kija Laura Alakukkaa. Tutkija Pekka Uusitalon siirryttyä yksityisyrittäjäksi ja suorakylvötekniikkaa soveltavaksi viljelijäksi, tutkimuslaitos kiittää käsikirjoi-tuksen viimeistelystä vastannutta tutkija Sami Myyrää.

Helsingissä marraskuussa 2004

Kyösti Pietola
MTT Taloustutkimus

Sisällysluettelo

1 Johdanto	7
1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoite	7
1.2 Tutkimuksen viitekehys	8
2 Aineisto ja menetelmät	12
2.1 Tutkimusaineisto	12
2.2 Tutkimusmenetelmät	17
2.3 Oletukset	20
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	22
3.1 Satotasot eri perusmuokkausmenetelmissä	22
3.2 Tuotantokustannukset eri perusmuokkausmenetelmillä	24
3.3 Perusmuokkausmenetelmien lyhyen aikavälin optimi	32
4 Yhteenveto	42
Kirjallisuus	45
Liitteet	

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoite

Viljantuotannon taloudelliset edellytykset ovat viime vuosina merkittävästi heikentyneet. Kannattavuuskirjanpidon viljatilojen vuosien 1998 – 2002 keskimääräinen kannattavuuskerroin oli 0,51 (Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2003). Kannattavuuskertoimen mukaan viljelijän tuntipalkaksi jäi tuolloin keskimäärin 2,0 – 5,9 euroa tunti ja omalle pääomalle saatiin 1,4 – 3,6 prosentin korvaus. Viime aikaiset hallinnolliset ratkaisut tarkoittavat sitä, että Suomen viljantarjontaketju joutuu toimimaan entistä enemmän maailmanmarkkinoiden ehdoilla. Maailmanmarkkinoiden hintavaihtelut heijastuvat entistä suurempaan myös omiin kotimarkkinahintoihimme, jolloin viljantuotannon riippuvuus lähinnä pinta-alaan perustuvista tuista lisääntyy.

Kirjanpitolojen panoskäytössä on havaittavissa laskeva trendi. Tuotosmäärät ovat pudonneet panoskäyttöä nopeammin, jolloin viljatilojen tuottavuuskehitys on laskenut keskimäärin 2 prosenttia vuodessa (vuodesta 1995 vuoteen 2001 mennessä, Myyrä 2004). Tekninen kehitys parantaa tuottavuutta, jos panosten ja tuotteiden hinnat ja hintasuhteet ovat suosiollisia uuden tuotantoteknologian käyttöönotolle (Oskam & Stefanou 1996).

Viljanviljelyn muokkausmenetelmät ovat monipuolistuneet teknologisen kehityksen myötä. Muokkausmenetelmiä on pyritty kehittämään viime vuosien toimintaympäristön muutosten mukaisesti. Huomiota on kiinnitetty erityisesti toimenpiteisiin, joiden avulla voidaan vähentää energian ja työn käyttöä. Tällöin vähintään muuttuvien kustannusten on oletettu laskevan perinteisiin kyntöön pohjautuviin tuotantomenetelmiin verrattuna.

Teknologinen kehitys luo edellytyksiä yrityskoon kasvulle. Työtä säästävillä tuotantomenetelmillä pystytään viljelemään suurempaa peltopinta-alaa. Yrityskoon kasvu suosii työn korvausta pääomalla. Ylätalon (1996) tutkimuksessa todettiin, että kasvintuotannon taloudellisessa päätöksenteossa keskeisessä asemassa ovat tuotantoteknologia ja suhteelliset hinnat. Nyt hintojen muuttuessa ja tuotantoteknologian kehittyessä optimaalinen perusmuokkausjärjestelmän ja viljakasvien yhdistelmä on muuttunut. Viljan tuotantoteknologiaa koskevat tutkimukset ovat keskittyneet viime aikoina lähinnä korjuu- ja säilöntäteknologioiden kustannusvertailuun (Suomi ym. 2003). Viljanviljelyn perusmuokkaus- ja kylvöteknologiaan liittyvät aikaisemmat taloustutkimukset ovat Suomessa vähäisiä. Tutkimukset rajoittuvat lähinnä konekustannusten vertailuun (esim. Heikkilä 1994).

Tutkimuksen perusongelma on saada riittävän pitkiin kenttäkokeisiin perustuvaa tietoa eri viljelymenetelmien sadon määrä- ja laatueroista. Tässä tutkimuksessa käytetään Suomen pisimpiä yhtäjaksoisia kenttäkoeaineistoja syyssänki-muokkausmenetelmistä. Pidempiaikainen aineisto osoittaa myös tuotantoteknologioiden aiheuttaman muutoksen maan rakenteeseen ja ravinteisuuteen sekä kasvien typen ottoon.

Tutkimuksen tavoite on löytää taloudellisesti kannattavin perusmuokkausmenetelmä ja viljelykasvin yhdistelmä eri kokoisille tiloille. Tutkimuksessa verrataan erilaisia perusmuokkausmenetelmiä. Mikäli taloudellisesti kannattavin perusmuokkausmenetelmä on jokin muu kuin nykyinen, niin selvitetään, miten vanhaksi nykyinen koneketju kannattaa käyttää ennen uuteen teknologiaan siirtymistä.

Tutkimusmenetelmänä käytetään rahoitusmarkkinoilla yleisesti käytettyä portfolioanalyysiä. Portfolion käyttö mahdollistaa voiton ja riskin samanaikaisen vertaamisen. Tavoitteena on löytää vaihtoehtojen joukosta tehokkaita pellon käyttö- ja perusmuokkausyhdistelmiä. Tässä työssä tämä tarkoittaa perusmuokkausmenetelmän ja viljakasvin yhdistelmää, joka maksimoi viljelijän odotetun tuoton tietyllä riskitasolla.

Tutkimuksessa tarkastellaan aluksi taloudellisinta perusmuokkaustekniikkaa viljelijän näkökulmasta (luku 3.2). Tätä varten tarvitaan tieto, eroavatko eri perusmuokkausmenetelmien keskimääräiset satotasot eri maalajeilla (luku 3.1). Kenttäkoeaineiston perusteella perusmuokkausmenetelminä tarkastellaan kynn- töä, kultivointia, muokkausta lapiorullaäkeellä ja pellon jättämistä sängelle. Portfoliotarkastelu suoritetaan lopuksi luvussa 3.3.

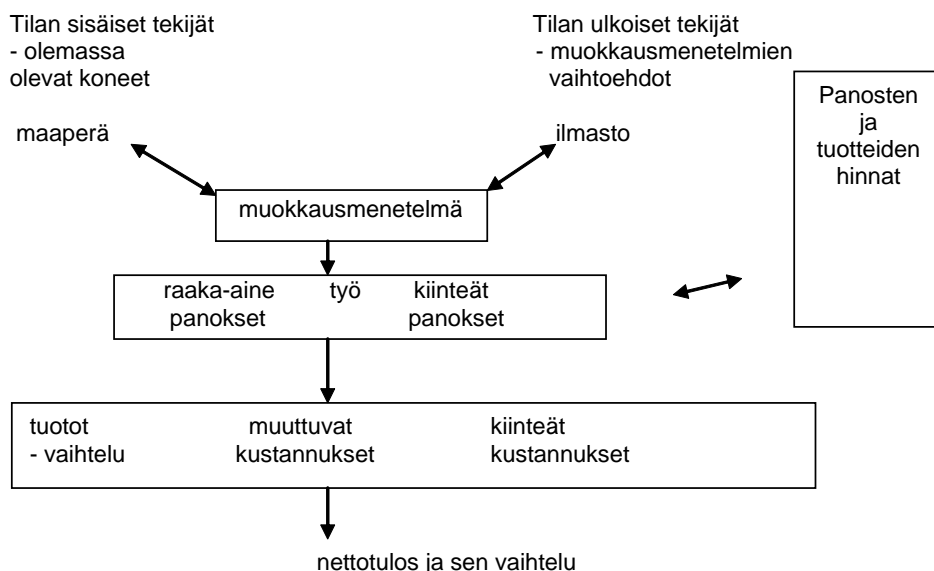
1.2 Tutkimuksen viitekehys

Nykyisessä peltoviljelyn kehityksessä pääoman käytöllä korvataan työtä. Jotta kaikki työt saataisiin ajallaan tehdyksi tarvitaan yhä tehokkaampia koneita. Raskaat koneet huonoissa olosuhteissa ovat Håkanssonin (1994) mukaan useimmissa tapauksissa peltomaan haitallisen tiivistymisen syy. Maan ominaisuudet, koneet ja viljelyn toteutus vaikuttavat siihen, miten peltoliikenne tiivistää maata. Maan tiivistyminen heikentää muun muassa maan vedenläpäisevyyttä. Tämä puolestaan lisää pintavaluntaa, mikä aiheuttaa eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Tiivistyminen lisää myös maan muokkaamistarvetta. Lisäksi tiivistyminen aiheuttaa usein satotappioita ja haittaa kasvien typenottoa (Alakukku ym. 1999). Toisaalta on havaittu, että kynnetyillä savimailla vesi virtaa valumahuippujen aikana salaojiin, kun matalaan sänkimuokatussa maassa valunta on pääasiassa pintavaluntaa (Turtola ym. 2003).

Ongelmayhtälön ratkaisemiseksi on pyritty teknologisen kehityksen avulla luomaan vaihtoehtoisia muokkaustekniikoita niin, että maan rakenne säilyy hyvänä. On kehitetty erilaisia ajokertoja ja työtä vähentäviä viljelymenetelmiä. Esimerkiksi YK:n ruoka- ja maatalousjärjestö FAO on yhdessä eräiden muiden järjestöjen kanssa lanseerannut käsitteen kestävä maatalous (conservation agriculture). Kestävä maatalous käsittää viljelymenetelmät, joissa maan pinta on jatkuvasti kasvipeitteinen ja kylvö tehdään kasvipeitteen läpi.

Eri muokkausjärjestelmät vaativat erilaisia koneita. Valittu muokkausjärjestelmä heijastuu ajan myötä maan ominaisuuksiin sekä kemiallisen kasvinsuojelun tarpeeseen sekä taloudellisesti parhaaseen kasvien suhteellisiin osuuksiin tilalla. Viljelyjärjestelmän taloudelliseen analysointiin liittyy siten monia muuttujia. Voidaankin kysyä, saadaanko viljanviljelyn muut tekijät vakioitua eri muokkausjärjestelmien vertailemiseksi. Esimerkiksi sään sekä toimenpiteiden oikean ajoituksen vaikutus satotuloksiin on suuri. Tuotantoteknologioiden aiheuttama muutos maan rakenteeseen ja ravinteisuuteen sekä kasvien tynen ottoon (typpisato) näkyy vasta pidempiaikaisten kokeiden perusteella. Pietola ym. (2000) huomasivat, että kasvukauden kosteusolosuhteet määräävät, mikä muokkausmenetelmä on tynen käytön kannalta paras. Tämä näkyy satotasoissa Pitkäsén ym. (1994) mukaan siten, että kyntämättä viljely saattaa johtaa sadonalennukseen kyntöön verrattuna, mikäli alkukesän sää on runsassateinen kylvöjen jälkeen. Mikäli alkukesä on kuiva tai keskikesällä on pitkä poutajakso, niin kyntämättömän maan sato on yleensä ollut suurempi kuin kynnetyllä maalla.

Muokkausmenetelmien taloudellisen analyysin yleisluonteinen viitekehys on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Viljanviljelyn muokkausmenetelmien taloudellisen analyysin viitekehys.

Kevennettyjen muokkausmenetelmien käyttö on lisääntynyt tilakoon kasvun lisäksi EU:n ympäristötukijärjestelmään kuuluvan kasvipeitteisyysvaatimuksen seurauksena. Vuosien 2000 – 2006 ympäristötukijärjestelmään sitoutuneiden viljelijöiden tulee valita yleensä yksi lisätoimenpide, johon kevennetty muokkaus kuuluu. Toimenpiteen tarkoituksena on suojata peltoa eroosiolta sekä estää fosforin ja typen huuhtoutuminen vesistöihin ja pohjavesiin. Kevennetyn muokkauksen valinnan viljelijän tulee pitää 30 prosenttia tukikelpoisten peltolohkojen pinta-alasta kasvukauden ulkopuolella kasvien tai kasvijätteiden peittämänä tai hyväksytyllä tavalla kevennetysti muokattuna. Kevennetty syysmuokkaus täyttää ehdot, kun se on tehty enintään 10 – 15 cm:n syvyyteen. Tarkoitukseen hyväksyttäviä laitteita ovat kultivaattori, lautasäes, joustopiikkiäes ja lapiorullaäes sekä niin sanottu miniaura (MMM 2000).

Eri muokkausmenetelmien termistö on Suomessa vakiintumaton. Muokkaus- ja kylvömenetelmät voidaan jakaa taulukon 1 mukaan neljään pääryhmään.

Edellisen kasvukauden sadonkorjuun jälkeen maalle voidaan suorittaa useita erilaisia perus- ja kylvömuokausvaihtoehtoja. Muokkausta kevennettäessä toimenpiteet voidaan kohdistaa eritasoisina joko kylvömuokkaukseen tai perusmuokkaukseen. Muokkausta kevennettäessä kyntö yleensä korvataan muulla menetelmällä. Ajokertoja vähennetään, esimerkiksi äestys korvataan jyrseillä.

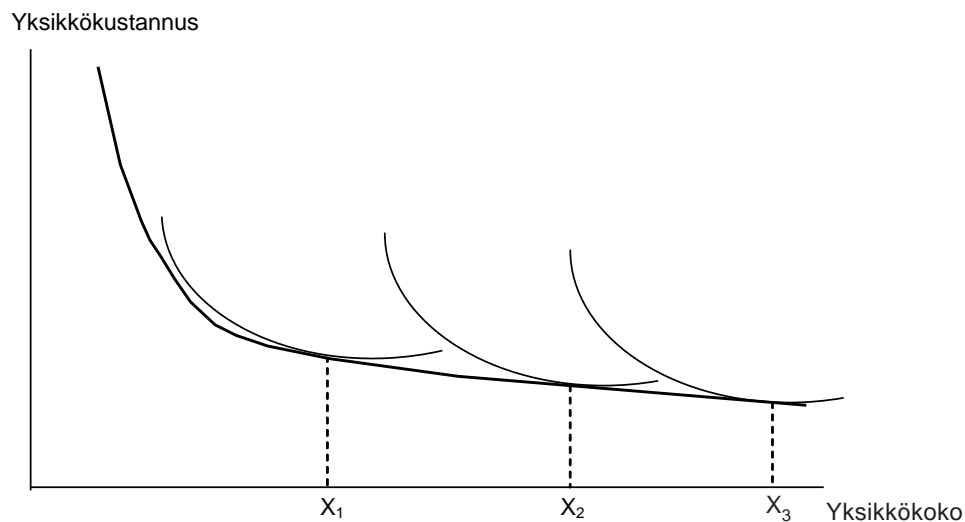
Muokkausmenetelmän vaikutusta satotasoon on vaikea arvioida. Suurimmat riskit viljanviljelyssä aiheutuvatkin sato- ja hintariskeistä. Hintariskeihin voi varautua laajentamalla viljeltävien kasvien valikoimaa tai käyttämällä erilaisia johdannaisinstrumentteja. Kaikki edellä mainitut riskityypit voidaan pelkistää tuloriskeiksi laskemalla niiden vaikutus tuloon.

Taulukko 1. Muokkaus- ja kylvömenetelmien jaottelu.

	Kylvömuokkaus	
	Ei	Kyllä
Perusmuokkaus Ei	Suorakylvö	Kylvömuokkaus ja kylvö sänkeen ilman perusmuokkausta. Sänkikylvö.
Kyllä	Kylvö perusmuokattuun maahan	Tavanomainen muokkaus ja kylvöketju.

Tuotantometelmän muutos vaikuttaa yleensä myös tuotantotekijöiden kysyntään. Vallitsevat hintasuhteet määräävät, kuinka kannattavaa käytössä oleva menetelmä on. Menetelmästä toiseen siirrytään uuden menetelmän käyttöönoton myötä (esim. kyntämättä viljelyyn siirtyminen). Periaatepiirros eri tuotantomenetelmien vaikutuksesta tuotannon yksikkökustannuksiin on esitetty kuvassa 2. Yksikkökoon kasvaessa uuden menetelmän käyttöönotolla on tietyn rajan jälkeen (pisteet X_1 , X_2 ja X_3) saavutettavissa alemmat yksikkökustannukset. Viljelijän tulisi tietää tuotantomenetelmän ja kapasiteetin optimaalinen yksikkökoon alue ja raja-arvot (X_1 , X_2 ja X_3), jolloin on taloudellista siirtyä käyttämään uutta tuotantomenetelmää (Doll & Orazem 1984, s. 218 – 225).

Viljanviljelyssä käytetyt koneet, kuten suorakylvöön soveltuvat kylvökoneet, ovat yleisesti varsin kalliita. Koneiden vaihtaminen johtaa tästä syystä tilatasolla portaittaiseen yksikkökustannuksen muutokseen.



Kuva 2. Periaatekuva tuotantotekniikan vaikutuksesta tuotannon yksikkökustannusten muodostumiseen (Buxton & Jensen 1968, ref. Doll & Orazem 1984, s. 224). X_1 , X_2 ja X_3 edustavat eri tuotantomenetelmien optimikohtia.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen toteutuksen perusongelmana on saada riittävän pitkäaikaisiin kenttäkokeisiin perustuvaa tietoa eri perusmuokkausmenetelmien viljasadon määrä- ja laatueroista. Tutkimuksen satoaineistona käytetään MTT:n tekemiä eri muokkausmenetelmien vertailukokeita. Aineistoon pyritään poimimaan kaikki perusmuokkausmenetelmien kenttäkoesarjat. Käytössä oleva kenttäkoeaineisto mahdollisti vain määräerojen tarkastelun. Ilman perusmuokkausta ta-pautuvan viljelyn osalta satoaineistot ovat siirtymäkaudelta. Satoaineisto muodostui seuraavista tutkimuksista:

Pitkänen ym. (1988) selvittivät vuosina 1980 – 1992 kuuden eri paikkakunnan (Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski, Kokemäki, Mouhijärvi ja Mietoinen) kenttäkokeissa eri syysmuokkausmenetelmiä. Kokeet tehtiin parivertailuna siten, että jokaisella paikkakunnalla kynnön lisäksi suoritettiin vain yhtä muuta perusmuokkausmenetelmää: Jokioisten hietasavimaalla kultivaattoria, Pälkäneen hietamaissa käytettiin lapiorullaäestä, Anjalankosken hiesusavimaissa s-piikkiäestä, Kokemäen ja Mouhijärven hiesusavessa lapiorullaäestä sekä Mietoisten aitosavessa kultivointia. Kultivointi suoritettiin kevyellä kultivaattorilla. Kylvömuokkaus suoritettiin kaikissa kokeissa s-piikkiäkeellä. Kullakin koe-paikkakunnalla on viljelykierrossa sekä ohraa, kauraa että kevätvehnää.

Lounais-Suomen tutkimusasemalla Mietoisissa on tehty monipuolisia kenttäkokeita eri muokkausmenetelmien variaatioista (MTT 2001). Pitkäsen aloittama koetta on Mietoisilla jatkettu ja tässä on mukana aineistot vuosilta 1994 – 2001. Viljelykierrossa on ollut mukana kaura, kevätvehnä ja ohra. Perusmuokkausmenetelminä on mukana kyntö, kultivointi ja ei perusmuokkausta. Kylvömuokkausmenetelminä on ollut s-piikkiäes ja vaakatasojyrsin. Kevätviljan muokkaukskoeksessa verrattiin hietasavella myös kyntöä, kultivointia ja ei perusmuokkausta vuosina 1994 – 2000. Kylvömuokausvaihtoehdot olivat tassa-äestys, s-piikkiäestys, lapiorullaäestys, vaakatasojyrsin sekä ei kylvömuok-kausta. Suorakylvökokeessa on verrattu eri kasvien (kaura, kevätvehnä ja ohra) satotaseroja hietasavella suorakylvön ja kynnön välillä vuosina 1996, 1997, 2001 ja 2002. Lisäksi aineistoa on ns. leipäviljan kylvökoneiden vertailututkimuksesta hietasavella ja karkealla hiedalla vuosina 1997 – 1999. Perusmuok-kausvaihtoehdoista mukana oli kyntö ja kultivointi. Kylvömuokkausmenetel-mistä mukana oli tassa-äestys, s-piikkiäestys, vaakatasojyrsin sekä ei kylvö-muokkausta.

Jokioisten ns. kaistakokeessa verrattiin kynnön, kultivoinnin ja perusmuokkaa-mattoman sängen satoja hiesusavella. Kylvömuokkaus suoritettiin joko s-piik-

kiäkeellä tai tasoajyrsimellä. Kokeessa kasvatettiin ohraa vuosina 1993, 1994 ja 1996 sekä kauraa vuosina 1991, 1992 ja 1995. Lisäksi Jokioisten hiuesavella on verrattu vuosina 1991 – 2000 perusmuokkausvaihtoehdoista kyntöä ja kultivointia sekä kylvömuokkausvaihtoehdoista s-piikkiäestä ja tasoajyrsimästä keskenään, kun viljelyksessä oli mallasohraa (Pitkänen & Mikkola 2002).

Pietolan (2000) vuosina 1996 – 2000 tekemissä kenttäkokeissa pyrittiin löytämään edullisin savimaiden syysmuokkausmenetelmä maan kasvukunnon ja ympäristön ravinnetalouden kannalta. Tutkimuksessa verrattiin syyskyntöön ja perusmuokkaamattomaan sänkeen kolmea sänkimuokkausmenetelmää (kevyt- ja raskas kultivaattori sekä lapiorullaäes). Kenttäkokeet olivat Jokioisten hiuesavimailla. Kylvömuokkaus suoritettiin joko tasausäkeellä, s-piikkiäkeellä tai tasoajyrsimellä. Viljakasveina olivat vuosina 1997 ja 1999 ohra, sekä vuosina 1996, 1998 ja 2000 kaura.

Alakukun (2003) suunnittelemissa Jokioisten ns. kevätiljjojen suorakylvökokeessa verrattiin perusmuokkausvaihtoehdoista kynnettyä peltoa, kultivoitua peltoa ja sänkipeltoa. Kylvömuokkausvaihtoehdoina oli joko vaakatasoajyrsin, tasausäes tai ei kylvömuokkausta. Kokeet suoritettiin vuosina 2000 – 2002 sekä hiesu- että hiuesavella. Viljakasvina oli ohra. Lisäksi aineistoa löytyi ns. modulaire –kokeesta, jossa verrattiin perusmuokkausvaihtoehdoista kyntöä ja kultivointia aitosavi maalla vuosina 1996 – 2000 (Alakukku ym. 1999, Alakukku ym. 2001, Heinonen ym. 2002). Kylvömuokkaus tehtiin keväällä tasausäestettyyn maahan vaakatasoajyrsimellä. Viljakasvina oli kaura.

MTT Vakolassa tehtiin pitkäaikainen syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien (kultivointi, lapiorullaäestys, s-piikkiäestys, lapiorullaäestys sekä sänki) vertailu vuosina 1975 – 1988 (Mikkola 1989). Vihdissä sijainneet kokeet tehtiin sekä hiesu- että hietasavella. Hiesusavella viljeltiin kevätevehnää (1986 saakka) muutoin paitsi vuonna 1979. Hietasavella viljeltiin myös pääasiassa kevätevehnää, paitsi vuosina 1977 ja 1979 ohraa sekä vuonna 1988 rypsiä. Tämän kokeen perusteella juolavehna voitiin torjua ilman kemikaaleja kyntäen tai kultivoiden. Muita sänkimuokkausmenetelmiä käytettäessä kemiallinen torjunta 1 – 3 vuoden välein olisi ollut tarpeen.

Tutkimusaineistoa muodostui kaiken kaikkiaan 4 033 koeruudun tuloksista (Taulukko 2). Eri kokeissa mitattiin hieman eri asioita, joten yhdistetyn aineiston puutteena on mittausten epäyhtenäisyys. Jokaisesta kokeesta löytyivät seuraavat tiedot: vuosi, koepaikka, maalaji, esikasvi, lajike, lannoitustiedot, siemensato ja kuukausittaiset säätiedot.

Taulukko 2. Kenttäkoehavaintojen lukumäärä eri perusmuokausvaihtoehdoissa ja eri viljalajeilla, maalajeittain jaoteltuna.

	AS	He	HeS	HsS	HtS	KHt *)
Ohra	64	184	501	157	458	248
Sänki			44	13	110	
Kyntö	32	92	192	65	110	200
Kultivointi	32		265	37	194	
Lapiorullaäes		92		5	34	48
S-piikkiäes				37	10	
Kaura	120	104	144	97	464	48
Sänki			16		86	
Kyntö	60	52	64	43	94	24
Kultivointi	60		64	22	244	24
Lapiorullaäes		52			40	
S-piikkiäes				32		
Kevätvehnä	64	88	148	334	778	32
Sänki			20	54	126	
Kyntö	32	44	64	86	318	16
Kultivointi	32	44	64	54	218	
Lapiorullaäes				54	66	16
S-piikkiäes				86	50	

*) AS on aitosavi, He on hiue, HeS on hiesavi, HsS on hiesusavi, HtS on hietasavi ja KHt on karkea hieta

Aineistoa kertyi seitsemältä paikkakunnalta. Vanhimmat kenttäkoeaineistot ovat vuodelta 1975. Keväällä kylvömuokaus on tehty tasausäkeellä, joustopiikkiäkeellä, jyrsimellä tai ilman kylvömuokkausta. Lannoitukseen on käytetty seoslannoitetta typpitason vaihdellissa ohralla 54 – 100 kg/ha, kauralla 54 – 120 kg/ha ja kevätvehnällä 64 – 140 kg/ha. Alhaisimmat typpitasot ovat Pälkäneen tutkimusasemalta. Muiden tutkimuspaikkakuntien alhaisimmat typpitasot ovat 80 kg/ha. Kenttäkokeissa on tehty vähintään rikkakasvientorjunta. Kokeissa on ollut neljästä kuuteen kerrannetta. Lajikkeina on käytetty kyseisen ajanjakson valtalajikkeita.

Perusmuokausmenetelmien satotasot yhdistettiin kannattavuuskirjanpitoilosten kustannusrakenteeseen. Tavanomaiseen, kyntöön pohjautuva tuotantoteknologia perustuu kannattavuuskirjanpitoaineiston viljatilosten tietoihin vuodelta 2001. Viljatilaksi luettiin tila, joka FADN-järjestelmän perusteella luokitellaan viljan tuotantoon erikoistuneeksi tilaksi. Viljatilalla viljakasveista koostuva vakioitu kate on vähintään 2/3 tilan kokonaiskateesta (Tiainen & Katajamäki 1996). Viljatila-aineistosta poistettiin kuusi tilaa, jotka harjoittivat aktiivista kotieläintaloutta, mutta tulivat viljatilaksi kananmunatuotannon alhaisen vakiokatteen vuoksi.

Taulukko 3. Kannattavuuskirjanpidon viljatilojen lukumäärä ja peltoala kokoluokittain vuonna 2001.

Tilakoko (ha)	30 - 50	50 - 100	100 - 150
Tiloja, kpl	47	46	16
Peltoala, ha/tila	38	74	125
Kesantoala, ha/tila	6	11	19
Puintiala, ha/tila	32	63	106
Vilja-ala, ha/tila	27	54	85
Leipäviljaa ja mallasohraa	11	24	57
Viljasato, kg/ha	3052	3620	3747

Tutkimuksen käytössä oli viljatilojen yksilöaineiston tulos- ja tasetiedot. Näiden tietojen lisäksi tarkasteltiin viljatilojen kone- ja rakennustietoja sekä työnkäyttöä. Yksityiskohtaiset työnkäyttötaulukot ovat vapaaehtoisia, joten noin joka toinen tila oli toimittanut kyseiset tiedot.

Kannattavuuskirjanpitoaineistosta määriteltiin ns. edustavat viljatilat kolmessa eri kokoluokassa; 30 – 50, 50 – 100 ja 100 – 150 peltohehtaarisissa (Taulukko 3). Tätä suurempia tiloja aineistossa oli niin vähän, ettei niistä voitu muodostaa erillistä ryhmää. Edustavalla tilalla tarkoitetaan tutkittavan toimialan tunnusomaista yritystä (Pearce 1992).

Edustavien tilojen koneketjut (konetyyppi, kapasiteetti ja kappalemäärä) muodostettiin aineiston havaintojen lukumäärän mukaisesti siten, että eniten havaintoja kerännyt valittiin koneketjuun mukaan. Ryhmien välillä pyrittiin säilyttämään koneiden loogisuus. Kannattavuuskirjanpitoaineiston pohjalta luotujen edustavien tilojen koneketjut esitetään taulukossa 4. Näiden pohjalta muodostettiin eri perusmuokkausmenetelmien tilamallit siten, että kussakin tilamallissa on vain yksi perusmuokkauskalusto. Kyntöön pohjautuvan tilamallin koneketjut muodostettiin siten, että edustavien tilojen (Taulukko 4) koneketjuista poistettiin toinen perusmuokkauskalusto (lapiorullaäes tai kultivaattori). Kevennettyyn perusmuokkaukseen siirtyminen oletettiin muuttavan vain kyntöauran kultivaattoriin tai lapiorullaäkeeseen. Sänkimuokkauksen tilamalli muodostettiin puhtaasti suorakylvöteknologian mukaisesti poistaen koneketjuista sekä muokkauskalusto että mahdolliset ylimääräiset traktorit. Nämä traktorit on oletettu (Taulukossa 4) olevan kaksi alinta työkonetta, joten sänkimuokkauksen tilamalleihin jäi tilakoosta riippumatta kaksi traktoria. Näillä oletuksilla saadaan tietoa ”minimikoneistuksen” vaikutuksesta viljanviljelyn tuotantokustannukseen ja tästä saadaan johdettua sallittu satotasomuutos samaan taloudelliseen tulokseen pääsemiseksi.

Taulukko 4. KP-aineiston pohjalta luotujen edustavien tilojen tärkeimmät pelto-
viljelykoneet (tyyppi, hankintavuosi ja tasearvo 31.12.2001, euroa) tilakokoluo-
kittain.

Tilaryhmä	30-50	50-100	100-150
Työkone	Ajopuimuri	Ajopuimuri	Ajopuimuri
Tyyppi	3,0 - 3,5 m	3,0 - 3,5 m	3,5 - 4,5 m
Hankintavuosi	1985	1987	1994
Taseen loppuarvo	6674	9122	21838
Työkone	Joustopiikkiäes	Joustopiikkiäes	Joustopiikkiäes
Tyyppi	2,8 - 3,5 m	4,1 - 6,0 m	4,1 - 6,0 m
Hankintavuosi	1986	1991	1991
Taseen loppuarvo	173	899	1658
Työkone	Kaksoisaura	Kaksoisaura	Kaksoisaura
Tyyppi	autom. 3x16"	autom. 3x16"	autom. 4x16"
Hankintavuosi	1993	1990	1992
Kappalemäärä	1	1	1
Taseen loppuarvo	2326	969	2855
Työkone	Kasvinsuojeluruisku	Kasvinsuojeluruisku	Kasvinsuojeluruisku
Tyyppi	500 - 700 l	500 - 700 l	1000-1300 l
Hankintavuosi	1989	1990	1989
Taseen loppuarvo	394	441	1073
Työkone	Kylvölannoitin	Kylvölannoitin	Kylvölannoitin
Tyyppi	2,5 m	3,0 m, hinattava	3,0 m, hinattava
Hankintavuosi	1989	1992	1992
Taseen loppuarvo	641	4011	2213
Työkone	Lapiorullaäes	Kultivaattori	Kultivaattori
Tyyppi	alle 3,0 m	3,0 - 4,0 m	3,0 - 4,0 m
Hankintavuosi	1984	1994	1993
Taseen loppuarvo	219	454	568
Työkone	Traktori	Traktori	Traktori
Tyyppi	60-80 kW, 4-veto	60-80 kW, 4-veto	100-150 kW, 4-veto
Hankintavuosi	1992	1991	1999
Kappalemäärä	1	1	1
Taseen loppuarvo	5708	9412	37090
Työkone	Traktori	Traktori	Traktori
Tyyppi	40-49 kW, takaveto	50-59 kW, 4-veto	80-100 kW, 4-veto
Hankintavuosi	1972	1988	1996
Taseen loppuarvo	737	2614	15207
Työkone		Traktori	Traktori
Tyyppi		50-59 kW, takaveto	60-80 kW, 4-veto
Hankintavuosi		1981	1987
Taseen loppuarvo		1705	4021
Työkone			Traktori
Tyyppi			60-80 kW, takaveto
Hankintavuosi			1983
Taseen loppuarvo			2397

Koneketjuja muodostettaessa havaitaan, että pienimmällä tilaryhmällä (30 – 50 ha) oman suorakylvöön pohjautuvan koneketjun hehtaariohtaiset kustannuserot ovat huomattavat. Lisäksi suurimpien tilojen myytävän konekannan nykyarvot kattavat uuden suorakylvökoneen hankintahinnan. Aineiston tiloista kymmenellä oli ostettu oma suorakylvökone.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Useat mallit olettavat, että yritykset maksimoivat voittonsa. Sandmon (1971) mukaan tämä on tuskin tyydyttävä oletus, koska se sulkee täydellisesti pois halun välttää riskejä. Useat tekijät taloudellisessa elämässä näyttävät osoittavan yleistä vastenmielisyyttä riskejä kohtaan. Tuotantopäätökset tehdään kuitenkin ennen myyntipäivää, jolloin markkinahinta tiedetään. Yritykset tekevät tuotospäätökset suhteellisen lyhytaikaisen voiton perusteella. Lisäksi yritykset uskovat myyntihintojen olevan omakohtaisen todennäköisyysjakauma toteutuneista hinnoista. Yrityksellä ei kuitenkaan ole vaikutusvaltaa jakaumaan, joten perusoletus, että yritys on hinnan ottaja, säilyy.

Teorian mukaan viljamarkkinoiden muutokset laskevat nykyisen viljelyn voittoa. Tämä pakottaa viljelijän muuttamaan viljakasvien suhdetta, jonka odotetaan tuottavan riittävän voittovaatimuksen. Viljakasvin lisääminen tuotantoyoukkoon voi tuottaa lisätuloa hehtaaria kohti, mutta se voi tehdä viljelijän sardon portfolioon suuremman riskin. Suurempi riski lisää viljelijän kannustinta laajentaa toimintaa maatalouden ulkopuolelle (Blank 2001).

Portfolioteoriassa henkilön oletetaan olevan objektiivinen hyödyn maksimoija. Portfolioteoria lähti liikkeelle Markowitzin (1952) ajatuksesta, että päätöksenteko kohdistuu odotetun voiton varmuuteen:

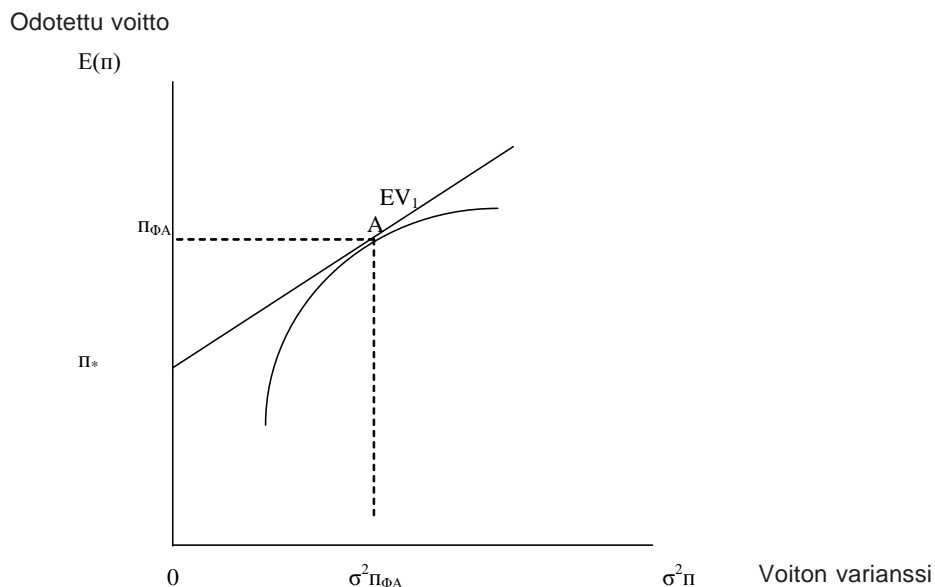
$$(1) \quad E(U_{\Phi}) = E(\Pi_{\Phi}) - (A/2)(\sigma^2 \Pi_{\Phi})$$

missä $E()$ on odotettu arvo, U on hyöty, Π_{Φ} on viljaportfolio Φ voitto per hehtaari. A on riskin vastenmielisyyden parametri, joka on riskineutraalilla viljelijällä 0 ja positiivinen riskihakuisella. $\sigma^2(\Pi_{\Phi})$ määrittelee riskin historiallisen keskimääräisen hehtaarioiton varianssin portfolio Φ :ssa. Kun päätös sisältää investointeja, missä tuloksen voitto tai tappio on suhteellisen pieni verrattuna henkilön kokonaisvarallisuuteen, odotettu hyötymalli on sopiva useimmille investoijille. Kun investoinnin mahdollisuus häviämiseen on korkea, riskihaluttomille investoijille omaksutaan ”turvallisuus-ensin” päätössääntöä (Robison & Barry 1987).

Kun suunnitellaan ainoastaan maatalouden investointeja, viljelijän tavoitteena on ansaita voittoa kaikilla tuotantopyrkimyksillä Π_{Φ} , joka on vähintään yhtä paljon kuin minimitulotaso, Π_* täten $E(\Pi_{\Phi}) \geq \Pi_*$. Tämä rajoite toimii ehtona maanviljelijän tuotantopäätöksissä viljan portfolioissa (Blank 2001).

Viljaportfolioissa viljelijän kokonaisriskin määrä riippuu viljakasvien satovaihtelusta. Viljelijän tulee tunnistaa mahdolliset saavutettavissa olevat markkinat aloittaessaan viljakasvien valintaprosessia. Nämä mahdollisuudet voidaan piirtää odotettaviksi tuoton variansseiksi. Tehokas rintama (EV käyrä kuvassa 3) kuvaa mahdollisia viljakasvien pinta-aloja, jossain tietyssä markkinassa. Kussakin pisteessä käyrällä on tehokkain tuoton ja riskin suhde viljakasvilla tai viljakasvien yhdistelmällä. Kunkin tehokkaan rintaman sijainti ja muoto määritetään laskemalla odotettu tuotto kaikissa viljakasvien yhdistelmissä.

Viljelijän tulee valita tuottamansa viljalajien suhteet siitä pisteestä, jossa tehokas rintama on sama kuin samatuotoskäyrän tangentti. Esimerkiksi naapurit, joilla on samat markkinat, on samanlaiset tehokkaat rintamat. Heillä on kuitenkin erilainen viljelykasviyhdistelmä, mikäli heillä on erilainen riskiasenne. Esimerkiksi, jos viljelijän samatuotoskäyrän tangentti on EV_1 käyrällä (Kuva 3) pisteessä A. Viljelijä tulee tuottamaan viljakasvien portfolioita pisteen A mukaisesti. Tällöin odotettu tuotto on $\Pi_{\Phi A}$ ja tuoton vaihtelu $\sigma^2_{\Pi_{\Phi A}}$. Riskistä vapaa tuotto (Π_* Kuvassa 3) voidaan määrittää esimerkiksi lainan korkokulujen tai pellon vuokratulojen mukaisesti (Blank 2001).



Kuva 3. Viljelykasvien yhteistyömahdollisuuksien joukko alenevilla markkinoilla. Viljelemällä useita viljelykasveja voidaan pienentää satovaihteluun liittyviä riskejä. Seurauksena on kuitenkin skaalaetujen menettämisen myötä odotetun voiton aleneminen.

Viljelijän tulee verrata valitsemaansa portfoliota riskiasenteeseensa, jolloin riskihaluton viljelijä vuokraa suuren osan pelloistaan pois (Turvey ym. 1992). Voittotavoitteen muutos muuttaa viljaportfolion koostumusta heti, jos $E(\pi_\Phi) < \pi^*$. Riskihaluttomalle muutos on pidemmällä tähtäimellä tarpeen, kun suunnitellun viljaportfolion tuotto ei ole odotetulla tasolla maksusitoumukseen (turvallisuuskynnykseen) nähden. Tapauksessa, jossa odotettu tuotto on sama kuin maksusitoumus, mutta ei yllä viljelijän hyötyvaatimukseen, tällöin viljelijä ei välttämättä tee muutoksia lyhyellä aikavälillä, vaikka pidemmällä aikavälillä hyötyvaatimus halutaan saavuttaa (Blank 2001, s. 410).

Yksittäiset riskit, kuten markkinahinnan tai tuotantokustannuksen muutos, muuttaa portfoliota. Viime vuosina useimmat havaitut ulkoiset muutokset maatalousmarkkinoilla ovat käynnistäneet muutoksen viljelijän viljaportfolion koostumuksessa. Yleisesti tuotehintojen lasku ja panoskustannusten nousu alentavat useiden viljakasvien voiton alle viljelijän toivotun tason. Tämä pakottaa viljelijät siirtymään korkeampituottoisiin kasveihin. Uusi portfolio muodostuu kasveista, joilla on suhteellisen korkea tuotto ja riski. Näin viljelijän kokonaisriski kasvaa.

Portfolio-optimoinnin ratkaisemiseen käytettiin R tilasto-ohjelman (versio 1.8.1.) tseries -pakettia. Portfolion ratkaisemiseksi tarvittava tuottosarjoista koostuva matriisi muodostettiin satunnaisotannan avulla.

Koska käytettävissä olleen koeaineiston asetelmat vaihtelivat eri kokeissa, jokaisesta kokeesta laskettiin käsittelyiden keskiarvo yli lohkojen. Kaura, ohra ja kevätvehnä aineistot analysoitiin erikseen, lisäksi kasvit analysoitiin erikseen maalajeittain. Menetelmällä i , paikassa j , vuonna k saatu satoarvo y_{ijk} sovitettiin seuraavan mallin mukaisesti:

$$(2) \quad y_{ijk} = \mu + m_i + p_j + v_k + h_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

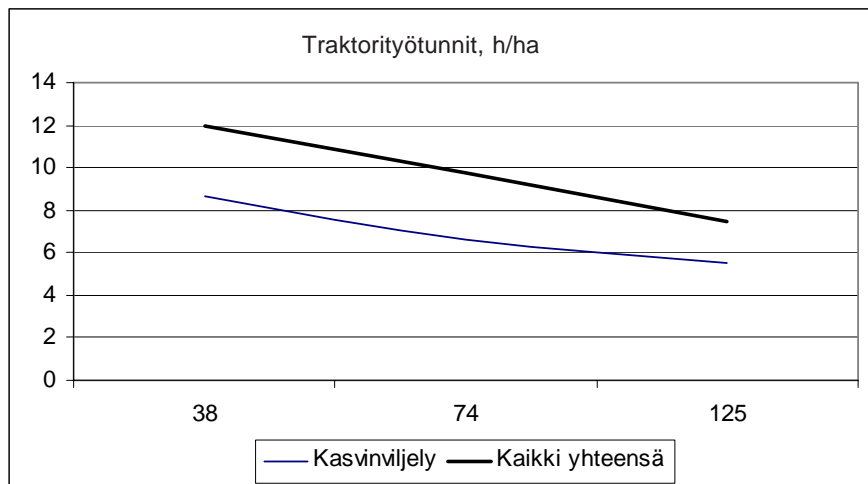
missä μ on vakio, m_i on menetelmän i kiinteä päävaikutus, p_j on paikkaan j liittyvä satunnaisvaikutus, v_k on vuoteen k liittyvä satunnaisvaikutus, h_{jk} on paikkaan j ja vuoden k yhdysvaikutukseen liittyvä satunnaisvaikutus. Satunnaismuuttujat p_j oletettiin identtisiksi ja normaalisesti jakautuneiksi. Vastavaat oletukset tehtiin satunnaismuuttujille v_k , h_{jk} ja ε_{ijk} . Kaikki satunnaismuuttujat oletettiin toisistaan riippumattomiksi. Mallien oletusten voimassaoloa tarkasteltiin kuvien avulla. Tukeyn laatikko-jana-kuvion avulla tarkasteltiin jäännösjakauman normalisuus (Tukeyn 1977). Jäännökset piirrettiin sovittearvoja vasten, jolloin kuvasta pystyy tutkimaan muun muassa jakauman normalisuusoletuksen ja vakiovarianssioletuksen olemassaoloa. Analyysit tehtiin SAS/STAT-ohjelmiston MIXED-proseduurilla (Littell ym.1996).

2.3 Oletukset

Viljatilan oletettiin sijaitsevan B-tukialueella. Tuet on laskettu viljatilan tarkennetun lannoituksen mukaisesti. Viljanviljelyn tukitasot ovat pysyneet kohtuullisen vakaina viime vuodet (2000 – 2004). Tässä työssä on käytetty vuoden 2001 tukitasoja. Teorian mukaisesti tuottajahinnalla oletettiin olevan omakohmainen todennäköisyysjakauma lähiajan toteutuneiden hintojen perusteella (vuodet 2001 –2003).

Viljatilojen käyttöomaisuuden kustannukset laskettiin kannattavuuskirjanpidossa käytettyjen poistomenetelmien mukaisesti (ks. Ala-Orvola 1998). Käyttöomaisuuden jälleenhankinta-arvot määritettiin koneiden, kaluston ja laitteiden osalta kauppaa-arvomenetelmällä. Rakennusten, salaajien ja muiden poistonalaisten käyttöomaisuushyödykkeiden jälleenhankinta-arvot määritettiin kustannusarvomenetelmällä. Poistoihin sovellettiin suunnitelman mukaista tasaprosenttipoistomenetelmää. Omaisuusosien poistoprosentit johdettiin hyödykkeen käyttöajasta siten, että omaisuusosan jäännösarvo on käyttöajan lopussa 10 prosenttia. Omaisuusosien poistoajat ja poistoprosentit on esitetty Ala-Orvolan (1998, s. 15) julkaisussa.

Eri perusmuokkausmenetelmien taloudellisen vertaamisen mahdollistamiseksi peltoviljelyn perus- ja muokkuskoneet sekä kylvökoneet oletettiin olevan kuusi vuotta vanhoja (taloudellinen poisto aika 12 vuotta) pohjautuen vuoden 2001 jälleenhankinta-arvoihin. Konemuutokset heijastuvat taseen meno-jäännösarvojen kautta tuloslaskelman yksittäisille tileille.



Kuva 4. KP-aineiston viljatilojen traktoreiden käyttömäärät (kasvinviljelyn- ja muut työtunnit yhteensä, h/ha) tilaryhmittäin.

Koneiden käyttömääristä aiheutuneet käyttö- ja kunnossapitokustannusten muutokset arvioitiin TTS:n (1990, 1992a, 1992b, 1999, 2002) tiedotteiden ja kannattavuuskirjanpitoaineiston pohjalta. TTS työnormien mukaan laskettujen suoritusaikojen ja kannattavuuskirjanpitoaineiston työtuntien erotus pidettiin vakiona eri tuotantoteknologioilla olettaen, että muut maatalouteen liittyvät traktorityöt eivät muutu (ks. Kuva 4).

Tällöin suorakylvössä muiden traktorituntien määrä voi olla jopa suurempi kuin varsinaisten peltotöiden suoriteajat. Traktoreiden käyttötuntien (h) muutos kunnossapitokustannuksiin estimoitiin TTS (1997) tilaryhmähavaintojen perusteella kvadraattifunktiolla ($R^2=1,00$):

$$(3) \quad Kp\text{-kust.} = -322,583445 + 3,662123h - 0,001989h^2$$

Polttoaineiden kulutusmäärät vaihtelevat varsin paljon riippuen mm. maalajista, sääoloista ja koneketjusta. Eri muokkausmenetelmien vaikutusta arvioitaessa joudutaan käyttämään normiarvoja. Eri työvaiheiden polttoaineiden kulutusmäärinä käytettiin Danforsin (1988) Ruotsissa mittaamia arvoja. Satotason vaikutus puinnin polttoaineen kulutukseen arvioitiin Kalk ja HÜlsbergen (1999) estimoiman regressioyhtälön avulla.

Tässä tutkimuksessa mukana olevat eri muokkausmenetelmien kenttäkokeet on suoritettu hieman erilaisilla lannoitustasoilla. Peltokasvien satotasoa kuvaamaan käytetään yleensä joko kvadraatti- tai mitscherlich-funktiota. Lehtosen (2001, s. 129) mukaan tilastollisesti molemmat funktiot ovat tähän tarkoitukseen yhtä hyviä. Sumeliuksen (1993) tekemien ei-sisäkkäisten testien mukaan ohran typpilannoitusanalyysissä mitscherlich-funktiomuoto osoittautui parhaimmaksi biologis-fyysisen responssin kuvaamiseen, mutta kevätevehnällä mitään tutkittua funktiomuotoa ei kyetty osoittamaan muita paremmaksi. Aiempien estimointien perusteella funktioiden välille ei muodostu huomattavia eroja.

Tutkimusaineisto ei mahdollistanut lannoituksen ja sadon välisen yhteyden estimointia eri perusmuokkausvaihtoehdoissa liian vähäisten lannoitetasojen vuoksi. Tämän vuoksi kenttäkoeaineiston eri lannoitetasojen satovaikutus tuli huomioida aiemmin estimoitujen parametrien avulla. Tässä päädyttiin käyttämään Bäckman ym. (1997) estimoimia kyntöteknologiaan pohjautuvia mitscherlich-funktion parametrejä koeaineiston laajuuden sekä käytettyjen viljelylajikkeiden perusteella. Perusmuokkausteknologian vaikutus tuotantofunktion oletettiin olevan vain tasomuutos, joten tuotantofunktion muotoa ei muutettu. Satotasomuutokset pohjautuvat luvussa 3.1 esiteltäviin keskiarvoihin. Eri lannoitetasojen yhtenäistämiseksi sovitettujen tuotantofunktion parametrit on esitetty liitteessä 1. Kaikista eri maalajeista ei aineiston vuoksi saatu laskettua tuotantoteknologian vaikutusta, joten näissä lannoitetasojen yhtenäistämiseksi piti käyttää Bäckmanin ym. (1997) estimoimia parametrejä. Yhtenäistäminen

suoritettiin viljakasveittain yleisimpään lannoitetasoon, joka oli ohralla ja kauralla 90 kiloa typpeä hehtaarille ja kevätvehnällä 120 kiloa typpeä hehtaarille. Tällä menettelyllä poistettiin erilaisten lannoitustasojen vaikutus satohavain-toihin. Tuloksena saatiin satoestimaatit jokaiselle havainnolle edellä esitetyillä peruslannoitustasoilla.

Kenttäkokeiden kasvinsuojelukustannukset laskettiin kertaruiskutuksen mukai-sesti. Juolavehnan osalta päädyttiin käyttämään, varovaisuusperiaatteen mu-kaisesti, suorakylvömallissa jokavuotista ja kevennetyissä perusmuokkausmal-leissa kolmen vuoden välein tapahtuvaa ruiskutusta. Laskelmissa käytettiin Suomessa käytössä olevien kauppavalmisteiden keskimääräistä hehtaarikustan-nusta (Peltonen 2002).

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Satotasot eri perusmuokkausmenetelmissä

Käytettävissä olevan kenttäkoeaineiston pohjalta tehtiin ensimmäiset tilasto-ajot perusmuokkausmenetelmien (sisältäen sängen) satotasoista. Sänkikylvön osalta tulokset ovat siirtymäkaudelta. Eri perusmuokkausmenetelmien satotas-oiksi saatiin tilastollisesti merkitsevät estimaatit kaikille muille paitsi kevät-vehnälle hiesusavella. Tilastollisten ajojen tulokset on esitetty tarkemmin liit-teessä 2. Yhteenvetona voidaan todeta ettei eri perusmuokkausmenetelmien antamissa sadoissa ollut juurikaan tilastollisesti merkitseviä eroja. Sänkikyl-vön sadot olivat kuitenkin hietasavella pienempiä kuin perusmuokattuun maa-han kylvetyt sadot.

Eri perusmuokkausmenetelmillä saatuja estimoituja satoja käytetään portfolio-analyysissä, vaikka ne tilastollisen analyysin perusteella eivät poikkeakaan toisistaan. Kauraa viljeltäessä hietasavimaalla (HtS) korkein satotason esti-maatti saatiin kultivoinnissa ja kynnössä (Taulukko 5). Perusmuokkaamatto-man ja lapiorullaäkeellä suoritettu perusmuokkauksen estimaatit ovat hieman yli 200 kiloa hehtaaria kohti pienemmät (keskivirhe on noin 300 kiloa). Kevät-vehnää viljeltäessä kynnön ero seuraavaksi parhaan sadon antavaan menetel-mään eli kultivointiin on noin 100 kiloa, kun lapiorullaäkeen ja s-piikkiäkeen sadot ovat jo selvästi alhaisempia (hieman yli 200 kiloa kyntöön nähden). Syk-syllä sängelle jätetyn maan satotasoero on jo selvä (estimaatin ero hieman yli 700 kiloa kyntöön nähden). Kynnön havaintoja on tässä 2,5 kertaa enemmän kuin sänkikylvön. Aineistossa samaan aikaan tehtyjen sängen ja kynnön ver-tailukokeita oli Mietoisten leipäviljaan keskittyvä kevätviljan muokkauskoe ja Vakolan vanha, mutta pitkäaikainen koe. Näissä kokeissa erot perusmuokka-usmenetelmien välillä olivat selvästi koko aineiston keskiarvoa isommat (noin 200 kg). Hietasavella ohraa viljeltäessä korkein hehtaarikohtainen estimaatti saatiin kultivoinnille. Erot muihin perusmuokkausmenetelmiin jäivät kuiten-kin pieniksi.

Hiusesavipellolla (HeS) kevätvehnää viljeltäessä sängen ja kultivoinnin sadot olivat vajaa 200 kiloa kyntöä korkeammat (keskivirhe oli kuitenkin noin kaksinkertainen satotaseroon nähden). Ohraa viljeltäessä kynnön sato oli vajaa 100 kiloa hehtaaria kohti korkeampi kuin kultivoinnin. Sängellä satotasero kasvoi reiluun 300 kiloon.

Muista maalajeista on vain yhden viljakasvin tuloksia. Näistä hiesusavella (HsS) on mukana useampi kuin kaksi perusmuokkausmenetelmää. Hiesusavella ohraa viljeltäessä sängelle saatiin korkein sato. Eroa kyntöön ja

Taulukko 5. Estimoidut perusmuokkausmenetelmien satotasot (kg/ha) ja estimaatin keskivirheet maalajeittain.

			Keskiarvo	Keskivirhe	Havaintoja
Kaura	AS	Kyntö	4 518	385	60
		Kultivointi	4 461	385	60
	HtS	Sänki	4 722	282	86
		Kyntö	4 978	279	94
		Kultivointi	4 994	290	244
		Lapiorullaäes	4 743	337	40
Kevätvehnä HeS	Sänki	Kyntö	3 694	421	20
		Kyntö	3 524	382	64
		Kultivointi	3 695	382	64
	HtS	Sänki	3 081	288	126
		Kyntö	3 811	282	318
		Kultivointi	3 715	293	218
		Lapiorullaäes	3 542	305	66
		S-piikkiäes	3 589	309	50
Ohra	He	Kyntö	3 622	316	92
		Lapiorullaäes	3 640	316	92
	HeS	Sänki	3 814	346	44
		Kyntö	4 153	298	192
		Kultivointi	4 078	298	265
	HsS	Sänki	4 006	677	13
		Kyntö	3 889	672	65
		Kultivointi	3 689	674	37
		Lapiorullaäes	3 651	688	5
		S-piikkiäes	3 864	675	37
	HtS	Sänki	4 170	289	110
		Kyntö	4 337	289	110
		Kultivointi	4 428	289	194
		Lapiorullaäes	4 371	334	34
S-piikkiäes		4 178	396	10	

s-piikkiäkeeseen nähden muodostui hieman yli 100 kiloa. Kultivointi ja lapiorullaäestyksen sadot olivat puolestaan reilut 300 kiloa sänkivaihtoehtoa alhaisemmat.

Perusmuokkausmenetelmien sadot ovat varsin samantasoisia. Perusmuokkausmenetelmien satoerot jäivät pieneksi kun vertaa tuloksia yksittäisten kokeiden eri vuosien satoeroihin. Esimerkiksi Känkäsen (2004) kokeissa satoerot perusmuokkausmenetelmien välillä olivat jopa reilusti yli tuhat kiloa. Erot voivat olla huomattavat myös lajikkeiden välillä. Vertailua hankaloittaa myös se, että eri kylvöajasta johtuen kasvuvaiheet ajoittuvat eri tavalla lämpö- ja kosteusoloihin nähden.

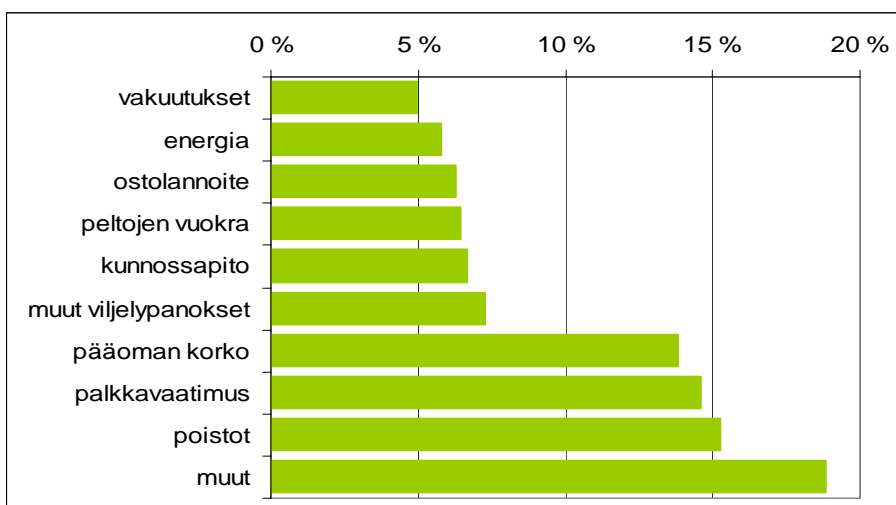
3.2 Tuotantokustannukset eri perusmuokkausmenetelmillä

Kalustoluettelon perusteella kirjanpitoaloilla on keskimäärin kaksi perusmuokkausvälinettä. Yleisin oma perusmuokkausväline on pienemmillä tiloilla sarka-aura ja suuremmilla tiloilla kaksoisaura (Taulukko 6). Varsin usein viljelijät jättävät sarka-aura tilalle uudempaa perusmuokkauskalustoa hankkittaessa. Yli 50 hehtaarin tiloista on hieman yli 60 prosentilla oma kultivaattori aurojen lisäksi. Hieman yllättäen lapiorullaäes on sitä yleisempi mitä pienempi tilan peltoala on.

Tutkimusaineiston edustavien tilojen keskiarvoista laskettu viljanviljelyn keskimääräinen tuotantokustannus oli noin 1 100 euroa hehtaaria kohti vuonna 2001. Tuotantokustannus laski tilakoon kasvaessa keskimäärin noin 1 130 eurosta noin 1 070 euroon. Tuotantokustannuseristä suurin ero muodostui edustavien tilojen välillä peltojen vuokratilakustannuksista. Isommilla tiloilla (100 – 150 ha) peltojen vuokratilakustannukset olivat yli 3 kertaa isommat kuin pienemmillä (30 – 50 ha) tiloilla. Suurimmista kustannuseristä (ks. Kuva 5) eniten eroa syntyi palkkavaatimuksen suhteen. Pienimmän ja suurimman tilaryhmän keskiarvoero hehtaarikohtaisessa palkkavaatimuksessa oli noin 44 prosenttia.

Taulukko 6. Kirjanpitoaineiston viljatilojen (väh. 30 ha) perusmuokkauskalusto.

KP-aineiston perusmuokkauskalusto vuonna 2001, kpl.				
	30-50 ha	50-100 ha	100-500 ha	Yht.
Kaksoisaurat	14	28	33	75
Sarka-aurat	45	34	24	103
Kultivaattori	10	31	13	54
Lapiorullaäes	16	11	4	31
Tiloja	50	49	30	129



Kuva 5. Viljan tuotantokustannuserien suhteellinen osuus (%) edustavilla viljailoilla vuonna 2001.

Perusmuokkausvälineen valinta heijastuu tuottojen lisäksi kustannusjaottelun perusteella muihin viljelypanoksiin (sis. siemenet, kasvinsuojeluaineet yms.), energia- ja kunnossapitokustannuksiin, yrittäjäperheen palkkavaatimukseen, poistoihin ja pääoman korkokustannuksiin. Nämä kustannuserät kattoivat noin 70 prosenttia tuotantokustannuksista vuonna 2001.

Seuraavassa käytetään luvussa 3.1 estimoituja satotasoja ja edustavien viljelijöiden pohjalta luotuja tilamalleja. Laskelmat pohjautuvat taulukossa 4 esitettyyn yhden perusmuokkauksen konekantaan. Perusmuokkaukskalusto ja kylvökoneet tuli muuttaa lähtökohdaltaan yhdenvertaiseen asemaan kustannusten vertailemiseksi. Kuuden vuoden ikäiset perusmuokkaukskalustot valittiin, koska kyseiset koneet ovat tällöin taloudellisen poistoajan puolella välissä. Syksyllä sängelle jätetyn pellon kustannukset on tässä laskettu suorakylvökoneiden kustannuksiin pohjautuen. Tämä valinta tehtiin siitä huolimatta, että kentäkoeaineisto edustaa eri kylvömuokkausmenetelmiä, jotta kustannusten muutos voidaan määrittää minimikonein. Tästä tilamallista käytetään jatkossa nimitystä sänkikylvö.

Tarkasteltaessa pienimmän, 38 pellohehtaarin, tilaryhmän tuotantokustannuksia havaitaan, että perusmuokkausvaihtoehtojen erot ovat 33 – 42 euroa hehtaaria kohti omia koneita käytettäessä (Taulukko 7). Rehuviljoja (ohraa tai kauraa) viljeltäessä alhaisin nettotappio saadaan kevennettyjä (kultivointi tai lapiorullaes) perusmuokkausmenetelmiä käytettäessä. Kevätvehnällä kultivointi näyttäisi tuovan hieman kyntöä pienemmän nettotappion. Sänkikylvössä tuottojen lasku on niin suuri, että menetelmä tuottaisi suurimmat nettotappiot kevävehnällä. Rehuviljalla sänkikylvö on taloudellisesti huonoimpien

vaihtoehtojen joukossa muilla maalajeilla paitsi ohralla hiesusavella, jossa se tuottaa vähiten nettotappiota. Satoaineiston sisältämä vaihtelu oli kuitenkin niin suuri, että pitkälle menevien päätelmien tekeminen eri menetelmien taloudellisuudesta on vaikeaa. Hinnoiltaan keskimääräisen urakoitsijan käyttö suorakylvössä vähentäisi nettotappiota noin 70 euroa hehtaaria kohti (Taulukko 7).

Taulukko 7. Eri perusmuokkausvaihtoehtojen keskimääräinen nettovoitto (euroa/hehtaari) maalajeittain jaoteltuna, kun tilan työt tehdään omilla koneilla tai kun perusmuokkaus tai suorakylvö annetaan urakoitsijan hoidettavaksi 38 peltohehtaarin viljatilalla vuonna 2001.

			Omat koneet			Urakointi		
			Tuotot	Tuotanto- kustannus	Netto- voitto	Tuotanto- kustannus	Netto- voitto	
Kaura	HtS	sänkikylvö	1 103	1 231	-127	1 163	-60	
		kyntö	1 131	1 268	-137	1 213	-82	
		kultivointi	1 133	1 233	-100	1 218	-85	
		lapiorullaäes	1 106	1 226	-121	1 215	-109	
	AS	kyntö	1 081	1 264	-183	1 209	-128	
		kultivointi	1 075	1 228	-153	1 213	-138	
Ohra	HtS	sänkikylvö	1 049	1 228	-179	1 161	-112	
		kyntö	1 067	1 265	-198	1 215	-148	
		kultivointi	1 077	1 231	-154	1 215	-138	
		lapiorullaäes	1 071	1 225	-154	1 214	-143	
	HsS	sänkikylvö	1 031	1 227	-196	1 159	-129	
		kyntö	1 018	1 260	-243	1 211	-193	
		kultivointi	996	1 224	-228	1 208	-212	
		lapiorullaäes	991	1 218	-227	1 207	-215	
	HeS	sänkikylvö	1 009	1 225	-215	1 157	-148	
		kyntö	1 047	1 263	-216	1 208	-161	
		kultivointi	1 038	1 227	-189	1 212	-173	
	He	kyntö	988	1 258	-270	1 208	-220	
		lapiorullaäes	990	1 218	-228	1 207	-216	
	Kevätvehnä	HtS	sänkikylvö	1 094	1 258	-164	1 188	-94
			kyntö	1 190	1 300	-110	1 260	-70
			kultivointi	1 177	1 264	-86	1 246	-68
			lapiorullaäes	1 155	1 257	-103	1 256	-101
		HeS	kyntö	1 152	1 297	-145	1 251	-99
kultivointi			1 175	1 264	-89	1 266	-91	

75 hehtaarin tilaryhmässä viljanviljelyn tuotantokustannukset olivat keskimäärin 13 % alhaisemmat kuin 38 hehtaarin tilaryhmällä. Kalliista suorakylvökoneesta huolimatta viljanviljelyn tuotantokustannukset ovat 75 hehtaarin tilaryhmällä halvimmat sänkikylvettäessä (ks. Taulukko 8). Seuraavaksi alhaisimmat tuotantokustannukset ovat lapiorullaäkeellä ja kultivaattorilla. Tuottomuutokset huomioiden näyttäisi siltä, että kultivointi ja sänkikylvö tuottaisivat parhaan taloudellisen tuloksen tässä tilaryhmässä ohralla ja kauralla. Rehuohralla

Taulukko 8. Eri perusmuokkausvaihtoehtojen keskimääräinen nettovoitto (euroa/hehtaari) maalajeittain jaoteltuna, kun tilan työt tehdään omilla koneilla tai kun perusmuokkaus tai suorakylvö annetaan urakoitsijan hoidettavaksi 75 peltohehtaarin viljatilalla vuonna 2001.

			Omat koneet			Urakointi	
			Tuotot	Tuotanto-kustannus	Netto-voitto	Tuotanto-kustannus	Netto-voitto
Kaura	HtS	sänkikylvö	1091	1040	51	992	99
		kyntö	1118	1115	3	1056	62
		kultivointi	1120	1067	53	1056	65
		lapiorullaäes	1093	1064	29	1050	43
	AS	kyntö	1068	1111	-42	1052	17
		kultivointi	1062	1069	-7	1051	12
Ohra	HtS	sänkikylvö	1036	1037	-1	989	47
		kyntö	1054	1120	-66	1074	-20
		kultivointi	1064	1064	0	1053	11
		lapiorullaäes	1058	1062	-5	1048	9
	HsS	sänkikylvö	1018	1035	-18	987	30
		kyntö	1005	1116	-111	1070	-65
		kultivointi	983	1057	-75	1046	-63
		lapiorullaäes	979	1056	-77	1042	-63
	HeS	sänkikylvö	997	1033	-37	986	11
		kyntö	1034	1110	-76	1051	-17
		kultivointi	1026	1061	-36	1049	-24
	He	kyntö	975	1114	-138	1067	-92
		lapiorullaäes	977	1055	-78	1041	-64
	Kevätvehnä	HtS	sänkikylvö	1045	1066	-22	1016
kyntö			1386	1147	239	1103	283
kultivointi			1131	1100	31	1083	47
lapiorullaäes			1281	1096	185	1091	190
HeS		kyntö	1264	1144	121	1094	171
		kultivointi	1414	1100	314	1104	310

poikkeuksen tekee hiesusavi, jossa sänkikylvö tuottaisi vähiten nettotappiota. Tämän tuloksen vahvistaminen vaatii kuitenkin satotasoseurannan jatkamista. Kevätvehnällä päästäisiin hiesavella kultivaattorilla parhaimpaan taloudelliseen tulokseen, kun taas hietasavella kyntö näyttäisi tuovan suurimman nettovoiton. Urakoitsijan käyttö suorakylvössä lisää nettovoittoa lähes 50 euroa hehtaarille, kun verrataan 6 vuotta vanhaa omaa suorakylvökonetta.

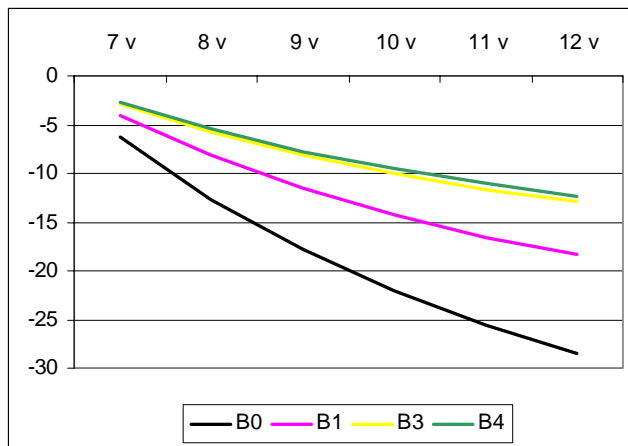
Taulukko 9. Eri perusmuokkausvaihtoehtojen keskimääräinen nettovoitto (euroa/hehtaari) maalajeittain jaoteltuna, kun tilan työt tehdään omilla koneilla tai kun perusmuokkaus tai suorakylvö annetaan urakoitsijan hoidettavaksi 125 peltihehtaarin viljatilalla vuonna 2001.

			Omat koneet			Urakointi		
			Tuotanto-	Netto-		Tuotanto-	Netto	
			Tuotot	kustannus	voitto	kustannus	voitto	
Kaura	HtS	sänkikylvö	1 090	947	142	918	172	
		kyntö	1 117	1 034	84	985	133	
		kultivointi	1 119	994	125	986	133	
		lapiorullaäes	1 092	996	95	985	106	
	AS	kyntö	1 067	1 029	38	980	87	
		kultivointi	1 061	989	72	981	81	
	Ohra	HtS	sänkikylvö	1 035	945	90	915	120
			kyntö	1 053	1 030	23	981	72
kultivointi			1 063	991	72	983	80	
lapiorullaäes			1 057	995	62	984	73	
HsS		sänkikylvö	1 017	943	74	914	103	
		kyntö	1 004	1 026	-22	977	27	
		kultivointi	982	984	-2	976	6	
		lapiorullaäes	978	988	-11	977	0	
HeS		sänkikylvö	996	941	54	912	84	
		kyntö	1 033	1 028	5	979	54	
		kultivointi	1 025	988	37	980	45	
He		kyntö	974	1 023	-49	974	0	
		lapiorullaäes	976	988	-12	977	-1	
Kevätvehnä		HtS	sänkikylvö	1 044	974	70	945	99
	kyntö		1 385	1 065	320	1 016	369	
	kultivointi		1 130	1 025	105	1 016	114	
	lapiorullaäes		1 280	1 027	253	1 016	263	
	HeS	kyntö	1 263	1 062	201	1 013	250	
		kultivointi	1 413	1 024	388	1 016	397	

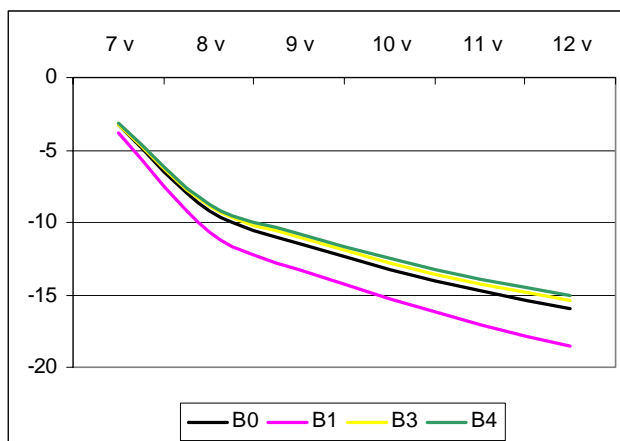
125 peltohehtaarin tilaryhmässä viljanviljelyn tuotantokustannukset olivat keskimäärin 7 % alhaisemmat kuin 74 hehtaarin tilaryhmällä. Sänkikylvön tuotantokustannukset rehuviljan viljelyssä ovat selvästi muita perusmuokkausmenetelmiä alhaisemmat (Taulukko 9). Sänkikylvö tuottaa rehuviljoilla myös korkeimman nettovoiton. Seuraavaksi parhaimpaan nettotulokseen päästään kevyillä perusmuokausvaihtoehdoilla. Kevätvehnällä perusmuokkausmenetelmällä ei muodostu eroja edelliseen tilaryhmään verrattuna. Hietasavella kyntö näyttäisi tuovan suurimman nettovoiton, kun taas hiuesavella saadaan kulti-vaattorilla parhain taloudellinen tulos. Urakoitsijan käytön hyöty suorakylvössä supistuu noin 30 euroon hehtaarille.

Omien peltoviljelykoneiden lisäksi laskettiin perusmuokkauksen tai suorakylvöurakoinnin käyttöön pohjautuvat viljanviljelyn tuotantokustannukset. Urakoitsijan kustannuksina käytettiin TTS keräämiä keskiarvoja (TTS 2003). Urakoitsijoiden kysyntä ja tarjontatilanne sekä hinnoittelu vaihtelevat paikkakuntakohtaisesti, jolloin urakointihinnoissa on kohtuullisen suurta hajontaa. Myös omien koneiden kustannukset muuttuvat kaluston iän myötä. Seuraavassa on laskettu oman perusmuokaus- ja suorakylvökaluston iän muutoksen vaikutus viljanviljelyn tuotantokustannuksiin laskelmissa oletetun kuuden vuoden jälkeiselle poistoajalle.

38 peltohehtaarin tilaryhmällä viljanviljelyn hehtaarikohtainen tuotantokustannus alentuu eniten kalleimmalla sänkikylvön koneketjulla (Kuva 6). Taloudellisen poistoajan lopussa oman tai urakoitsijan kustannusero on hieman yli 40 euroa hehtaaria kohti urakoitsijan hyväksi. Harvoin muuta tuottavaa työtä päätoimisella viljanviljelijällä kylvökaudella on, joten tässä ei huomioida oman työn palkkavaatimusta. Kyntöön pohjautuvan perusmuokkauksen kustannusero toimintamuotojen välillä oli noin 40 – 55 euroa (6 v. perusmuokkaukskalustolla) hehtaarilta. Oman kaluston kustannukset laskevat kynnössä enimmillään vajaan 20 euroa hehtaaria kohti taulukon 7 arvoista. Kevennetyllä perusmuokkauksella oman ja urakoitsijan tuotantokustannusero oli 2 – 18 euroa hehtaaria kohti. Kuten kuvasta 6 havaitaan, joissain tapauksissa vanhemmalla omalla kalustolla tuotantokustannukset kevytmuokkauksen osalta alittavat keskimääräisen urakkakustannuksen. Yleisimmin kustannukset ovat samat aikaisintaan 12 vuotta vanhalla perusmuokkaukskalustolla tai urakoitsijan käyttö tulee tällöinkin edullisemmaksi, jos oman työn palkkavaatimus huomioidaan.

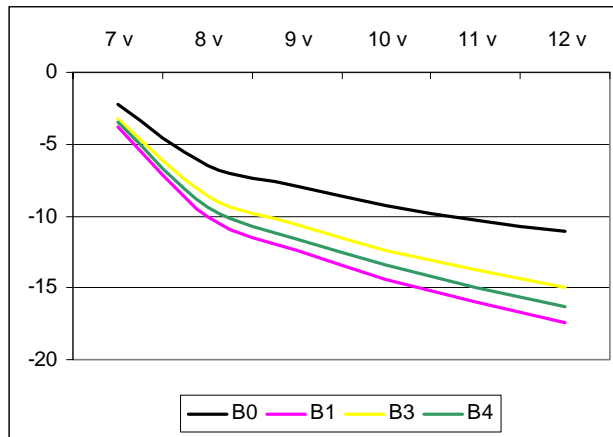


Kuva 6. Perusmuokkaukuskaluston ja suorakylvökoneen iän vaikutus 38 pellohehtaarin tilan viljanviljelyn tuotantokustannukseen (euroa/hehtaari, B0 on sänkikylvö, B1 on kyntö, B3 on kultivointi ja B4 on lapiorullaäes).



Kuva 7. Perusmuokkaukuskaluston ja suorakylvökoneen iän vaikutus 74 pellohehtaarin tilan viljanviljelyn tuotantokustannukseen (euroa/hehtaari, B0 on sänkikylvö, B1 on kyntö, B3 on kultivointi ja B4 on lapiorullaäes).

74 pellohehtaarin tilaryhmällä viljanviljelyn hehtaarikohtainen tuotantokustannus alentuu eniten tavanomaisella kyntöön pohjautuvalla koneketjulla (Kuva 7) taulukon 8 arvoista. Kyntöön pohjautuvan perusmuokkauksen kustannusero toimintamuotojen välillä oli noin 44 – 59 euroa (6 v. vanhalla perusmuokkaukuskalustolla) hehtaarilta. Oman kaluston kustannukset laskevat kynnessä enimmillään reilut 18 euroa hehtaaria kohti. Sänkikylvön ja kevennetyn muokkauksen kalustokustannusten muutokset ovat varsin samantasoisia. Sänkikylvössä taloudellisen poistoajan lopussa oman tai urakoitsijan kustannusero on noin



Kuva 8. Perusmuokkauskaluston ja suorakylvökoneen iän vaikutus 125 peltohehtaarin tilan viljanviljelyn tuotantokustannukseen (euroa/hehtaari, B0 on sänkikylvö, B1 on kyntö, B3 on kultivointi ja B4 on lapiorullaäes).

30 euroa hehtaaria kohti urakoitsijan hyväksi. Kevennetyllä perusmuokkauksella oman ja urakoitsijan tuotantokustannus vastaavana ajankohtana on samantasoinen ilman perusmuokkauksen palkkavaatimuksen huomiointia.

Suurimmassa (125 ha) tilaryhmässä vähiten pääomaa konekantaan on sitoutunut sänkikylvövaihtoehdossa. Sänkikylvön tuotantokustannus laskee taloudellisen poistoajan lopussa taulukon 9 arvoista reilut 10 euroa hehtaaria kohti (Kuva 8). Jolloin ilman palkkavaatimusta urakoitsijan käyttö on noin 20 euroa hehtaaria kohti edullisempaa. Kultivoinnissa ja lapiorullaäkeessä vasta taloudellisen poistoajan lopussa oma perusmuokkauskalusto on edullisempi kuin urakoitsijan käyttö, kun oman työn palkkavaatimus huomioidaan. Kynnössä ero taloudellisen poistoajan lopussa on vielä noin 30 euroa urakoitsijan hyväksi.

Perusmuokkausmenetelmien välinen kannattavuuskehitys on samansuuntainen Ekmanin (2000) tutkimuksen kanssa. Ekman (2000) vertasi kynnön, kultivoinnin ja suorakylvön taloudellista tulosta savimaalla kolmella tilakoolla (120, 150 ja 180 ha). Ruotsissa, kun viljakasveina oli syysvehnä, kevätohra ja kevätrypsi. Tulosten mukaan parhaimpaan taloudelliseen tulokseen päästään 120 hehtaarin tilalla kultivoinnilla, kun muissa tilaluokissa paras taloudellinen tulos saavutetaan suorakylvöllä. Koneketjut muodostettiin tutkimuksessa ns. puhtaalta pöydältä kymmenen vuoden käyttöajalla laskettuna. Voiton maksimoimaan koneketjuun tuli tavanomaisessa, kyntöön pohjautuvassa koneketjussa isompi traktori ja selvästi leveämpi kylvökone kuin suorakylvöketjussa. Suorakylvön hyvänä puolena pidettiin sitä, että koneketjun kapasiteetti ei ole niin riippuvainen tilakoosta, kuin muissa muokkausmenetelmissä. Odotetun nettotulon ero oli muokkausmenetelmien välillä suhteellisen pieni hehtaaria kohti (enimmillään noin 11 euroa)

3.3 Perusmuokkausmenetelmien lyhyen aikavälin optimi

Kenttäkoeaineiston perusteella valittavia viljelykasveja tuli tähän portfolioon kolme; rehuohra, kaura ja kevätvehnä. Koekenttien sijainnin vuoksi maalajittainen edustavuus eri perusmuokkausvaihtoehdoista ei ole tasainen. Viljakasvien ja perusmuokkausmenetelmien sijoittumisesta tehokkaaseen rintamaan nähden saa käsityksen eri vaihtoehtojen keskinäisistä suhteista. Karkean hiedan kuviot esitetään liitteessä 3 vähäisten vaihtoehtojen vuoksi.

Tehokas rintama kuvaa maksimaalista tuoton odotusarvoa tietyllä riskitasolla. Kuvioissa oikealle siirryttäessä keskihajonta kasvaa. Teorian mukaisesti keskihajonta ja riski samaistetaan tai modernissa (Value at Risk) ajattelussa riski mielletään vain tappion mahdollisuudeksi.

Hietasaven 38 hehtaarin tilaryhmän tehokas rintama sekä keskimääräiset viljakasvin ja perusmuokkausmenetelmän havainnot on esitetty kuvassa 9. Näyttäisi siltä, että tehokkaassa rintamassa suurin tuoton odotusarvo ja riskin yhdistelmä olisi kevätvehnän viljelyssä perusmuokkausvaihtoehdon ollessa kyntö (KVB1). Hieman alhaisemmalla odotetulla tuotto/riski –tasolla tehokkaassa rintamassa olisi kaura kultivoidulla pellolla (KB3). Nettotappion kasvaessa, mutta pienimmällä riskillä riskiä karttava viljelijä valitsisi ohran viljelyn lapiorullaäkeellä (OB4). Kaikki sänkivaihtoehdot ovat varsin kaukana tehokaimmasta tuotto/riski suhteesta.

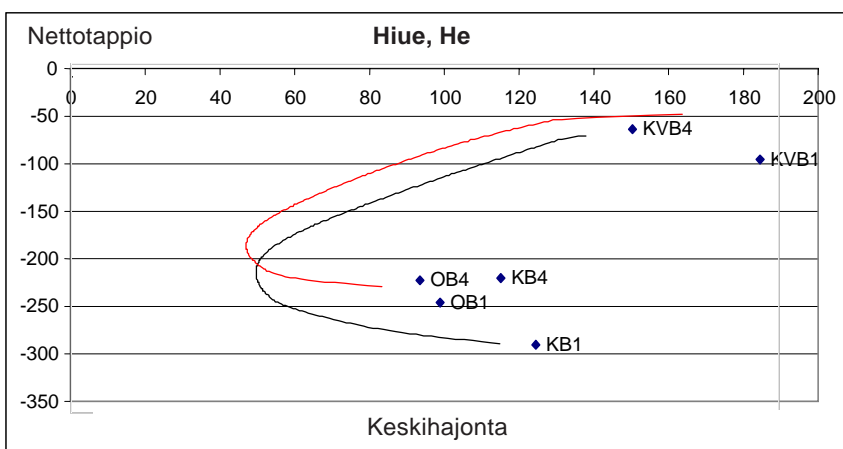
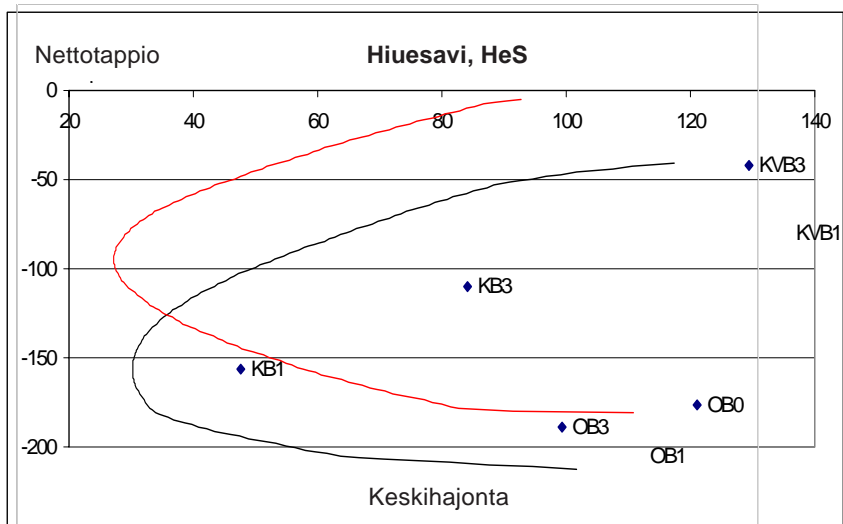
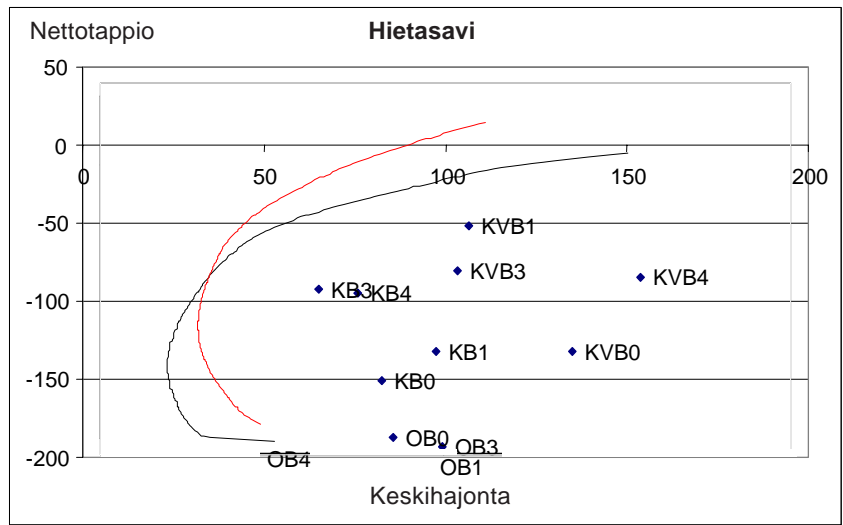
Pienimmässä tilaryhmässä odotusarvoltaan pienin nettotappio, mutta suuri riski saavutetaan kevätvehnän viljelyssä syksyllä kultivoidulla hiuesavella (KVB3) (Kuva 9). Kultivaattorilla suoritettu perusmuokkaus ja kauran viljely olisi riskittömämpi vaihtoehto, mutta todennäköisesti tuottoarvoltaan huonompi vaihtoehto. Kauran viljely kyntäen vähentää riskiä entisestään, mutta menetelmän korkea tuotantokustannus lisää nettotappiota (KB1 ja KB3). Tuottoarvoltaan alle kynnetyn kauran olevia vaihtoehtoja ei kannata valita, koska tällöin odotettavissa on huonompi taloudellinen tulos suuremmalla riskillä. Tämä havaitaan kuvasta 9 silloin, kun tehokas rintama taittuu sisäänpäin. Urakoitsijan käyttö kasvattaa odotettua tuottoarvoa selvästi oman kaluston tehokkaaseen rintamaan nähden.

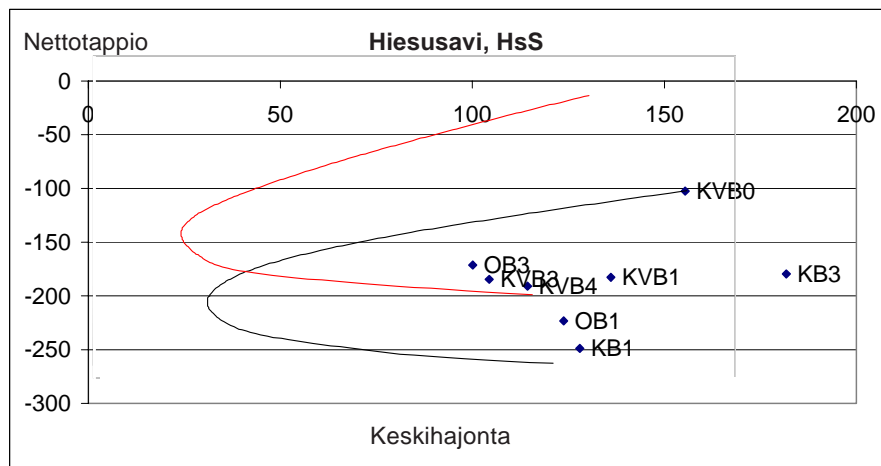
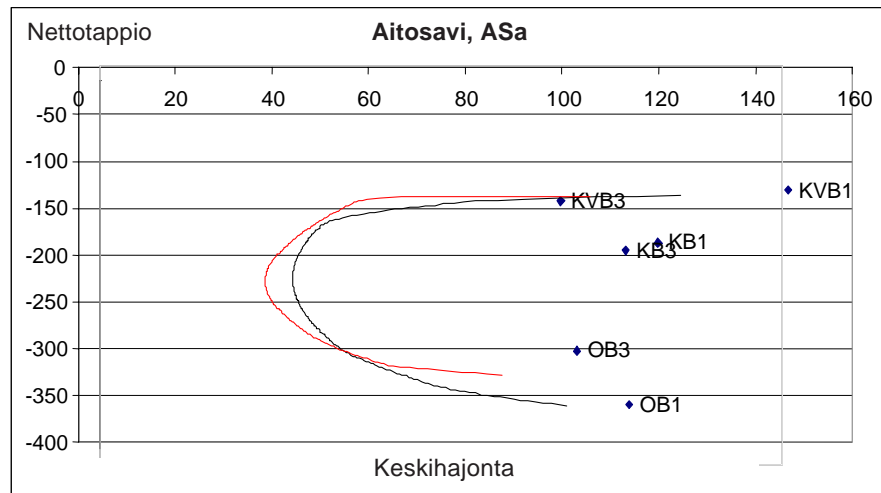
Hiuemaalla korkein odotettu tuottoarvo on myös kevätvehnän viljelyssä. Tehokkaimman tuotto/riski –suhteen valitseva suurin riskiä hyväksyvä viljelijä valitsee lapiorullaäestyksen (KVB4) ennemmin kuin kynnon (KVB1) kevätvehnän viljelyssä (Kuva 9). Rehuohran ja kauran odotetut tuottoarvot ovat selvästi kevätvehnää alhaisemmat. Valitettavasti aineisto ei mahdollistanut mui-

den perusmuokkausmenetelmien vertaamista, mutta näyttää siltä, että viljelijöiden tulisi tässä tapauksessa etsiä pidemmällä aikavälillä korkeampituottoisia kasveja kuin rehuviljat.

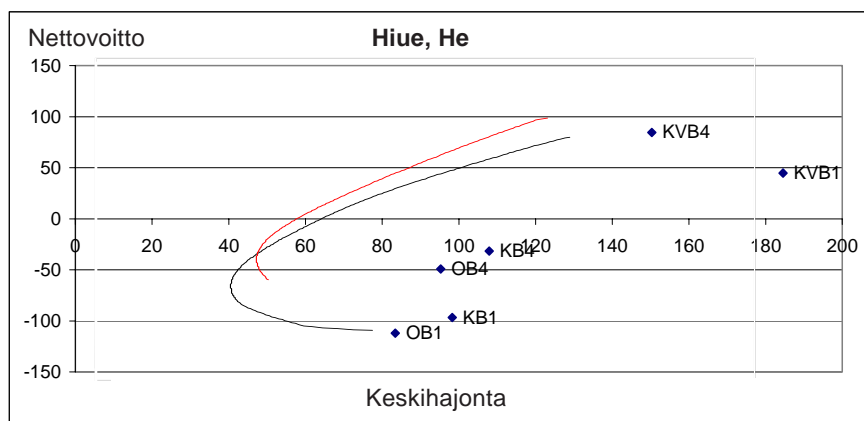
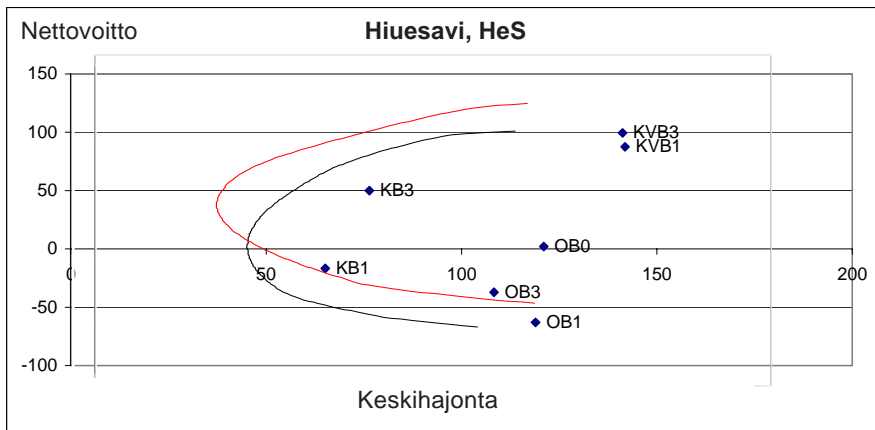
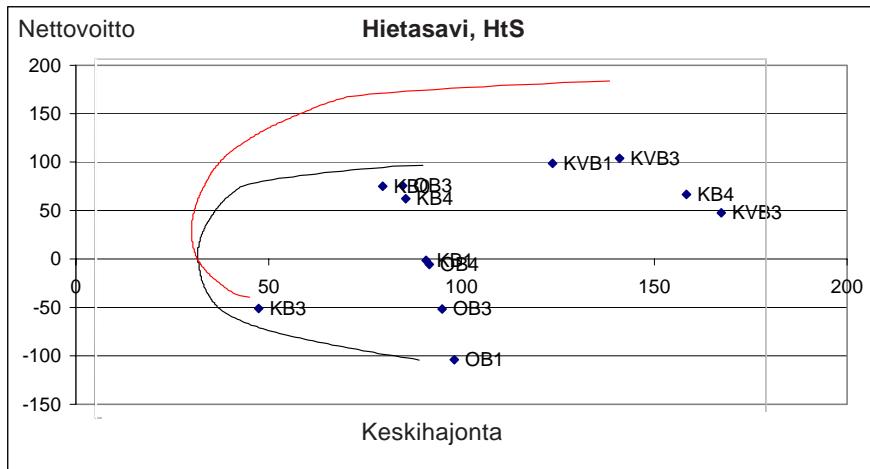
Aitosavella kynnön (KVB1) ja kultivoinnin (KVB3) odotettu tuottoarvo on kevätevehnällä samantasoinen, ainoastaan kynnön riskit näyttäisivät tämän aineiston pohjalta olevan selvästi kultivointia suuremmat (Kuva 9). Ohran valinta tehokkaasta rintamasta ei ole mielekästä, koska sen riski on samantasoinen kuin tuottoarvoltaan korkeampien kevätehnién. Muihin maalajeihin nähden aitosavella urakoitsijan käytön tehokas rintama sijoittuu varsin lähelle omin konein suoritettun perusmuokkauksen tehokasta rintamaa.

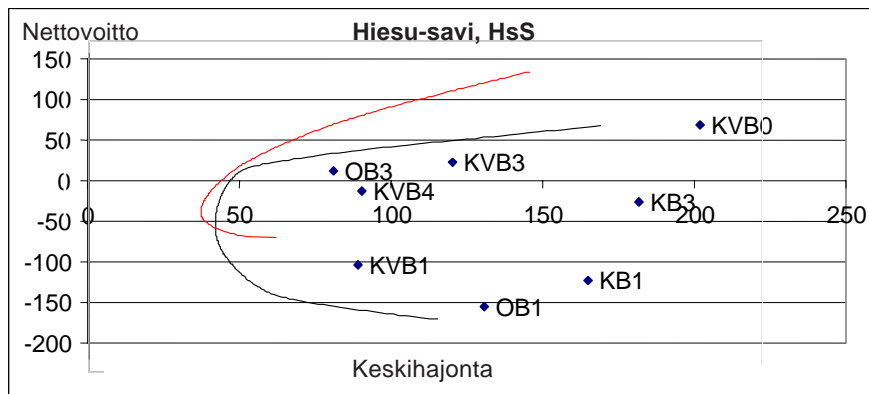
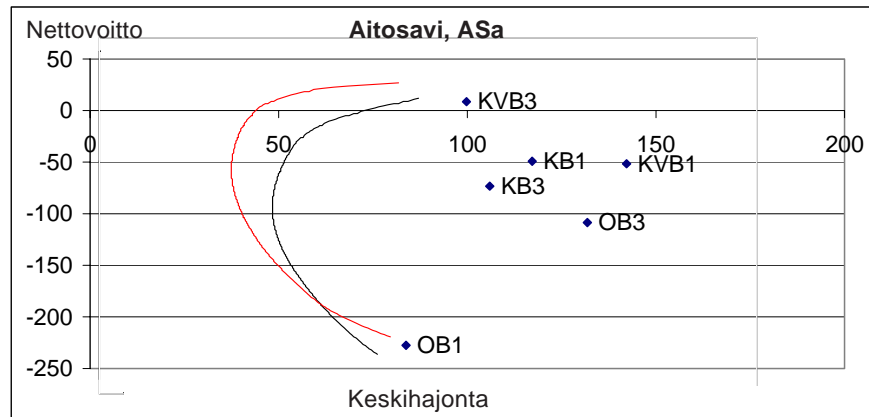
Hiesusavella suurin odotettu tuottoarvo näyttäisi olevan sänkikylvetyllä kevätevehnällä (KVB0) (Kuva 9). Tätä alhaisempi odotettu tuotto/riski –taso on rehuohralla, joka on kultivoitu syksyllä. Muissa vaihtoehdoissa on suurempi riski alhaisemmalla odotetulla tuottoarvolla, joten niiden valinta ei ole taloudellisesti mielekästä. Urakoitsijan käyttö perusmuokkauksen tai suorakylvön osalta nostaa selvästi odotettua tuottoarvoa ja laskee hieman riskiä.





Kuva 9. 38 hehtaarin viljatilan tehokas rintama omin konein (musta viiva) ja perusmuokkauksen tai suorakylvön urakointivaihtoehto (punainen viiva) sekä eri viljakasvien ja perusmuokkausmenetelmien havaintojen keskiarvot (euroa per hehtaari, O on ohra, K on kaura ja KV on kevätevehnä sekä B0 on sänki, B1 on kyntö, B3 on kultivointi ja B4 on lapiorullaäes). Pellon maalajit ovat hietasavi, hiesusavi (HeS), hiue (He), aitosavi (ASa) ja hiesu-savi (HsS).





Kuva 10. 74 hehtaarin viljatilän tehokas rintama omin konein (musta viiva) ja perusmuokkauksen tai suorakylvön urakointivaihtoehto (punainen viiva) sekä eri viljakasvien ja perusmuokkausmenetelmien havaintojen keskiarvot (euroa per hehtaari, O on ohra, K on kaura ja KV on kevätvehnä sekä B0 on sänki, B1 on kyntö, B3 on kultivointi ja B4 on lapiorullaäes). Pellon maalajit ovat hietasavi (HtS), Hiue-savi (HeS), Hiue (He), Aitosavi (ASa) ja hiesu-savi (HsS).

Kultivointi kevätvehnällä tuottaa suurimman odotetun tuottoarvon hietasavella (Kuva 10) (KVB3). Kyntäen suoritettun perusmuokkauksen odotusarvo on samantasoinen, mutta hieman riskittömämpi vaihtoehto. Kauran sänkikylvö (KB0) ja kultivointi (KB3) ovat selvästi edellisiä kevätvehnä- vaihtoehtoja riskittömämpiä, mutta vain hieman tuottoarvoltaan alhaisempia. Riskiä välttävän valinta tehokkaasta rintamasta on kauran viljely kultivoiden, joka tuottaa kuitenkin nettotappiota. Urakoitsijan käyttö hietasavella näyttäisi kasvattavan tuottoa.

Kultivaattorilla suoritettu perusmuokkaus ja kevätvehnän viljely näyttäisi tuottavan suurimman nettovoiton myös hiesavella (Kuva 10). Tästä vaihtoehdosta noin puolet alhaisempi odotettu tuottoarvo sekä riski olisi kultivointiin pohjautuva kauran viljely. Riskiä välttävä viljelijä viljेलisi tosin kauraa kyntäen, mutta tällöin on vaarana, että toiminta olisi tappiollista.

Hiuemaalla ainoastaan kevätvehnän viljelyn odotetaan tuovan 74 hehtaarin tilaryhmässä positiivisen nettovoiton (Kuva 10). Kahdesta perusmuokkausvaihtoehdosta lapiorullaäkeellä (KVB4) suoritettu perusmuokkaus tulisi kynnon (KVB1) sijaan tehokkaaseen rintamaan kevätvehnällä. Rehuohraa ja kauraa viljeltäessä lapiorullaäkeellä odotetaan saavutettavan suurempi tuotto kuin kyntäen. Urakoitsijan käyttö perusmuokkauksessa tuo hieman korkeamman odotetun tuottoarvon omiin koneisiin nähden.

Aitosavella kevätvehnän viljelyn kultivoiden odotetaan tuottavan juuri positiivisen nettovoiton (Kuva 10) (KVB3). Muiden vaihtoehtojen keskiarvot ovat varsin kaukana tehokkaasta rintamasta paitsi rehuohran viljely kyntäen, joka tuottaa kuitenkin varsin suuren nettotappion hehtaaria kohti. Urakoitsijan käyttö suurentaa hieman odotettua tuottoarvoa ja pienentää samalla riskiä.

Hiesavella varsin riskialtis, mutta odotetulta tuottoarvoltaan suurin vaihtoehto on kevätvehnän viljely sänkikylvönä (Kuva 10) (KVB0). Riskineutraalimpi viljelijä valitsee kultivoinnin ja viljelykasvikseen kevätvehnän tai rehuohran. Muiden tehokkaassa rintamassa sijaitsevien vaihtoehtojen odotetaan tuottavan nettotappiota. Urakoitsijan käyttö riskihakuisissa vaihtoehdoissa lisää tuottoarvojen eroa omiin koneisiin nähden.

Isoimmassa, 124 hehtaarin, tilaryhmässä viljanviljelyn odotetaan tuottavan pääsääntöisesti nettovoittoa. Hietasavella riskihakuinen viljelijä valitsisi näistä vaihtoehtoista keväthehnan viljelyn, joka pohjautuisi kultivaattorilla suoritettuun perusmuokkaukseen (Kuva 11) (KVB3). Kultivoinnin korvaaminen kynnöllä alentaa hieman riskiä. Riskineutraalimpi viljelijä viljelee kauraa sänkikylväen tai kultivoiden. Tehokkaassa rintamassa olevan ohran viljely lapiorulla-keellä on riskittömin, mutta samalla myös tuottoarvoltaan alhainen valinta.

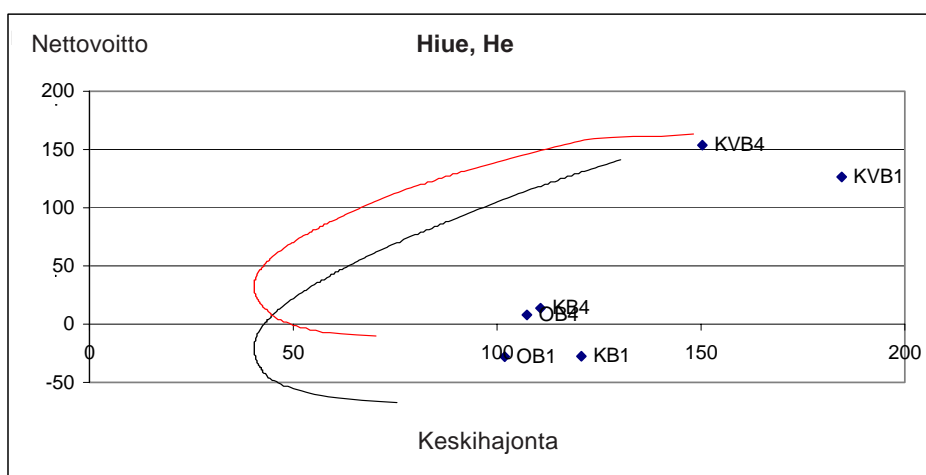
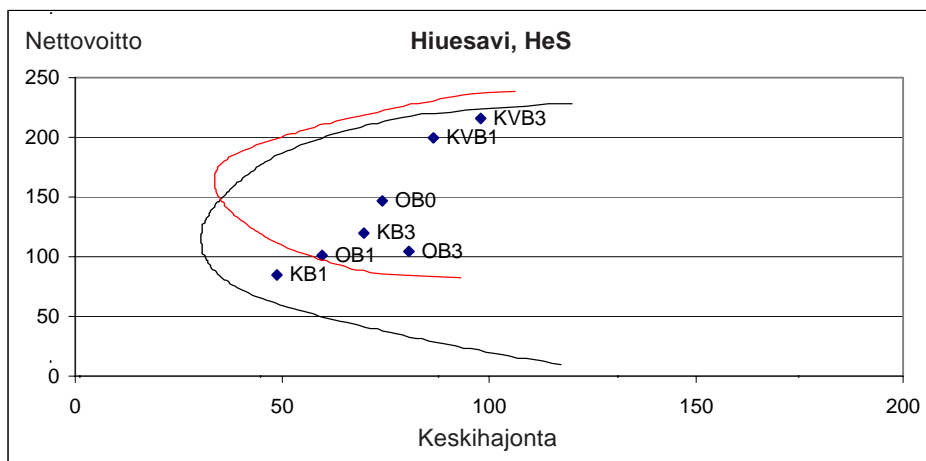
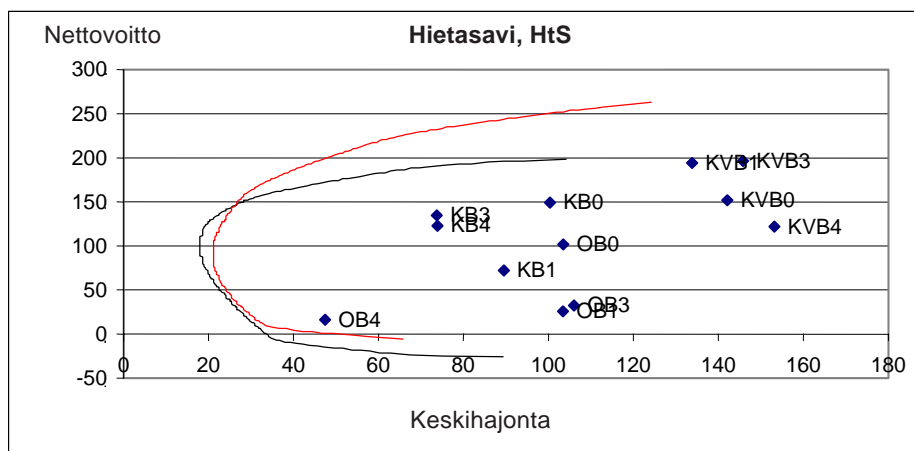
Hiuesavi on tämän aineiston perusteella hietasaveen nähden riskittömämpi maalaji. Kultivointiin pohjautuva keväthehnan viljely on myös hiuesavella korkein odotettu tuotto/riski –taso (Kuva 11). Kauran sijaan riskittömämpi viljelykasvi tehokkaassa rintamassa on rehuohran viljely sänkikylvönä. Riskineutraalin viljelijän valinta on kuitenkin perinteinen; kauran viljely syksyisen kynnön kanssa.

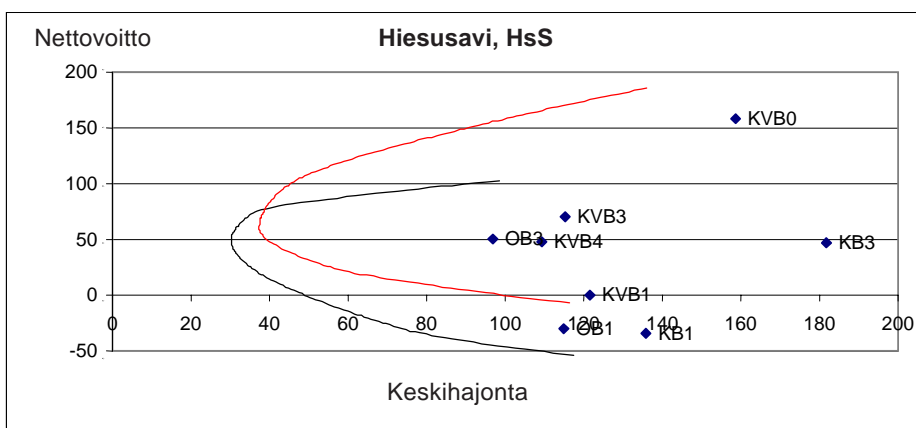
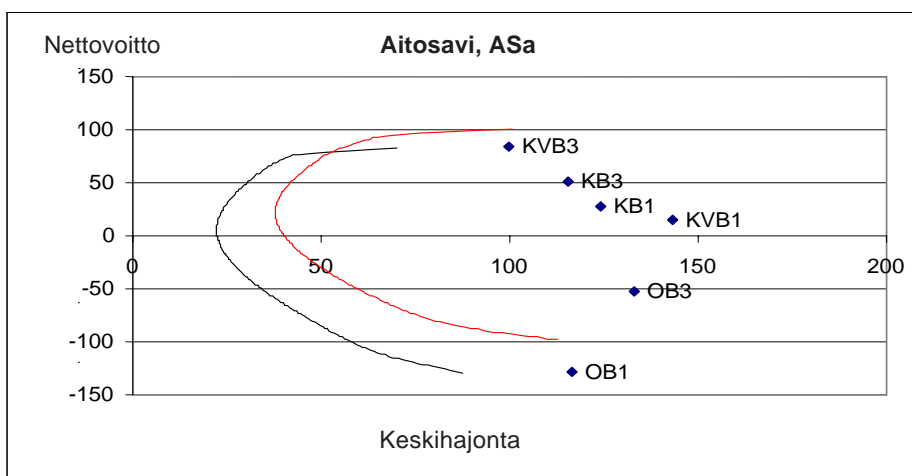
Hiuemaalla viljakasvien ja perusmuokkausvaihtoehtojen sijainnit pysyivät samana aikaisempiin tilaryhmiin nähden. Toisin sanoen 124 hehtaarin tilamallissa hiuemaalla tehokkaaseen rintamaan tulee lapiorulla-estys kynnön sijaan (Kuva 11). Riskihakuinen viljelijä valitsee keväthehnan viljelyn, kun rehuviljat ovat riskiä karttavan valinta. Kyntäen suoritettussa rehuviljojen viljelyssä on liian pieni vaadittu tuotto, joten ne lisäävät portfolion riskiä.

Aitosavella optimaalisinta olisi viljellä pelkästään keväthehnan perusmuokkauksen ollessa kultivointi (Kuva 11). Muiden vaihtoehtojen keskiarvot sijaitsevat varsin kaukana tehokkaasta rintamasta. Kultivointiin pohjautuvan kauran viljelyn mukaanotto portfolioon on mielekästä viljelykierron vuoksi. Muilla vaihtoehtoilla on liian pieni tuottoarvo riskiin nähden.

Hiesusavella selvästi korkein odotettu tuottoarvo on sänkikylvetyllä keväthehnan (Kuva 11). Alhaisemmalla riski- ja tuottotasolla pelto kultivoidaan syksyllä. Ohran viljely kultivoiden on tässä tapauksessa riskineutraalin valinta. Tätä matalammilla tuottovaatimuksilla kuvaaja taittuu sisäänpäin, jolloin liian pieni vaadittu tuotto lisää portfolion riskiä.

Edellä esitetyissä tuloksissa, riski kuvaa viljalajeittain havaittua satovaihtelua eri muokkausmenetelmä/maalajikombinaatioissa. Yleisesti tulokset vastaavat perusoletusta, jonka mukaan riskiä ottamalla voidaan päästä parempaan nettotulokseen. Lopullinen muokkausmenetelmän valinta riippuu viljelijän riskipreferenssistä. Viljelyriskiä karttava viljelijä päätyy eri vaihtoehtoon kuin riskin hyväksyvä viljelijä. Tuloksia tulkittaessa on muistettava, ettei eri muokkausmenetelmien satotaseroista ole toistaiseksi saatu tilastollista näyttöä (Liite 2).





Kuva 11. 124 hehtaarin viljatilan tehokas rintama omin konein (mustaviiva) ja perusmuokkauksen tai suorakylvön urakointivaihtoehto (punainen viiva) sekä eri viljakasvien ja perusmuokausmenetelmien havaintojen keskiarvot (euroa per hehtaari, O on ohra, K on kaura ja KV on kevätvehnä sekä B0 on sänki, B1 on kyntö, B3 on kultivointi ja B4 on lapiorullaäes). Pellon maalajit ovat hietasavi (HtS), Hiuesavi (HeS), hiue (He), aitosavi (ASa) ja hiesu-savi (HsS).

4 Yhteenveto

Tutkimuksessa haettiin vastausta kysymykseen, mikä perusmuokkausmenetelmä on taloudellisesti paras eri maalajeille ja viljakasveille, kun satojen vaihtelu otetaan huomioon.

Tutkimuksen satoaineistona käytetään MTT:n tekemiä eri perusmuokkausmenetelmien vertailukokeita. Aineisto keskittyy Etelä-Suomen savimaille (HtS, HeS ja HsS). Tutkimusaineistoa muodostui kaiken kaikkiaan 4 033 koeruudun tuloksista. Selvästi eniten havaintoja on kynnön ja kultivoinnin osalta. Keväällä kylvömuokkaus on tehty tasausäkeellä, joustopiikkiäkeellä, tasojuysimellä tai ilman kylvömuokkausta.

Koeasetelmat vaihtelevat eri kokeissa, joten jokaisesta kokeesta laskettiin käsittelyiden keskiarvo yli lohkojen. Kaura-, ohra- ja kevätvehnäaineistot analysoitiin erikseen, lisäksi kasvit analysoitiin erikseen maalajeittain. Taloudellisen analyysin kannalta koeaineisto sisälsi satovaihtelua ja sänkikylvötekniikan opettelua, joten se simuloi hyvin vallitsevaa teknologian valintatilannetta käytännön viljelyn tasolla.

Perusmuokkausmenetelmien sadot olivat varsin samantasoisia. Satovaihtelu oli pääsääntöisesti keskivirheiden rajoissa. Ainoa suurempi ero muodostui kevätvehnän viljelyssä hietasavimaalla, jossa kynnön ja sängen ero on hieman yli 700 kiloa hehtaaria kohti. Sänkikylvövaihtoehdon osalta on todettava, että sänkikylvö kulttuurista vasta opiskellaan. Sänkikylvökokeissa oli eniten erilaisia toteutuksia ja vähän havaintoja. Sänkikylvön etujen on todettu myös tulevan esiin vasta kun sänkikylvöä on toteutettu useampi vuosi.

Näiden satotaserojen vaikutus viljanviljelyn tuotantokustannuksiin kartoitettiin kannattavuuskirjanpitoaineiston viljatilojen pohjalta vuodelta 2001. Kannattavuuskirjanpitoaineistosta määriteltiin ns. edustavat viljatilat kolmessa eri kokoluokassa; 30 – 50, 50 – 100 ja 100 – 150 peltohehtaarisia. Tätä suurempia tiloja aineistossa on niin vähän, ettei niistä voitu muodostaa erillistä ryhmää.

Edustavien tilojen pohjalta muodostettiin eri perusmuokkausmenetelmien tilamallit. Kyntöön pohjautuvan tilamallin koneketjut muodostettiin siten, että edustavien tilojen koneketjuista poistettiin toinen perusmuokkauskalusto (lapiorullaäes tai kultivaattori). Kevennettyyn muokkaukseen siirtyminen oletettiin muuttavan vain kyntöauran kultivaattoriin tai lapiorullaäkeeseen. Sänki-
muokkauksen tilamalli muodostettiin puhtaasti suorakylvötekniikan mukaisesti poistaen koneketjuista sekä muokkauskaluston että mahdolliset ylimääräiset traktorit. Tämä valinta tehtiin siitä huolimatta, että kenttäkoeaineisto edustaa eri kylvömuokkausmenetelmiä, jotta kustannusten muutos voidaan määrittää minimikonein. Tästä tilamallista käytetään nimitystä sänkikylvö.

Tarkasteltaessa pienimmän, 38 peltohehtaarin, tilaryhmän tuotantokustannuksia havaittiin, että perusmuokkausvaihtoehtojen erot ovat 33 – 42 euroa hehtaaria kohti omia koneita käytettäessä. Rehuviljoja (ohraa tai kauraa) viljeltäessä alhaisin nettotappio saatiin kevennettyjä (kultivointi tai lapiorullaäes) perusmuokkausmenetelmiä käytettäessä. Rehuviljalla sänkikylvö on taloudellisesti huonoimpien vaihtoehtojen joukossa muilla maalajeilla paitsi ohralla hiesusavella, jossa se tuotti vähiten nettotappiota. Kevätvehnällä kultivointi näytti tuovan hieman kyntöä pienemmän nettotappion.

75 hehtaarin tilaryhmässä viljanviljelyn tuotantokustannukset ovat keskimäärin 13 % alhaisemmat kuin 38 hehtaarin tilaryhmällä. Kalliista kylvökoneesta huolimatta viljanviljelyn tuotantokustannukset ovat 75 hehtaarin tilaryhmällä halvimmat sänkikylvön tilamallissa. Tuottomuutokset huomioiden näyttäisi siltä, että kultivointi ja sänkikylvö tuottaisivat parhaan taloudellisen tuloksen tässä tilaryhmässä ohralla ja kauralla. Poikkeuksen tästä tekee hiesusavi, jolla ohran viljely sänkikylvönä tuottaisi vähiten nettotappiota. Havaintojen pienen lukumäärän vuoksi ohran hiesusaven tuloksiin on suhtauduttava varauksin. Kevätvehnällä päästäisiin hiesusavella kultivoinnilla parhaimpaan taloudelliseen tulokseen, kun taas hietasavella kyntö näyttäisi tuovan suurimman nettovoiton.

125 peltohehtaarin tilaryhmässä viljanviljelyn tuotantokustannukset ovat keskimäärin 7 % alhaisemmat kuin 74 hehtaarin tilaryhmällä. Sänkikylvön tuotantokustannukset rehuviljan viljelyssä ovat selvästi muita perusmuokkausmenetelmiä alhaisemmat. Sänkikylvö tuottaa rehuviljoilla myös korkeimman nettovoiton. Seuraavaksi parhaimpaan nettotulokseen päästään kevytmuokkausvaihtoehtoilla. Kevätvehnää viljeltäessä hietasavella kyntö näyttäisi tuovan suurimman nettovoiton, kun taas hiesusavella saadaan kultivaattorilla parhain taloudellinen tulos.

Urakoitsijan käyttö perusmuokkauksen tai suorakylvön suorittajana nostaa tilamallien taloudellista tulosta kaikissa vaihtoehtoissa. Esimerkiksi hinnaltaan keskimääräisen urakoitsijan käyttö suorakylvössä kasvattaisi nettotulosta noin 30 – 70 euroa hehtaaria kohti tilakoosta riippuen. Useissa tapauksissa kustannuksiltaan keskimääräisen urakoitsijan käyttö on taloudellisesti kannattavampaa silloinkin kuin omat perusmuokkaus- tai suorakylvökoneet ovat taloudellisen poistoajan lopussa.

Maksimaalista tuoton odotusarvoa tietyllä riskitasolla valittaessa havaittiin, että suuriakin riskejä hyväksyvä viljelijä valitsee kevätvehnän viljelyn (vaihtoehtoina oli kevätvehnä, kaura ja rehuohra). Viljojen suhteelliset hinnat ja tuet määräävät miten viljakasvit sijoittuvat tehokkaaseen rintamaan nähden. Tulokset viittaavat siihen, että rehuohran viljelyn keskimääräinen tuotto jää alhaiseksi vaikka sen tuottovaihtelut ovat suuret. Rehuohralle löytyykin usein vaihtoehtoja, joiden tuotto on korkeampi ja riski alhaisempi. Taloudellisesti kannattavin perusmuokkausmenetelmä riippuu tilakoosta, aiemmasta konekannasta, maalajista sekä viljelijän riskiasenteesta. Näiden havaintojen pohjalta kultivointi on usein varsin varteenotettava vaihtoehto. Viljelijän tulisi peilata tehdessä valintaansa hallussaan olevia maalajeja, viljelykierto huomioiden. Perusmuokkausmenetelmän valinta on siten aina kompromissi.

Kirjallisuus

- Alakukku, L. 2003. Zero tillage of spring cereals on two clay soils in humid climate. Teoksessa: International Soil Tillage Research Organisation 16 th Triennial conference: Soil Management for Sustainability, The University of Queensland, Brisbane, Australia, 14–18 July 2003. s. 10–15.
- Alakukku, L., Aura, E., Pöyhönen, A. & Sampo, M. 1999. Miehittämättömän traktorin käytön lyhytaikaiset vaikutukset savimaan rakenteeseen. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 62. Jokioinen: MTT. 53 s. ISBN 951-729-552-9.
- Alakukku, L., Heinonen, M., Aura, E., Esala, M., Nuutinen, V. & Salo, T. 2001. Maan tiivistymisen ehkäisy kylvämättä viljelyssä kevyttä, miehittämätöntä traktoria käyttäen: Loppuraportti tutkimuksesta "Pohjanmaan tiivistymisen ehkäisy ja maatalouden ympäristöhaittojen vähentäminen kevyttä Modulaire-tekniikkaa käytettäessä". 42 s., 7 liitettä.
- Ala-Orvola, L. (toim) 1998. Käyttöomaisuuskirjanpidon uudistus kirjanpito-tiloilla. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 230. Helsinki: MTTL. 74 s.
- Blank, S.C. 2001. Producers get squeezed up the farming food chain: a theory of crop portfolio composition and land use. *Review of agricultural economics* 23(2): 404–422.
- Bäckman, S., Vermeulen, S. & Taavitsainen, V.-M. 1997. Long-term fertilizer field trials: comparison of three mathematical response models. *Agricultural and Food Science in Finland* 6: 151–161.
- Danfors, B. 1988. Bränsleförbrukning och avverkning vid olika system för jordbearbetning och sädd. Olika sätt att spara motorbränsle och öka kapaciteten. Jordbrukstekniska Institute. Meddelande nr 420. 85 s.
- Doll, J. P. & Orazem, F. O, 1984. *Production economics: theory with applications*. 2 nd. ed. New York: Wiley. 470 s. ISBN 0-471-87470-1.
- Ekman, S. 2000. Tillage system selection: a mathematical programming model incorporating weather variability. *Journal of Agricultural Engineering Research* 77. s. 267–276.
- Heikkilä, H. 1994. Kevenettyjen muokkausmenetelmien kustannusvertailu. Teoksessa: Hyvien viljelymenetelmien käytöstä aiheutuvia kustannuksia. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 7–16.
- Heinonen, M., Alakukku, L. & Aura, E. 2002. Effects of reduced tillage and light tractor traffic on the growth and yield of oats (*Avena sativa*). Teoksessa: Marcello, P. & Robert, J. (toim.). Sustainable land management - environmental protection: A Soil physical approach. *Advanced in Geology* 35: s. 367-378.

- Håkansson, I. 1994. Soil tillage for crop production and for protection of soil and environmental quality: a Scandinavian viewpoint. *Soil & Tillage Research* 30: 109–124.
- Kalk, W.-D. & HÜlsbergen, K.-J. 1999. Dieselkraftstoffeinsatz in der Pflanzenproduktion. *Landtechnik* 6: 332–333.
- Känkänen, H. 2004. Suorakylvettyjen kevätiljojen ja rypsin kasvu. Teoksessa: Hopponen, A. & Rinne, M. *Maataloustieteen päivät 2004*, Viikki, Helsinki, 12-13.1.2004. Esitelmä ja posterilyhennelmät. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 20. Helsinki: Suomen maataloustieteellinen seura. s. 181.
- Lehtonen, H. 2001. Principles, structure and application of dynamic regional sector model of Finnish agriculture. MTT taloustutkimuksen julkaisuja 98. Helsinki: MTT. 265 s.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R. D. 1996. *SAS System for Mixed Models*. Cary, NC:SAS Institute Inc. 633 s.
- Markowitz, H. M. 1952. Portfolio selection. *Journal of finance*, 7 (1): 77–91.
- Mikkola, H. 1989. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätkuivon satoon 1975-1988. *Vakolan tutkimusselostus* 54. Vihti: Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos, Vakola. 68 s.
- MMM 2000. Ympäristötukiopas. Maatalouden ympäristötuki v. 2000 – 2006. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. 28 s.
- MTT 2001. Tulosten tarkastelua. Mietoinen 31.1.2001. Mietoinen: Lounais-Suomen tutkimusasema. 76 s.
- MTTL 2003. Niemi, J. & Ahlstedt, J. (toim.). Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2003. MTT Taloustutkimuksen julkaisuja 103. Helsinki: MTT Taloustutkimus. 94 s. ISBN 951-687-136-4.
- Myyrä, S. 2004. Maatalouden tuottavuuskehitys. Teoksessa: Niemi, J. & Ahlstedt, J. (toim.). Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2004. Helsinki: MTT. s. 67–69.
- Oskam, A. & Stefanou, S. 1996. The CAP and Technological Change. Teoksessa: Ritson, C. (toim.) *The Common Agricultural Policy*. CAB International. s. 191–223.
- Pearce, D.W. (toim.). 1992. *The MIT dictionary of modern economics*. 4 th edition. Massachusetts: MIT press. 486 s. ISBN 0-262-16132-X.
- Peltonen, S. 2002. Peltokasvien kasvinsuojelu. *Pro Agria Maaseutukeskusten liiton julkaisuja* no 978. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten liitto. 56 s. ISBN 951-808-102-6.

- Pietola, L., Tanni, R. & Elonen, P. 2000. Syyssänkimuokkauksen menetelmät kevätiljojen viljelyssä ja vaikutukset maan typpitalouteen. Loppuraportti tutkimuksesta ”Ympäristötuen kasvipeitteisyysvaatimuksen ympäristövaikutukset syyssänkimuokkauksessa, osatutkimukset 1-2”. Helsinki: Helsingin yliopiston soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos. 45 s. ISBN 951-45-9433-9.
- Pitkänen, J. 1994. A Long-term comparison of ploughing and shallow tillage on the yield of spring cereals in Finland. Teoksessa: Jensen, H.E. ym. (toim.) Proceedings of the 13th Conference of International Soil Tillage Research Organization. Vol II. s. 709–715.
- Pitkänen, J. 2002. Kevennetty muokkaus. Teoksessa: Tieto tuottamaan 98. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 98. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. s. 65–57.
- Pitkänen, J., Elonen, P., Kangasmäki, T., Köylijärvi, J., Talvitie, H., Virri, K. & Vuorinen, M. 1988. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljojen satoon ja laatuun: kuuden vuoden tulokset. MTT:n tiedote 21. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 1–62 s.
- Robison, L.J. & Barry, P.J. 1987. The Competitive Firm’s Response to Risk. Macmillan Publishing Company. 324 s.
- Sandmo, A. 1971. On the Theory of the Competitive Firm Under Price Uncertainty. The American Economic Review 61: 65–73.
- Sumelius, J. 1993. A Response Analysis of Wheat and Barley to Nitrogen in Finland. Agricultural Science in Finland. 2: 465–479.
- Suomi, P., Lötjönen, T., Mikkola, H., Kirkkari, A-M. & Palve, R. 2003. Viljojen korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla. Maa- ja elintarviketalous 31. Vakola: MTT. 100 s., 1 liite. ISBN 951-729-797-1
- Tiainen, S. & Katajamäki, E. 1996. Eu:n maatilatypologia Suomessa. MTTL:n tiedonantoja 209. Helsinki: MTTL. 81 s. ISBN 952-9538-67-7.
- Tukey, J.W. 1977. Exploratory Data Analysis. Reading, MA: Addison-Wesley. 688 s.
- Turtola, E., Lemola, R., Esala, M., Kiljula, J. & Joki-Tokola, E. 2003. Nutrient losses from organic and conventional crop rotations: a case study on fine sand soil. Teoksessa: Niemeläinen, O. & Topi-Hulmi, M. (toim.). Proceedings of the NJF’s 22nd congress ‘Nordic Agriculture in Global Perspective’, Turku, Finland, July 1-4 2003. Jokioinen: MTT, NJF. s. 40.

- Turvey, C., Baker, T. & Weersink, A. 1992. Farm operating risk and cash rent determination. *Journal agricultural resours economics*. 17 (1): 186 – 194.
- TTS. 1990. Maatalouden työnormit –viljanviljelyn työketjut. Leikkuupuinnin työnmenekki. Työtehoseuran maataloustiedote 10/1990 (386). Helsinki: TTS. 6 s.
- TTS. 1992a. Maatalouden työnormit –viljanviljelyn työketjut. Kylvötyöt. Työtehoseuran maataloustiedote 12/1992 (419). Helsinki: TTS. 8 s.
- TTS. 1992b. Maatalouden työnormit –kasvintuotannon yleiset työt. Työtehoseuran maataloustiedote 14/1992 (421). Helsinki: TTS. 8 s.
- TTS. 1997. Maataloustraktorin kesto, kunnossapito ja luotettavuus. Työtehoseuran maataloustiedote 9/1997 (487). Helsinki: TTS. 6 s.
- TTS. 1999. Viljankorjuun kustannukset Suomessa –pääomakustannusten osuus keskeinen. Työtehoseuran maataloustiedote 8/1999 (512). Helsinki: TTS. 6 s.
- TTS. 2002. Konetyön kustannukset. Työtehoseuran maataloustiedote 4/2002 (544). Helsinki: TTS. 8 s.
- TTS. 2003. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. Työtehoseuran maataloustiedote 7/2003 (558). Helsinki: TTS. 12 s.
- Ylätaalo, M. 1996. Maatalousyritysten sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. Tuotanto- ja kustannusteoreettinen tarkastelu kasvinviljelyyn ja kotieläintuotantoon sovellettuna. Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos. Julkaisuja 12. Helsinki: Helsingin yliopisto, taloustieteen laitos. 258 s.

Liite 1 (1/1). Eri lannoitustasojen yhtenäistämiseksi sovitetut tuotantofunktion (mitscherlich: $y = A_{\max}(1-b*e^{-c*x})$) parametrit.

			a	b	c
Kaura	Hts	sänki	5368,429	0,707484	0,019678
		kyntö	5659,057	0,707484	0,019678
		kultivointi	5677,042	0,707484	0,019678
		lapiorullaäes	5392,326	0,707484	0,019678
	Asa	kyntö	5136,553	0,707484	0,019678
		kultivointi	5071,275	0,707484	0,019678
Kevätvehnä	Hts	sänki	3937,318	0,76236	0,010451
		kyntö	4870,995	0,76236	0,010451
		kultivointi	4747,223	0,76236	0,010451
		lapiorullaäes	4526,388	0,76236	0,010451
		s-piikiäes	4586,773	0,76236	0,010451
	Hes	sänki	4720,206	0,76236	0,010451
		kyntö	4503,168	0,76236	0,010451
		kultivointi	4721,88	0,76236	0,010451
	Hss	sänki	2918,004	0,76236	0,010451
		kyntö	3379,519	0,76236	0,010451
		kultivointi	3335,519	0,76236	0,010451
		lapiorullaäes	3140,576	0,76236	0,010451
		s-piikiäes	3223,325	0,76236	0,010451
Ohra	Hts	sänki	5105,129	0,827968	0,016757
		kyntö	5309,854	0,827968	0,016757
		kultivointi	5421,234	0,827968	0,016757
		lapiorullaäes	5351,115	0,827968	0,016757
		s-piikiäes	5115,659	0,827968	0,016757
	Hes	sänki	4669,625	0,827968	0,016757
		kyntö	5085,001	0,827968	0,016757
		kultivointi	4993,407	0,827968	0,016757
	Hss	sänki	4905,094	0,827968	0,016757
		kyntö	4761,403	0,827968	0,016757
		kultivointi	4516,826	0,827968	0,016757
		lapiorullaäes	4470,251	0,827968	0,016757
	He	s-piikiäes	4731,198	0,827968	0,016757
		kyntö	4434,059	0,827968	0,016757
		lapiorullaäes	4456,526	0,827968	0,016757

Liite 2 (1/8). MTT:ssä tehtyjen perusmuokkausmenetelmien satotason tilastotuloksia.

Taulukko 1. Kauran (Asa) perusmuokkausmenetelmien tulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	1	9	0.19	0.6749

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	kyntö	4518.17	384.77	9.57	11.74	<.0001	0.05	3655.63	5380.72
MENETELMA	kultivointi	4460.75	384.77	9.57	11.59	<.0001	0.05	3598.21	5323.29

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	kyntö	kultivointi	57.4250	132.49	9	0.43	0.6749	0.05	-242.28	357.13

Liite 2 (2/8).

Taulukko 2. Kauran HtS perusmuokausmenetelmien tilastotulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	3	23	0.86	0.4771

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	4722.13	281.56	9.18	16.77	<.0001	0.05	4087.11	5357.14
MENETELMA	kyntö	4977.77	278.81	9.3	17.85	<.0001	0.05	4350.17	5605.36
MENETELMA	kultivointi	4993.59	289.59	9.98	17.24	<.0001	0.05	4348.13	5639.05
MENETELMA	lapiorulla- äestys	4743.15	336.90	16	14.08	<.0001	0.05	4028.88	5457.43

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	kyntö	-255.64	211.57	23.3	-1.21	0.2391	0.05	-693.03	181.76
MENETELMA	sänkikylvö	kultivointi	-271.46	207.19	22.7	-1.31	0.2032	0.05	-700.34	157.42
MENETELMA	sänkikylvö	lapiorulla- äestys	-21.0266	267.25	22.7	-0.08	0.9380	0.05	-574.24	532.19
MENETELMA	kyntö	kultivointi	-15.8235	220.50	23.5	-0.07	0.9434	0.05	-471.47	439.82
MENETELMA	kyntö	lapiorulla- äestys	234.61	278.64	23.2	0.84	0.4084	0.05	-341.50	810.72
MENETELMA	kultivointi	lapiorulla- äestys	250.44	269.33	22.6	0.93	0.3623	0.05	-307.25	808.12

Liite 2 (3/8).

Taulukko 3. Kevätvehnän HeS perusmuokausmenetelmien tilastotulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	2	10.4	0.25	0.7825

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	3693.50	421.42	13.6	8.76	<.0001	0.05	2787.34	4599.67
MENETELMA	kyntö	3523.67	381.88	10.4	9.23	<.0001	0.05	2677.53	4369.81
MENETELMA	kultivointi	3694.81	381.88	10.4	9.68	<.0001	0.05	2848.67	4540.95

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	kyntö	169.83	342.00	10.8	0.50	0.6294	0.05	-584.27	923.93
MENETELMA	sänkikylvö	kultivointi	-1.3061	342.00	10.8	-0.00	0.9970	0.05	-755.41	752.79
MENETELMA	kyntö	kultivointi	-171.14	260.57	9.72	-0.66	0.5266	0.05	-754.00	411.72

Liite 2 (4/8).

Taulukko 4. Kevätvehnän HtS perusmuokkausmenetelmien tilastotulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	4	48.4	8.20	<.0001

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	3070.95	280.02	22.3	10.97	<.0001	0.05	2490.62	3651.29
MENETELMA	kyntö	3901.39	276.04	21.1	14.13	<.0001	0.05	3327.50	4475.28
MENETELMA	kultivointi	3675.85	283.29	23.2	12.98	<.0001	0.05	3090.10	4261.61
MENETELMA	lapiorullaäes	3558.94	292.17	26	12.18	<.0001	0.05	2958.34	4159.53
MENETELMA	s-piikki	3605.67	295.55	27.1	12.20	<.0001	0.05	2999.31	4212.03

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	kyntö	-830.44	147.53	48.7	-5.63	<.0001	0.05	-1126.95	-533.93
MENETELMA	sänkikylvö	kultivointi	-604.90	158.93	48.8	-3.81	0.0004	0.05	-924.33	-285.47
MENETELMA	sänkikylvö	lapiorulla- äestys	-487.99	170.11	48.4	-2.87	0.0061	0.05	-829.94	-146.04
MENETELMA	sänkikylvö	s-piikki	-534.72	175.75	48.4	-3.04	0.0038	0.05	-888.01	-181.43
MENETELMA	kyntö	kultivointi	225.54	149.67	48.4	1.51	0.1383	0.05	-75.3396	526.41
MENETELMA	kyntö	lapiorulla- äestys	342.45	165.71	48.4	2.07	0.0441	0.05	9.3539	675.55
MENETELMA	kyntö	s-piikki	295.72	172.57	48.5	1.71	0.0930	0.05	-51.1562	642.60
MENETELMA	kultivointi	lapiorulla- äestys	116.92	170.91	48.1	0.68	0.4972	0.05	-226.69	460.52
MENETELMA	kultivointi	s-piikki	70.1837	176.51	48.2	0.40	0.6927	0.05	-284.67	425.04
MENETELMA	lapiorulla- äestys	s-piikki	-46.7322	182.77	47.8	-0.26	0.7993	0.05	-414.24	320.78

Liite 2 (5/8).

Taulukko 5. Ohran He perusmuokkausmenetelmien tilastotulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	1	12.9	0.01	0.9238

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	kyntö	3621.54	316.30	1.87	11.45	0.0095	0.05	2168.96	5074.13
MENETELMA	kyntö	3639.89	316.30	1.87	11.51	0.0094	0.05	2187.30	5092.47

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	kyntö	lapiorulla- äestys	-18.3420	188.13	12.9	-0.10	0.9238	0.05	-425.14	388.46

Liite 2 (6/8).

Taulukko 6. Ohran HeS perusmuokkausmenetelmien tilastotuloksia.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	2	35.1	1.10	0.3431

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	3813.94	346.06	25	11.02	<.0001	0.05	3101.27	4526.60
MENETELMA	kyntö	4153.20	298.01	14.9	13.94	<.0001	0.05	3517.69	4788.70
MENETELMA	kultivointi	4078.39	298.01	14.9	13.69	<.0001	0.05	3442.88	4713.90

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	kyntö	-339.26	228.42	35.2	-1.49	0.1464	0.05	-802.85	124.33
MENETELMA	sänkikylvö	kultivointi	-264.45	228.42	35.2	-1.16	0.2547	0.05	-728.05	199.14
MENETELMA	kyntö	kultivointi	74.8062	153.72	34.9	0.49	0.6296	0.05	-237.30	386.91

Liite 2 (7/8).

Taulukko 7. Ohran HsS perusmuokkausmenetelmien tilastotulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	4	10	2.90	0.0779

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	4006.26	676.67	2.14	5.92	0.0234	0.05	1266.49	6746.03
MENETELMA	kyntö	3888.90	671.72	2.07	5.79	0.0265	0.05	1086.49	6691.32
MENETELMA	kultivointi	3689.14	673.62	2.09	5.48	0.0288	0.05	907.73	6470.54
MENETELMA	lapiorulla- äestys	3651.10	687.75	2.31	5.31	0.0246	0.05	1037.50	6264.70
MENETELMA	s-piikki	3864.23	674.51	2.11	5.73	0.0257	0.05	1102.64	6625.82

Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	kyntö	117.35	109.34	10	1.07	0.3083	0.05	-126.14	360.84
MENETELMA	sänkikylvö	kultivointi	317.12	111.86	10	2.83	0.0176	0.05	68.0089	566.23
MENETELMA	sänkikylvö	lapiorulla- äestys	355.16	181.82	10	1.95	0.0793	0.05	-49.8738	760.19
MENETELMA	sänkikylvö	s-piikki	142.03	136.08	10	1.04	0.3211	0.05	-161.00	445.05
MENETELMA	kyntö	kultivointi	199.77	83.1554	10	2.40	0.0371	0.05	14.5269	385.01
MENETELMA	kyntö	lapiorulla- äestys	237.81	171.80	10	1.38	0.1963	0.05	-144.89	620.50
MENETELMA	kyntö	s-piikki	24.6753	99.5487	10	0.25	0.8092	0.05	-197.07	246.42
MENETELMA	kultivointi	lapiorulla- äestys	38.0377	175.57	10	0.22	0.8328	0.05	-353.07	429.14
MENETELMA	kultivointi	s-piikki	-175.09	120.84	10	-1.45	0.1779	0.05	-444.21	94.0217
MENETELMA	lapiorulla- äestys	s-piikki	-213.13	181.86	10	-1.17	0.2683	0.05	-618.23	191.97

Liite 2 (8/8).

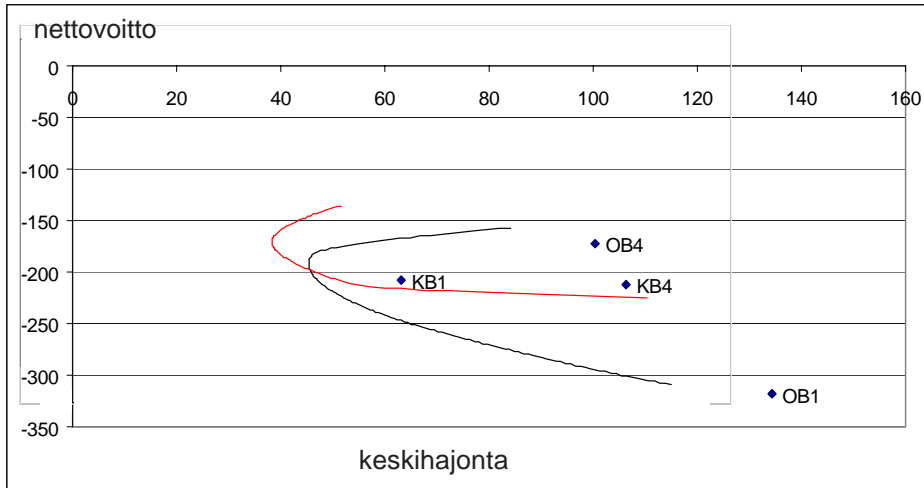
Taulukko 8. Ohran HtS perusmuokkausmenetelmien tilastotulokset.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
MENETELMA	4	23.1	0.66	0.6245

Least Squares Means									
Effect	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	4169.64	288.80	10.3	14.44	<.0001	0.05	3528.32	4810.96
MENETELMA	kyntö	4336.85	288.80	10.3	15.02	<.0001	0.05	3695.53	4978.17
MENETELMA	kultivointi	4427.82	288.80	10.3	15.33	<.0001	0.05	3786.50	5069.14
MENETELMA	lapiorulla- äestys	4370.55	333.92	16.7	13.09	<.0001	0.05	3664.96	5076.13
MENETELMA	s-piikki	4178.24	396.46	24.9	10.54	<.0001	0.05	3361.58	4994.90

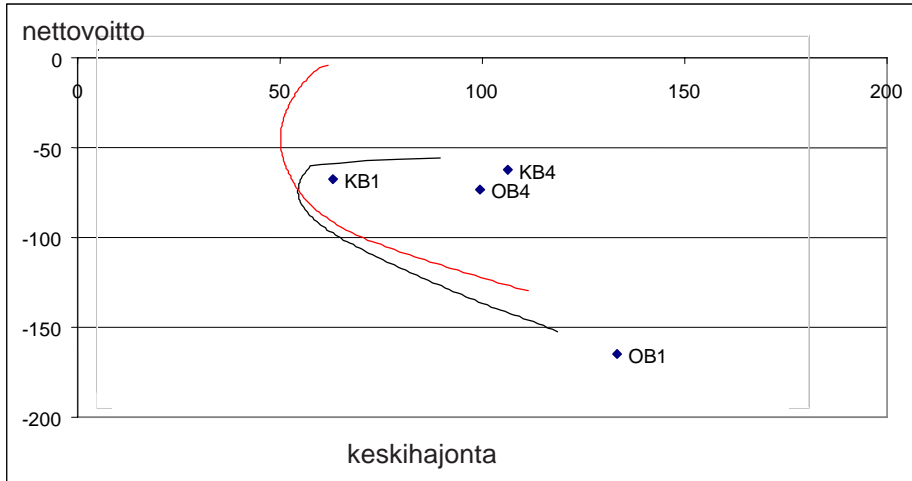
Differences of Least Squares Means										
Effect	menetelma	menetelma	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper
MENETELMA	sänkikylvö	kyntö	-167.21	171.27	22.9	-0.98	0.3391	0.05	-521.60	187.18
MENETELMA	sänkikylvö	kultivointi	-258.18	171.27	22.9	-1.51	0.1454	0.05	-612.57	96.2127
MENETELMA	sänkikylvö	lapiorulla- äestys	-200.91	241.88	23.3	-0.83	0.4146	0.05	-700.92	299.10
MENETELMA	sänkikylvö	s-piikki	-8.6031	322.77	23.4	-0.03	0.9790	0.05	-675.75	658.54
MENETELMA	kyntö	kultivointi	-90.9667	171.27	22.9	-0.53	0.6004	0.05	-445.36	263.42
MENETELMA	kyntö	lapiorulla- äestys	-33.6960	241.88	23.3	-0.14	0.8904	0.05	-533.71	466.31
MENETELMA	kyntö	s-piikki	158.61	322.77	23.4	0.49	0.6277	0.05	-508.54	825.75
MENETELMA	kultivointi	lapiorulla- äestys	57.2706	241.88	23.3	0.24	0.8149	0.05	-442.74	557.28
MENETELMA	kultivointi	s-piikki	249.57	322.77	23.4	0.77	0.4471	0.05	-417.57	916.72
MENETELMA	lapiorulla- äestys	s-piikki	192.30	344.98	23.1	0.56	0.5826	0.05	-521.17	905.78

Liite 3 (1/2). Viljatilän tehokas rintama.

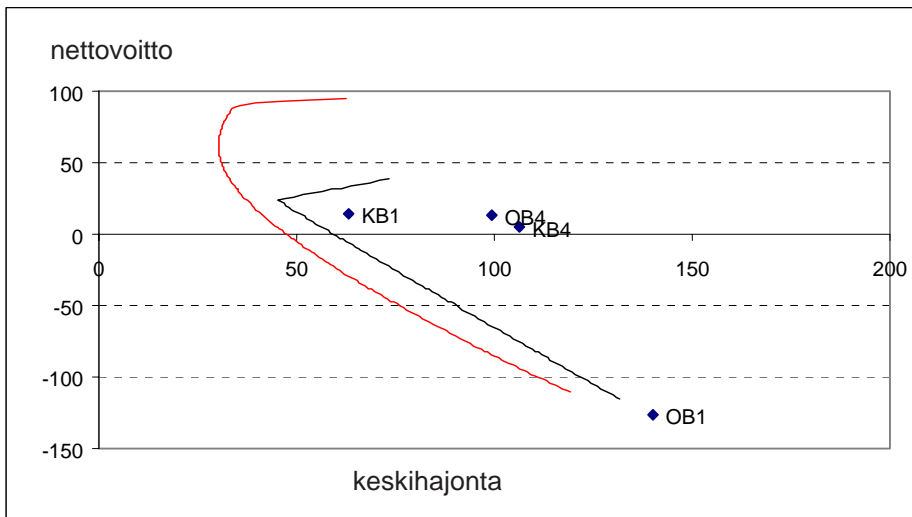


Kuva 1. Viljatilän (38 hehtaarin tila) tehokas rintama omin konein (musta viiva) tai perusmuokkauksen tai suorakylvön urakointivaihtoehto (punainen viiva) sekä eri viljakasvien ja perusmuokausmenetelmien havaintojen keskiarvot (euroa per hehtaari, O on ohra, K on kaura sekä B1 on kyntö ja B4 on lapiorulla), kun pellon maalaji on karkea hieta.

Liite 3 (2/2).



Kuva 2. Viljatilan (74 hehtaarin tila) tehokas rintama omin konein (musta viiva) tai perusmuok-kauksen tai suorakylvön urakointivaihtoehto (punainen viiva) sekä eri viljakasvien ja perusmuokkausmenetelmien havaintojen keskiarvot (euroa per hehtaari, O on ohra, K on kaura sekä B1 on kyntö ja B4 on lapiorullaäes), kun pellon maalaji on karkea hieta.



Kuva 3. Viljatilan (124 hehtaarin tila) tehokas rintama omin konein (musta viiva) tai perusmuok-kauksen tai suorakylvön urakointivaihtoehto (punainen viiva) sekä eri viljakasvien ja perusmuokkausmenetelmien havaintojen keskiarvot (euroa per hehtaari, O on ohra, K on kaura sekä B1 on kyntö ja B4 on lapiorullaäes), kun pellon maalaji on karkea hieta.

Maa- ja elintarviketalous -sarjan Talous-teeman julkaisuja

- No 11 Uusitalo, P. & Pietola, K. 2002. Franchisingsopimukset sikatalouden hintariskien hallinnassa. 35 s., 2 liitettä.
- No 14 Karttunen, J., Mattila, P., Myyrä, S. & Uusitalo, P. 2002. Esteiden aiheuttamien haittojen arvo peltoviljelyssä. 59 s., 5 liitettä.
- No 16 Risku-Norja, H., Mäenpää, I., Koikkalainen, K., Rikkonen, P. & Vanhala, P. 2002. Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnon tuotannon kestävä kilpailukyky. 61 s., 4 liitettä.
- No 19 Riepponen, L. 2003. Maidon ja viljan tuotantokustannukset Suomen kirjanpitolitoilla vuosina 1998-2000. 32 s.
- No 20 Lankoski, J. 2003. The Environmental Dimension of Multifunctionality: Economic Analysis and Implications for Policy Design. Doctoral Dissertation. 107 p., 5 appendices.
- No 22 Tuomisto, J. 2003. Siemenperunan sopimustuotanto Suomessa. Sopimustuotanto siemenperunan markkinaepävarmuudesta aiheutuvan hyvinvointitappion alentajana. 109 s., 17 liitettä.
- No 23 Österman, P. 2003. Trädgårsssektorns struktur och ekonomi – en analys av olika statistiker. 105 sid., 27 bilagor.
- No 24 Paananen, J. & Forsman, S. 2003. Lähiruoan markkinointi vähittäiskauppoihin, suurkeittiöihin ja maaseutumatkailuyrityksiin. 62 s., 8 liitettä.
- No 29 Mustakangas, E., Kiviniemi, M. & Vihinen, H. 2003. Kumppanuus kuntatasolla maaseutupolitiikan toimeenpanossa. 179 s., 2 liitettä.
- No 30 Remes, K., Seppälä, R., Kirkkari, A-M., Malkki, S., Kalliomäki, T. & Pentti, S. 2003. Suurten tilojen talous Suomessa ja vertailumaissa. 114 s., 10 liitettä.
- No 32 Ovaska, S. 2003. Monialaisten maatilojen tuloverojärjestelmät. 79 s., 2 liitettä.
- No 50 Rantamäki-Lahtinen, L. 2004. Maatilojen monialaistaminen - Empiirinen analyysi monialaisuuteen vaikuttavista tekijöistä. 131 s., 6 liitettä.
- No 56 Knuuttila, M. 2004. Elintarvikesektorin työllisyysvaikutukset – Panos- tuotosanalyysi maakunnittain. 87 s., 17 liitettä.
- No 57 Mustakangas, E., Kiviniemi, M. & Vihinen, H. 2004. Kunta maaseudun kehittämisessä – maaseutu kunnan kehittämisessä. 202 s., 2 liitettä.
- No 60 Uusitalo, P. & Eriksson, C. 2004. Viljanviljelyn perusmuokkausmenetelmien taloudellisuusvertailu. 48 s., 3 liitettä.

