

Pellon kasvukunnon taloudellinen arvo

Sami Myyrä



MTT:n selvityksiä 66
37 s., 4 liitettä

Pellon kasvukunnon taloudellinen arvo

Sami Myyrä

ISBN 951-729-875-7 (Painettu)
ISBN 951-729-876-5 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-509X (Painettu)
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)
www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts66.pdf

Copyright

MTT

Sami Myyrä

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

Data Com Finland Oy

Kannen kuva

Pekka Uusitalo

Pellon kasvukunnon taloudellinen arvo

Sami Myyrä

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, sami.myyra@mtt.fi

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa keskitytään siihen, miten pellon luontainen sadontuottokyky vaikuttaa pellon tuottoarvoon. Maatalouden taloudellisessa toimintaympäristössä tapahtuneiden muutosten on arvioitu laskeneen pellon sadontuottokyvyn arvoa olennaisesti (Maanmittauslaitos 1998, ”jyvitys”). Perinteisesti peltojen sadontuottokyky ja sen arvo on ollut keskeinen kysymys tilusjärjestelyissä. Jos sadontuottokyvyn merkitys on laskenut, kuten talousteorian perusteella voidaan epäillä, helpottuvat tilusjärjestelyt tältä osin olennaisesti.

Aikaisemmissa tutkimuksissa pellon ominaisuuksien arvoja on tutkittu kauppahintatilastojen perusteella. Suomessa kauppahintatilastot eivät kuitenkaan sisällä juurikaan tietoa peltokauppojen kohteena olleiden peltojen laadusta. Tässä tutkimuksessa pellon luontaisen kasvukunnon tuottoarvo selvitettiin kannattavuuskirjanpitotilojen tilinpäätöstietojen, pelto-lohkorekisterin tilustietojen ja Viljavuuspalvelu Oy:n viljavuusanalyysitietojen avulla.

Tulosten perusteella jyväluvulla mitatulla peltojen maalajeilla ja multavuudella, eli luontaisella viljavuudella, tilan sisäisellä maalaji- ja multavuusvaihtelulla sekä peltojen pH:lla on tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä tiloilla aikaansaatavaan taloudelliseen tulokseen. Tilakohtaiset tekijät vaikuttavat kuitenkin voimakkaasti siihen, miten merkittävä yhteys on taloudellisesti.

Jyvityksen pisteluku osoittautui hyväksi mittariksi arvioitaessa peltojen luontaisen sadontuottokyvyn arvoa. Tilakoosta sekä jyväluvun tasosta riippumatta jyvityksen pisteluvun arvoksi tuli noin 80 €/jyväpiste/ha. Tuotantosunnittain jyväpiste saa kuitenkin huomattavan erilaisia arvoja. Tässä tarkastelussa 80 % tiloista oli kotieläintiloja ja 20 % kasvinviljelytiloja. Jyväpisteen arvon todettiin olevan myös vahvasti yhteydessä peltojen pH:n tasoon. Tutkimusaineistossa peltojen pH oli keskimäärin 6,1.

Tilakohtaisten tekijöiden yhteys pellon sadontuottokyvyn arvoon tekee tulosten soveltamisesta haastavaa. Peltojen pH:lle tai jyväluvulle ei voidakaan antaa yksiselitteisiä ja kaikkiin tilanteisiin sopivia arvoja, vaikka ne olisivat käytännön sovellutuksissa tarpeellisia. Tulokset antavat kuitenkin lisätietoa tilakohtaisten tekijöiden vaikutuksesta pellon kasvukunnon arvoon. Tulokset auttavatkin ymmärtämään, kuinka helposti pellon laatu voi nousta kiistan aiheeksi tiluksia järjestettäessä.

Asiasanat: jyväluku, pH, varjohinta, arvo

The economic value of field condition

Sami Myyrä

MTT Economic Research, Agrifood Research Finland, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki, Finland,
sami.myyra@mtt.fi

Abstract

This research is concerned with the effect of the natural yield capacity of a field on its productive value. It has been estimated that recent changes in the economic environment in which agriculture is practised have reduced the value of field areas to a significant extent (Maanmittauslaitos 1998, ”jyvitys”). The yield capacities and resulting productive values of field areas have traditionally occupied an important position in the division of land among farms, and if the significance of yield capacity has indeed declined, as there is reason to suspect on the grounds of general economic theory, this can be expected to facilitate the rearrangement of fields.

Earlier attempts to place values on the properties of arable land have been based on land price statistics, but the Finnish statistics in this respect contain scarcely any information on the quality of the fields concerned in such transactions. The present approach therefore starts out from balance sheet data for accounting farms, data from the field ownership register and data on soil fertility analyses performed by Viljavuuspalvelu Oy.

The results suggest that the soil types and humus content of fields as expressed in their assessed value, i.e. their natural fertility, variations in soil types and humus content within a farm and the soil pH show statistically significant correlations with the economic results achievable on farms. The actual economic impact of this relation is nevertheless greatly influenced by factors specific to individual farms.

The points score used for land classification purposes proved to be a good measure of economic value of a field, so that a value of approx. € 80 per point per hectare could be assigned regardless of the size of the farm or the level of the assessed value. The figure varied considerably according to the branch of agricultural production practised on the farm, however, as the farms examined here were concentrating on animal husbandry in 80% of cases and arable cultivation in 20%. The monetary value assigned per point also varied greatly according to the pH of the soil, the mean for which was 6.1 in the present survey.

Practical application of these results is rendered more challenging by the influence of confounding factors specific to individual farms, which mean that it is impossible to quote straightforward, universal values for given pH readings or assessed land values, although it would be necessary to do so for practical purposes. The results nevertheless provide further information on the effect of such specific factors on the value of field condition and help us to understand how easily the quality of arable land can become a crucial object of dispute when considering the reapportioning of land among farms.

Index words: assessed value, pH, shadow price, valuation

Esipuhe

Nyt julkaistava tutkimus on toinen osa laajempaa tutkimusta nimeltä ”Perusparannusten ja maan kasvukunnon talous”. Tässä julkaisussa tarkastellaan pellon kasvukunnon arvoa. Pellon kasvukuntoa mitattiin maalajeista ja multavuusluokista johdetulla jyvityksen pisteluvulla ja pellon pH:lla. Tutkimuksen ensimmäisestä osasta käsiteltiin peltojen perusparannusten taloutta viljelijän itsensä omistamilla ja vuokrattuina viljellyillä lohkoilla.

Maatalousviranomaisten ja Viljavuuspalvelu Oy:n kaukaa viisas tapa rekisteröidä peltolohkojen ominaisuuksia ja viljavuuskokeiden tuloksia niiden peruslohkotunnuksella on mahdollistanut tämän tutkimuksen. Tekijät kiittävät maa- ja metsätalousministeriötä, Viljavuuspalvelu Oy:tä sekä MTT taloustutkimuksen laskentatoimen ryhmää heidän tuottamastaan aineistosta sekä luvasta käyttää näitä aineistoja tutkimukseen. Erityinen kiitos kuuluu niille MTT:n kannattavuuskirjanpitoon kuuluneille viljelijöille, jotka paitsi tuottivat oman tilansa kohdalta arvokkaat aineistot, niin antoivat myös luvan edellä mainittujen rekisterien tietosäilytyksen yhdistämiseen. Ilman yhteistyötahojemme avulla koottua aineistoa tämä tutkimus ei olisi ollut mahdollinen.

Tutkimus kuuluu Maatilatalouden kehittämisrahaston (MAKERA) rahoittamaan maaperäohjelmaan. Tekijät ja MTT kiittävät tutkimukselle myönnetystä rahoituksesta ja tutkimuksen ohjausryhmältä saadusta ohjauksesta.

Helsingissä huhtikuussa 2004

Kyösti Pietola
professori

Sisällysluettelo

1 Johdanto	7
2 Aineisto ja menetelmät	8
2.1 Aineisto	8
2.1.1 Perusjoukko ja tutkimusaineisto	8
2.1.2 Pellon laatu tutkimustiloilla	11
2.1.2.1 Fyysiset ominaisuudet	12
2.1.2.2 Kemialliset ominaisuudet	14
2.1.2.3 Tilusrakenne	15
2.1.3 Tutkimustilojen talous ja tuotantoresurssit	15
2.1.4 Tuotantosuunnat	17
2.1.5 Toimintaympäristö	17
2.1.6 Aineiston edustavuus	18
2.2 Menetelmä	18
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	20
3.1 Muuttujien korrelaatiot	20
3.2 Estimoitu malli	22
3.3 Varjohinnat	26
3.4 Varjohintojen herkkyys	27
3.5 Simulointi	28
3.6 Tuotannontekijöiden arvo	31
4 Yhteenveto	35
Kirjallisuus	36
Liitteet	

1 Johdanto

Maataloutta koskevan tutkimuksen ja hallinnon tietokantojen kehittyminen on antanut uusia mahdollisuuksia pellon kasvukunnon tuottoarvon määrittämiseen. Aikaisemmissa tutkimuksissa maan sadontuottokykyä on huomioitu välillisillä mittareilla. Maan kasvukyvyn välillisenä mittarina on käytetty esimerkiksi historiallista satotasoa (Ylätalo 1992). Historiallinen satotaso on maan kasvukyvyn ja sadon saamiseksi tehtyjen uhrausten tulo, eikä se siten anna yksiselitteisesti kuvaa pellon sadontuottokyvystä. Pellon sadontuottokyky vaikuttaa suoraan pellon viljelijälleen tuottamaan maankorkoon. Ricardon maankorkoteorian mukaan nimenomaan erot peltomaan tuotantopotentialissa aiheuttavat eroja peltojen tuottoarvoon. Uudet mahdollisuudet maan kasvukyvyn tuottoarvon määrittämisessä ovat luoneet kannusteita tälle tutkimukselle.

Pellon laadun ja pellontuottoarvon välisen yhteyden pelätään katkeavan maatalouden tukijärjestelmän muuttuessa tuotannon määräperusteisesta tuesta ensin pinta-alaperusteiseksi ja sitten tilakohtaiseksi suoraksi osittain tuotannosta eriytyeksi tueksi. Tutkimuksessa selvitetään, onko tämä yhteys vielä olemassa, kun tuottajat ovat sopeutuneet pinta-alaperusteiseen tukijärjestelmään. Pellon laadun vaikutuksia pellon hintaan ovat aikaisemmin Suomessa tutkineet esimerkiksi Kantola (1979), Laurila (1988), Ylätalo (1992) ja Peltola (1997). Pellon hinnan on osoitettu myös jossain määrin vastaavan sen tuottoarvoa (Ylätalo 1992). Pellon kasvukunnon ja tuottoarvon välistä yhteyttä nykyisessä maatalouden toimintaympäristössä ei ole kuitenkaan tutkittu. Aikaisemmista pellon tuottoarvoa määritelleistä tutkimuksista poiketen pellon sadontuottokykyä tarkastellaan tässä tutkimuksessa tuotantontekijänä, jolle määritetään oma-arvo voittofunktioanalyysillä. Toinen mahdollisuus tuottoarvon ja pellon laadun välisen yhteyden selvittämiseen olisi pellon laadun ja maksettujen vuokrahintojen suhteen selvittäminen. Pellon vuokrahinnoista ei ole kuitenkaan olemassa tarvittavaa lohko-kohtaista aineistoa.

Kansainvälisessä kirjallisuudessa on lukuisia esimerkkejä siitä, kuinka maan kasvukuntoa kuvaavia indeksejä, luokitteluja ja tunnuslukuja on käytetty hintamalleissa kuvaamaan pellon viljavuuden tai eroosioherkkyyden yhteyttä pellon hintaan (Rola & Palmquist 1997, Barnard ym. 1997, Palmquist & Danielson 1989, Perry & Robison 2001, Faux & Perry 1999). Vaikka pellon ja sen ominaisuuksien hintojen voidaan olettaa olevan yhteydessä niiden arvoon tuotannossa, ei pellon kasvukunnon tuottoarvoa ole kuitenkaan viime aikoina tutkittu.

Keskeisimmäksi virhelähteeksi tässä työssä estimoitavaan malliin jää se, ettei peltojen vesitaloudesta saada malliin mitään informaatiota. Tämä saattaakin olla merkittävä puute, sillä esimerkiksi Kantola (1997) havaitsi salaojituksen keskeisimmäksi pellon hintaan vaikuttaneeksi peltojen laadulliseksi tekijäksi. Vaikka tutkimuksessa pyritään olemassa olevien tietokantojen tehokkaaseen käyttöön, esiin nousee ongelmia, jotka estävät niiden täysimääräisen hyödyntämisen. Keskeisin ongelma on tietokantojen yhdisteltävyys. Tilatason tietoja pystytään yhdistämään jo melko hyvin, mutta peltolohkotason tietojen yhdistämisessä on

vielä suuria puutteita. Tietokantojen yhdisteltävyyteen on viime vuosina kuitenkin alettu kiinnittämään entistä enemmän huomiota. Peltojen laadun taloudellisia vaikutuksia pystytäänkin tulevaisuudessa tutkimaan huomattavasti suuremmilla aineistoilla.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Aineisto

2.1.1 Perusjoukko ja tutkimusaineisto

Tutkimuksen perusjoukkona oli vuosien 1998–2001 kannattavuuskirjanpitoiloista ne 479 tilaa, jotka antoivat luvan tietojensa käyttöön tässä tutkimuksessa¹. Perusjoukolla ja siitä edelleen muodostetulla tutkimusaineistolla pyrittiin kuvaamaan pellon kasvukunnon arvoa kaikille maataloille yleistettävällä tasolla. Tuloksia tulkittaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon lopullisen tutkimustilaryhmän erityispiirteet, jotka esitellään tässä kappaleessa, sekä tulosten herkkyyks tilakohtaisten ominaisuuksien suhteen, jotka esitellään tulosten yhteydessä.

Vuosilta 1998–2001 kerättyä aineistoa tarkastellaan poikkileikkausaineistona. Parhaassa tapauksessa yhdestä tilasta saadaan siten neljä havaintoyksikköä. Suurimmillaan havaintomäärä olisi siten voinut olla 1 917 kpl. Koska tilojen tuotantosuunnissa ei tapahtunut juuriin muutoksia, tutkimuksen perusaineiston tuotantosuunta ja tukialuejakauma voidaan esittää vuoden 2001 tietojen (462 tilaa) perusteella (Taulukko 1). Poikkileikkausaineistolla kuvataan yleensä pitkän aikavälin tasapainoa. Tässä tutkimuksessa näin ei kuitenkaan ole, vaan viljelijät ovat vielä sopeuttamassa peltojensa kasvukuntoa vallitseviin hintasuhteisiin vuonna 1995 taloudellisessa toimintaympäristössä tapahtuneiden suurten muutosten jälkeen. Aineiston perusteella voidaan kuitenkin estimoida peltojen kasvukunnon arvo vuosina 1998–2001. Tutkimuksen perusjoukko edustaa tuotantosuunta- ja tukialuejakaumaltaan kaikkien Suomen maatalojen vastaavaa jakaumaa (Maataloustilastollinen vuosikirja 2002).

Taulukko 1. Tutkimustilojen perusjoukko tuotantosuunnittain (EUTS8-luokittelu) ja tukialueittain vuonna 2001.

Tuotantosuunta	Tukialue			Yhteensä
	(A ja B)	(C1 ja C2)	Muut	
Viljatilat	79	28	2	109
Maitotilat	44	102	35	181
Sikatilat	27	10	1	38
Muut	84	42	8	134
Yhteensä	234	182	46	462

¹ Luvat tietojen käyttöön kysyttiin jokaisen rekisterin haltijalta (MTT, MMM ja Viljavuuspalvelu Oy) sekä lupa tietokantojen yhdistämiseen jokaiselta tilalta.

Suurimmalta osalta tutkimustilojen lohkoista on mitä ilmeisimmin tehty ympäristötuen vaatimusten mukaisesti viljavuusanalyysi (MMM 2002). Viljavuusanalyysijä tekeville kaupallisille yrityksille tehtyjen kyselyjen perusteella todettiin, että ainoastaan Viljavuuspalvelu Oy:n tietokannassa olevia analyysituloksia pystytään yhdistämään tutkimuksen perusjoukon kannattavuuskirjanpito- ja tilustietoihin ilman manuaalista työtä.

Viljavuusanalyysituloksia on alettu tallentamaan Viljavuuspalvelu Oy:ssä vuodesta 1998 alkaen maataloushallinnon kymmennumerisilla lohkotunnuksilla, joiden ilmoittaminen viljavuusanalyysiä tilattaessa on ollut viljelijälle vapaaehtoista. Viljelijät ovatkin käyttäneet omia numeroitejaan tai peltojen nimiä viljavuusanalyysijä tilatessaan. Näistä ei valitettavasti ole kuitenkaan mitään hyötyä tietokantoja yhdistettäessä. Suurimmalle osalle tutkimuksen perusjoukon tilojen lohkoista ei pystytkään tietokantoja yhdistämällä löytämään viljavuusanalyysituloksia (Taulukko 2). Vaikka kymmennumeroisten lohkonumeroiden merkitsemistä voidaan pitää melko sattumanvaraisena, näyttää aineiston perusteella kuitenkin siltä, että viljavuusanalysoidut ja lohkotunnuksella merkityt lohkot ovat hieman suurempia kuin kaikki tiloilla olevat lohkot keskimäärin. Aineiston perusteella ei voida kuitenkaan sanoa, tehdäänkö viljavuusanalyysijä enemmän isoille lohkoille vai merkitäänkö isot lohkot täydellisemmin. Aikaisemman tutkimuksen perusteella lohkon pH-arvon on todettu olevan A ja B tukialueella yhteydessä lohkon kokoon. Pienten lohkojen puuttuminen aineistosta saattoi aiheuttaa harhaa myöhemmin johdettuihin tilakohtaisiin viljavuuden tunnuslukuihin ja edelleen niille määritettyihin arvoihin (Myyrä ym. 2003).

Tietokantojen yhdistämiseen liittyvät ongelmat ovat yleisiä tämän alan tutkimuksissa, eivätkä ne koske vain suomalaisia aineistoja (Roka & Palmquist 1997). Osa viljavuusanalyysiaineistosta menetettiin vielä tilakohtaisia tunnuslukuja muodostettaessa. Vain harvalla tilalla löydettiin viljavuusanalyysitieto kaikista lohkoista. Tutkimukseen otettiin mukaan ne tilat, joiden pinta-alasta yli 50 % on viljavuusanalysoitu ja tieto on löydettävissä peruslohkotunnuksen perusteella. Tutkimusaineistossa olleet kolme luomutilaa jätettiin pois analyysistä (Taulukko 3). Tutkimusaineistoa esitellään tästä eteenpäin tehdyn rajauksen perusteella.

Taulukko 2. Tutkimuksen perusjoukon tilojen (462) lohkomäärä tukialueittain vuonna 2001, kaikki lohkot ja niiden lohkojen määrä, joiden analyysitiedot oli tietokantoja yhdistämällä löydettävissä, sekä lohkojen keskikoko.

Vuosi	Alue		Määrä	Keskikoko (ha)
2001	A ja B	Kaikki	4 213	3,14
		Tutkittu	475	3,17
	C1 ja C2	Kaikki	3 527	2,34
		Tutkittu	462	2,58
	muut	Kaikki	918	2,14
		Tutkittu	17	2,85

Taulukko 3. Tutkimustilat tuotantosuunnittain ja tukialueittain tutkimusvuosina 1998–2001.

	Tuotantosuunta	Tukialue (A ja B)	(C1 ja C2)	Muut
1998	Viljatilat	4	1	0
	Maitotilat	9	18	1
	Sikatilat	1	1	1
	Muut	9	4	0
1999	Viljatilat	5	1	0
	Maitotilat	7	19	1
	Sikatilat	1	1	1
	Muut	10	4	0
2000	Viljatilat	5	1	0
	Maitotilat	7	19	1
	Sikatilat	1	1	1
	Muut	12	4	0
2001	Viljatilat	6	1	0
	Maitotilat	7	18	1
	Sikatilat	0	1	1
	Muut	12	5	0

Tilat, joilta saatiin riittävästi viljavuusanalyysitietoa, jakautuvat tuotantosuunnittain ja tukialueittain lähes samalla tavalla kuin tutkimukseen luvan antaneet tilat (Taulukot 1 ja 3). Esimerkiksi vuonna 2001 luvan antaneet tilat jakoutuivat yhdistettyjen tukialueryhmien mukaan niin, että A ja B alueella oli yhteensä 50,6 %, C1 ja C2 alueella 39,4 % ja muilla tukialueilla 10 % tiloista. Lopulliseen aineistoon tulleiden tilojen jakauma oli vastaavasti A ja B alueella 48 %, C1 ja C2 alueella 48 % ja muilla tukialueilla 4 %. Tuotantosuunnittain lopullinen aineisto vastaa myös tutkimuksen perusjoukkoa painottuen hieman enemmän maitotiloihin (50 %), joiden osuus perusjoukossa oli vuonna 2001 noin 39 % (Taulukot 1 ja 3).

Lopullisen aineiston tilojen peltolohkojen viljavuudesta saatiin tutkimuksessa kattava kuva (Taulukko 4). Vuonna 2001 tiloilla oli yhteensä 1 009 lohkoa, joista 762 lohkon viljavuustiedot olivat käytettävissä tässä tutkimuksessa. Pinta-alasta vain noin 16 % jäi viljavuusanalyysitiedon ulkopuolelle. Analysoimattomien peltojen oletetaan vastaavan viljavuudeltaan analysoituja lohkoja.

Taulukko 4. Tutkimustilojen lohkot.

Vuosi	Tuotanto-suunta	Tiloja	Peltolohkoja yhteensä, kpl	Viljavuustiedot lohkoilta, kpl	Peltoala yhteensä, ha	Viljavuustiedot, ha
1998	Viljatilat	5	61	49	206	185
	Maitotilat	28	361	283	911	794
	Sikatilat	3	51	43	142	124
	Muut	13	331	233	976	734
1999	Viljatilat	6	95	75	354	318
	Maitotilat	27	372	279	965	831
	Sikatilat	3	52	42	142	114
	Muut	14	338	256	851	663
2000	Viljatilat	6	89	71	323	290
	Maitotilat	27	417	311	1 013	869
	Sikatilat	3	50	42	142	114
	Muut	16	407	323	1 132	947
2001	Viljatilat	7	107	78	400	333
	Maitotilat	26	426	305	1 057	871
	Sikatilat	2	27	19	74	51
	Muut	17	449	360	1 211	1 020
Yhteensä kpl, ha		203	3 633	2 769	9 898	8 259

Lohkokohtaisten viljavuusanalyysitulosten oletettiin pysyvän vakiona tarkasteluajan, eikä taloudellisessa analyysissä huomioitu sitä, minä vuonna maanäyte oli otettu. Tilakohtaiset maan kasvukuntoa kuvaavat tunnusluvut muuttuivat kuitenkin sitä mukaa, kun tilan lohko-määrä ja pinta-ala muuttuivat. Esimerkiksi, jos tila oli vuokrannut erilaisen kasvukunnan lohkoja kuin mitä sillä aikaisemmin oli ollut, muuttuivat myös tilakohtaiset maan kasvukuntoa kuvaavat tunnusluvut. Vaikka aineistoa tarkasteltiin paneelina, ei tilusten voitu olettaa pysyvän vakioina vuodesta toiseen. Tilakohtaiset viljavuustiedot laskettiin vuosittain erikseen. Peltojen kasvukuntoa kuvaavat tunnusluvut muuttuivatkin ajan suhteen esimerkiksi tilakoon kasvamisen seurauksena.

2.1.2 Pellon laatu tutkimustiloilla

Tutkimustilojen peltojen sadontuottokykyä kuvataan sekä fyysisiltä että kemiallisilta ominaisuuksilta. Useissa aikaisemmissa tutkimuksissa pellon laatua on kuvattu kategorisilla muuttujilla esim. Peltola 1997, Perry ja Robinson 2001. Tässä tutkimuksessa pellon laatu pyritään kuvaamaan numeerisilla jatkuvilla muuttujilla.

2.1.2.1 Fyysiset ominaisuudet

Maan kasvukunnan huomioiminen taloudellisissa laskelmissa on vaikeaa, vaikka sillä on selviä taloudellisia vaikutuksia (Kwansoon ym. 2001). Kasvukuntoa on huomioitu erilaisilla epäsuorilla mittareilla, kuten historiallisella satotasolla sekä erilaisilla luokitteluilla. Historiallisen satotason heikkoutena on kuitenkin se, että toteutunut satotaso on maan kasvukunnan ja käytetyn tuotantointensiteetin tulo. Se ei siis suoraan kerro maan sadontuottokykyä, sillä tuotantointensiteetin vaikutuksen poistaminen on vaikeaa tai jopa mahdotonta. Toisaalta pelkästään satotasoon perustuva maan kasvukunnan mittari tuntuu keinotekoiselta, koska siinä ei tehdä havaintoja maan fysiologisista, kemiallisista eikä biologisista ominaisuuksista.

Tässä tutkimuksessa maan fyysisiä ominaisuuksia mittaavana tunnuslukuna käytetään jyvityksen pistelukua. Maalaji-multavuusluokka -kombinaatioiden perusteella määritetyt jyväluvut kuvaavat pellon sadontuottokykyä vakioituilla viljelytoimilla (Maanmittauslaitos 1998). Pellon jyväluku on perinteinen maan kasvukuntoa kuvaava luku, jota on Suomessa käytetty

Taulukko 5. Jyvityspisteet eri maalajeille ja multavuusluokille (Maanmittauslaitos 1998).

Maalaji	Multavuus			
	vähämultainen	multava	runsas multainen	erittäin runsas multainen
<i>Kivennäismaat:</i>				
soramoreeni, sora, karkea hiekka	38	47	56	69
hiesu	44	53	63	75
hiesumoreeni, hienohiekka	50	59	69	81
muta, hiekkamoreeni	56	66	75	88
hiuesavi, hiue, liejusavi, hiesusavi, karkeahieta	63	72	81	91
lieju, soramoreeni	69	78	88	97
aitosavi, hieta, hietamoreeni	75	84	91	97
hietasavi, hieno hieta	81	91	94	97
<i>Eloperäiset maat:</i>				
rahkaturve	33			
metsärahkaturve	40			
sararahkaturve	47			
rahkasaraturve	63			
metsäsaraturve	73			
saraturve	73			
ruskosammalsaraturve	73			
järvimuta	73			
multamaa	90			

Lohkokohtaista jyvityksen pistelukua laskettaessa tehdyt oletukset:

- Laskentaperusteena Maanmittauslaitos: "Arviointi ja korvaukset" –kansio (Maanmittauslaitos 1998).
- Taulukkoa tulkittaessa ruokamultakerroksen paksuus on oletettu 20 cm:ksi.
- Turvemaiden turvekerroksen paksuus on oletettu 30–50 cm vahvuiseksi ja turpeen olevan sopivasti maatuneen.
- Maalajeja tarkentavia etuliitteitä ei ole huomioitu (viljavuusanalyysituloksissa etuliitteet on esitetty).
- Multamaan (Mm) jyvitysarvoksi oletetaan 90.

maatalouden veroperusteena² vuoteen 1968 asti (Siltala 1969). Jyvityksen pistelukua käytetään vieläkin tilusjärjestelyissä. Jyväluku kertoo parhaan mahdollisen pellon ja siihen verrattavien peltojen sadontuottokyvyn suhteen. Aineiston perusteella tutkimustilojen lohkoille voidaan laskea lohkokohtainen jyväluku. Lohkokohtaisista jyväluvuista laskettiin peltolohkojen pinta-aloilla painotettu tilakohtainen jyväluku. Analyysiä ei voida viedä lohkokotolle, sillä taloudellista tulosta kuvataan tilatason tunnusluvuilla.

Maan laatu vaikuttaa viljelykasvin valintaan. Voidaankin ajatella, että keskimääräisestä tilan peltojen sadontuottokyvystä riippumatta tilan peltojen suuri laatujauma vaikeuttaa hyvän tuloksen saavuttamista. Ainakin se edellyttää suuremman kasvilajivalikoiman viljelemistä, mikä ei puolestaan ole edullista suurtuotannon etuja tavoiteltaessa. Toinen vaihtoehto tietysti on, ettei tilan parhaiden peltojen sadontuottokykä käytetä hyväksi, vaan tyydytään kasveihin, jotka menestyvät kaikilla tilan pelloilla. Suuret laatueroja tilan pelloissa saattavat lisätä myös konekustannuksia. Erilaisten maalajien perusmuokkaus vaatii erilaisia koneita. Lohkoaineistosta laskettiin tilakohtainen tilan lohkojen jyvälukujen keskihajonta. Keskihajonta kuvaa yksittäisten peltojen jyvälukujen keskimääräistä eroa tilan lohkojen jyvälukujen keskiarvosta. Tässä laskennassa ei ole huomioitu lohkokoon vaikutusta. Suomessa lohkon sisäinen maalaji- ja multavuusvaihtelu voi olla tuotannon järjestämisen kannalta vielä haitallisempaa, mutta sitä ei pystytä ottamaan huomioon tässä tutkimuksessa.

Taulukossa 6 aineisto on esitetty yhdistetyssä muodossa niin, että vuodet 1998–2001 on yhdistetty. Toisin sanoen tutkimustila voi esiintyä aineistossa enimmillään neljä kertaa, jos se on täyttänyt kappaleessa 2.1.1 määritetyt poimintaehdot. Aineisto esitetään jatkossa aina tässä muodossa.

Taulukko 6. Tutkimustilojen jyväluvut ja tiloilla havaittu lohkojen välinen jyvälukujen hajonta (keskihajonta) pH sekä keskimääräinen lohkokoko.

Muuttuja	keskiarvo	Q1	Md	Q2
Jyväluku	79	76	82	85
Jyvälukujen keskihajonta *)	8,3	5,9	8,1	10,4
pH	6,1	5,8	6,2	6,4
Lohkokoko	3,0	2,13	2,72	3,66

Q1 = alakvartiili (korkeintaan 25 % havainnoista on Q1:stä pienempiä)

Md = mediaani (korkeintaan 50 % havainnoista on Md:ta pienempiä)

Q3 = yläkvartiili (korkeintaan 75 % havainnoista on Q3:sta pienempiä)

*) Tilan sisäinen lohkojen välinen keskihajonta.

² Veroperusteet määrittiin verohehtaaria kohden. Verojyvityksessä annettiin maaperän luontaisen laadun ja tuottokyvyn mukaan kullekin tiluskuviolle pistearvo ja tiluskuvion pinta-ala muunnettiin verohehtaareiksi kertomalla pinta-ala pistearvon sadasosalla.

Jos Viljavuuspalvelu Oy:ssä analysoitujen viljavuusnäytteiden oletetaan edustavan aina va-kiokokoista peltoalaa, vuonna 1996–2000 analysoitujen näytteiden perusteella maamme peltojen keskimääräiseksi viljavuusluvuksi tulee 80³ (Taulukko 5, Mäntylähti 2002). Jyväskylällä mitatulla viljavuudella tarkasteltuna tutkimustilojen pellot edustavat kaikkia maamme peltoja hyvin. Aineistossa havaittavan tilan sisäisen lohkojen viljavuuden hajonnan edustavuudesta ei voida sanoa mitään, sillä asiasta ei ole valtakunnallista tilastotietoa.

2.1.2.2 Kemialliset ominaisuudet

Kannattavuuskirjanpitoilohkoille on haettu Viljavuuspalvelu Oy:n tietokannasta viimeisimmät lohkoille tehdyt analyysitulokset. Viljavuusanalyysijä ei siten ole välttämättä tehty tutkimusajankohtana, mutta ne rajoittuvat kuitenkin aikavälille 1998–2003.

Viljavuusanalyysissä mitataan lukuisia maan kasvukuntoa kuvaavia tunnuslukuja. Esimerkiksi Viljavuuspalvelu Oy:n viljanviljelijöille suunnattu peruspaketti sisältää seuraavat analyysit: maalaji, multavuus, johtoluku, pH, Ca, K, P, Mg, Cu, Zn ja Mn. Kaikkien näiden viljelysmaan ominaisuuksien tunnuslukuja ei voida arvottaa erikseen esimerkiksi niiden keskinäisestä korreloituneisuudesta johtuen. Tässä tutkimuksessa viljavuusanalyysituloksista pystytään hyödyntämään vain murto-osa. Vaikka biologisten prosessien perusteella tunnetaan suuri joukko maan kemiallisia ominaisuuksia, joilla on vaikutusta satoon, niiden vaikutukset ovat kuitenkin niin pieniä, että niiden osoittaminen kauppahintatutkimuksissa on ollut vaikeaa (Peltola 1997). Eri ominaisuuksien tuottoarvojenkin voidaan olettaa olevan melko pieniä ja niiden merkitsevyyden osoittaminen näin pienessä aineistossa saattaisi osoittautua ylivoimaiseksi. Peltojen ominaisuuksia kuvaavia muuttujia voitaisiin niputtaa pääkomponenttianalyysillä ja sitten estimoida näille ryhmille arvo, jolloin arvo voitaisiin purkaa edelleen erillisille ominaisuuksille (Ranta ym. 1994). Tähän ei kuitenkaan lähdetty, sillä aluksi halutaan selvittää keskeisimpien tekijöiden kuten jyväluvun ja pH:n tuottoarvo. Käytettyjen muuttujien väliset korrelaatiot on esitetty liitteessä 2.

Tutkimustilojen peltojen kemiallisten ominaisuuksien kuvaamiseen käytetään tässä tutkimuksessa pH:ta. Analyysikohtaisista pH-luvuista on laskettu lohko-kohtainen pH-analyysien keskiarvona (aritmeettinen). Lohko-kohtaiset pH-luvut on muutettu edelleen tilakohtaiseksi pH-luvuksi painottamalla lohko-kohtaisia havaintoja lohkojen pinta-aloilla. Taloudellisessa analyysissä käytetään tilakohtaisia pH-lukuja (Taulukko 6). Lohkojen välisestä pH-lukujen vaihtelusta ei olla tässä yhteydessä kiinnostuneita.

Aineisto on pH-havainnoiltaan keskimäärin hieman korkeampaa pH-tasoa kuin peltojensa kasvukunnosta kiinnostuneiden viljelijöiden pelloilta tehdyissä viljavuusanalyyseissä keskimäärin. pH-havaintojen perusteella ei voidakaan sanoa, että aineisto edustaisi kaikkia Suomen maatiloja, sillä vain 21 %:lla tiloista peltojen keskimääräinen pH oli alempi kuin vuosina 1996–2000 Viljavuuspalvelu Oy:ssä tehdyissä analyyseissä keskimäärin (5,72) (Mäntylähti 2002).

³ Multavuusjakaumaa ei ole esitetty maalajeittain, joten kaikilla maalajeilla multavuudeksi oletetaan *multava*. Luokkaan *multava* kuului kaikista näytteistä 45,7 % (Mäntylähti 2002).

2.1.2.3 Tilusrakenne

Tilusrakennetta mitataan lohkojen keskimääräisellä koolla. Lohkokoko kuvaa viljelyksessä olevan peruslohkon kokoa. Se on määritetty digitoimalla ilmakuvakartasta, johon viljelijä itse on piirtänyt lohkon rajat. Lohkojen koot ovat muuttuneet valvontojen ja tarkastusdigitoitien yhteydessä. Tutkimuksessa lohkon kokona käytetään kulloisenakin tutkimusvuonna peltolohkokisteriin tallennettua peltolohkon kokoa. Tilakohtaista lohkojen keskimääräistä kokoa kuvaava tunnusluku on laskettu tilan käytössä olleiden (omat ja vuokratut) peltolohkojen keskiarvona. Tilakohtainen lohkojen keskikoko voi siten vaihdella vuosittain sekä mittauksissa tapahtuneista muutoksista, että vuokrateltojen hallinnassa tapahtuneista muutoksista johtuen.

2.1.3 Tutkimustilojen talous ja tuotantoresurssit

Tiloilla aikaansaattua taloudellista tulosta kuvataan maatalousylijämyksellä. Maatalousylijämyksellä on se osa maatalouden tuloista, joka jää korvaukseksi omalle ja vieraalle pääomalle sekä omalle työlle. Pellon kasvukunnon tuottoarvo arvioidaan maatalousylijämyksellisesti, sillä silloin estimoitavilla varjohinnoilla on loogisesti helposti ymmärrettävä tulkinta. Esimerkiksi jyvityksen pisteluvun varjohinta on maatalousylijämyksellisesti laskettuna suoraan yhden jyvityspisteen lisäyksen antama lisäkorvaus tuotantoon sidotulle pääomalle ja omalle työlle. Varjohinta on siten vuotuinen tulonlisä, joka voidaan edelleen arvottaa jaksollisten tuottojen nykyarvotekijällä. Jyvityksen pisteluvun varjohintaa voidaankin hyödyntää esimerkiksi tilusjärjestelyssä, arvioitaessa peltojen vaihdon seurauksena muuttuneen tilakohtaisen jyvityksen pisteluvun muutoksen taloudellisia vaikutuksia. Jos varjohinnat laskettaisiin esimerkiksi ”maataloustulo” tai ”yrittäjän voitto” perusteisesti, olisivat ne harhaisia, sillä tilojen erilaiset omavaraisuusasteet vaikuttaisivat saatuun tulokseen.

Kannattavuuskirjanpitotuloksista saadaan tiedot kasvinviljelytuotteiden ja kotieläintuotteiden myynneistä sekä ostopanosten ostoista (Taulukko 7). Näitä tietoja voidaan käyttää hyväksi estimoitaessa pellon kasvukunnon taloudellista arvoa. Aineiston perusteella voidaan todeta erityisesti kotieläintuotteiden tarjonnan jakauman olevan huomattavan vinon. Tämä johtuu siitä, että suurin osa tiloista on kotieläintiloja ja kasvinviljelytuotteiden sato jalostetaan niillä edelleen eläintuotteiksi. Tutkimusaineistossa on kuitenkin muutama iso kasvinviljelytila ja puutarha, joilla kasvinviljelytuotteiden tarjonta on huomattavan suuri. Peltojen hyvän kasvukunnon voidaan katsoa ilmenevän kaikissa taulukossa 7 esitetyissä muuttujissa ja niiden käyttö estimoinnissa on siten perusteltua. Tuotantoteorian pohjalta tunnetaan toisaalta voitontavoitteluongelman, tuotteiden tarjonnan, panosten kysynnän sekä hintojen välinen yhteys, joten peltojen sadontuottokyvyn arvottamiseen voidaan tuoda lisää tietoa käyttämällä näitä muuttujia.

Taulukko 7. Tutkimustilojen maatalousylijäämä, kotieläin- ja kasvinviljelytuotteiden tarjonta sekä ostopanosten kysyntä (€/vuosi).

Muuttuja	Keskiarvo	Q1	Md	Q3
Maatalousylijäämä	21 857	7 764	20 553	35 859
Kasvinviljelytuotteiden tarjonta	11 011	0	113	9 547
Kotieläintuotteiden tarjonta	51 926	21 346	45 286	66 932
Ostopanosten kysyntä	33 398	11 766	21 012	34 795

Q1 = alakvartiili (korkeintaan 25 % havainnoista on Q1:stä pienempiä)

Md = mediaani (korkeintaan 50 % havainnoista on Md:ta pienempiä)

Q3 = yläkvartiili (korkeintaan 75 % havainnoista on Q3:sta pienempiä)

Tuotteiden tarjonnalla mitattuna tutkimuksen kohteena olevat tilat ovat hieman suurempia kuin kannattavuuskirjanpito-tilat keskimäärin. Kasvinviljely- ja kotieläintuotteiden tuotannon arvo oli tutkimustiloilla keskimäärin 62 075 € vuodessa, kun se oli kannattavuuskirjanpito-tiloilla keskimäärin 49 563 € (1998), 50 243 € (1999), 54 259 € (2000) ja 56 169 € (2001) (MTT Taloustutkimus 2003).

Töitä tutkimustiloilla tehtiin keskimäärin 4 141 tuntia vuodessa (Taulukko 8). Teollisuustyöntekijän vuotuisen työtuntimäärään suhteutettuna tämä tarkoittaa noin 2,3 työvuotta. Tehty työmäärä vastaa kannattavuuskirjanpito-tiloilla tehtyä keskimääräistä työmäärää, kun otetaan huomioon, että suurin osa tutkimustiloista on maitotiloja (MTT Taloustutkimus 2003). Peltopinta-alan suhteen tarkastellut tilat ovat hieman suurempia kuin kannattavuuskirjanpito-tilat keskimäärin (Taulukko 8).

Taulukko 8. Tutkimustiloilla tehty työ (tuntia/vuosi), tuotantoon sitoutunut pääoma ilman pellon arvoa (€/vuosi) sekä tilojen pinta-ala.

Muuttuja	Keskiarvo	Q1	Md	Q3
Työ	4 141	2 696	4 170	5 185
Pääoma	188 045	106 461	153 969	242 909
Pinta-ala	48,76	27,89	41,16	62,33

Q1 = alakvartiili (korkeintaan 25 % havainnoista on Q1:stä pienempiä)

Md = mediaani (korkeintaan 50 % havainnoista on Md:ta pienempiä)

Q3 = yläkvartiili (korkeintaan 75 % havainnoista on Q3:sta pienempiä)

2.1.4 Tuotantosuunnat

Aineistoa ei voida tarkastella tuotantosuunnittain, sillä tuotantosuuntiin tulevat havaintomäärät ovat pieniä. Ainoastaan kotieläintilat voidaan erottaa kasvinviljelytiloista apumuuttujalla. Kotieläintuotteiden tarjonnan perusteella muodostetun apumuuttujan tarpeellisuus testataan ja raportoidaan tulosten yhteydessä. Apumuuttujan ja muiden muuttujien yhdysvaikutusten huomioiminen antaa mahdollisuuden arvioida, onko pellon kasvukunnon arvo erilainen kotieläintiloilla kuin kasvinviljelytiloilla.

2.1.5 Toimintaympäristö

Taloudellinen toimintaympäristö

Taloudellisessa toimintaympäristössä tutkimusajankohtana tapahtuneet muutokset huomioidaan mallinnuksessa hintojen avulla. Tarkasteltavia hintoja ovat kasvinviljely- ja kotieläintuotteiden hinnat sekä ostopanosten hinnat. Ensimmäisen tutkimusvuoden hinnat merkitään luvulla 1.

Taulukko 9. Hinnat.

	1998	1999	2000	2001
Kasvinviljelytuotteet	1	0,99	0,96	0,95
Kotieläintuotteet	1	0,93	1,01	1,10
Ostapanokset	1	0,99	1,05	1,07

Lähde: Maataloustilastollinen vuosikirja 2002.

Sääolot

Tutkimusajankohtaan osuu kaksi hyvää ja kaksi huonoa satovuotta (Remes 2003). Maatalous ylijäämää selitettäessä tämä aiheuttaa paljon selittämätöntä vaihtelua, ellei sitä huomioida. Aineistoon lisätäänkin apumuuttuja, joka saa arvon 0 huonoina vuosina 1998 ja 1999 ja arvon 1 hyvinä vuosina 2000 ja 2001. Aineisto jakaantuu melko tasan vuosien kesken, joten 0 -havaintoja on 99 ja 1 -havaintoja 104. Säämuuttujan tulkinta saattaa kuitenkin olla ongelmallista, sillä samanaikaisesti sääolosuhteiden muutoksen kanssa maataloustuissa tapahtui muutos. Vuosina 1998 ja 1999 tukien kokonaismäärä oli alempi (1 378 ja 1 388 miljoonaa euroa) kuin vuosina 2000 ja 2001 (1 579 ja 1 637 miljoonaa euroa). Säämuuttuja saattaaakin yliarvostaa sään todellista vaikutusta. Säämuuttujan avulla voidaan vastata kysymykseen, onko esimerkiksi jyvityksen pisteluvun varjohinta erilainen hyvinä ja huonoina satovuosina.

2.1.6 Aineiston edustavuus

Aineistojen yhdistämiseen liittyneiden ongelmien seurauksena lopullinen aineisto jäi 203 havaintoon. Toinen keskeinen tulosten tulkintaan vaikuttava seikka on se, että aineisto ei sisällä aikasarjatietoja. Tuloksia onkin tulkittava niin, että ne kuvaavat vuosina 1998–2001 vallinnutta tilannetta. Tässäkin tulkinnassa on otettava huomioon, että tilat ovat vielä sopeuttamassa tuotantoaan toimintaympäristössään vuonna 1995 tapahtuneisiin suuriin muutoksiin. Tuotantosuuntajakauman, tilakoon, pH:n ja lohkokoon puolesta tutkimustilat eivät edusta kaikkia maamme peltoja ja tiloja. Tutkimustilojen peltojen jyvityksen pisteluvulla mitattu sadontuottokyky puolestaan vastaa hyvin kaikkia maamme peltoja.

2.2 Menetelmä

Ylätalo (1992) luokittelee pellon tuottoarvon tutkimisen menetelmät kolmeen pääryhmään a) maankorkoon perustuvat menetelmät, b) jäännöslaskelmiin perustuvat menetelmät sekä c) rajatuottavuuteen perustuvat menetelmät. Tässä työssä käytettävä menetelmä kuuluu rajatuottavuuteen perustuviin menetelmiin. Aikaisemmissa tutkimuksissa on keskitytty yhden tuotannon tekijän lisäyksikön eli peltohehtaarin antamaan lisätuottoon. Tässä tarkastelussa keskitytään yhden tuotannon tekijän laatuysikön eli tilan keskimääräisen peltojen sadontuottokyvyn nousun antamaan lisätuloon. Valitulla menetelmällä pystytään välttämään monia arvionvaraisia tulokseen vaikuttavia tekijöitä. Tärkeimmät näistä kysymyksistä liittyvät tuloksen osittamiseen tuotannon tekijöille, mikä joudutaan tekemään maankorkoon ja jäännöslaskelmiin perustuvissa menetelmissä.

Empiirinen malli

Taloudellisena toimijana maanviljelijä pyrkii saamaan maatilallaan aikaan mahdollisimman hyvän taloudellisen tuloksen. Tuottoa maksimoidessaan viljelijän kannattaa lisätä tuotantoa lisäämällä panosten käyttöä, kunnes panosten rajakustannukset ovat yhtä suuria kuin niiden rajatuotot. Rajakustannukset eli panosten hinnat saadaan markkinoilta, joten ongelmaksi jääkin rajatuottojen selvittäminen. Yleisesti käytetty menetelmä rajatuottojen selvittämiseksi on voittofunktioanalyysi, jota käytetään tässä tutkimuksessa.

Empiirinen malli perustuu voitonmaksimointiongelmaan. Viljelijä pyrkii maksimoimaan lyhyen aikavälin voiton $\pi(\cdot)$ eksogeenisten rajoitteiden puitteissa. Näitä rajoitteita ovat esimerkiksi tuotteiden hinnat (p_i), panosten hinnat (w_j), kiinteät tuotantovälineet (k_s) sekä teknologia (T):

$$(1) \quad \pi(p_1, \dots, p_N, w_1, \dots, w_M, k_1, \dots, k_S) = \max_{x,y} \left\{ \sum_{i=1}^I p_i y_i - \sum_{j=1}^J w_j x_j : T(x, y, k), p > 0, w > 0 \right\}$$

missä y_i tuotteen i tuotantomäärä x_j tuotantopanoksen j käyttö ($i=1, 2, \dots, I$, ja $j=1, 2, \dots, J$). Teknologia $T(\cdot)$ kuvaa tuotantomahdollisuuksien joukkoa kiinteiden tuotantovälineiden k_s ($s=1, 2, \dots, S$) puitteissa. Kiinteiden tuotantovälineiden joukko on tässä tutkimuksessa laajennettu peltojen ominaisuuksia kuvaavilla tilakohtaisilla indekseillä sekä sääoloja ja tuotantosuuntia kontrolloivilla dummy-muuttujilla. Mallinnuksen yhteydessä testataan myös endogeenisen tuotantosuuntavalinnan merkitys tuotannon tekijöiden arvosta aineiston perusteella saatuun kuvaan (Heckman 1979). Teknisesti testaus suoritettiin lisäämällä voittofunktioon Inverse Mills Ratio (IMR) -muuttuja, joka kuvaa peltojen ominaisuuksien vaikutusta tuotantosuunnan valintaan, ja testaamalla sen merkitsevyyttä t -testillä. Tuotantosuuntavalintaa selittävinä eksogeenisinä muuttujina käytettiin peltopinta-alaa, lohkokokoa ja peltojen keskimääräistä jyvälukua, jotka erilaisten mallitestausten perusteella havaittiin ilmiötä selittäviksi muuttujiksi.

Voiton maksimoiva tuotteiden tarjonta ja panosten kysyntä on johdettu voitonmaksimointiongelman (1) käyttäen hyväksi Hotellingin lemmaa:

$$(2a) \quad \partial \pi(\cdot) / \partial p_i = y_i(\cdot) \quad \text{kaikille } i=1, \dots, I \text{ ja}$$

$$(2b) \quad \partial \pi(\cdot) / \partial w_j = -x_j(\cdot) \quad \text{kaikille } j=1, \dots, J .$$

Voittofunktio määritetään toisen asteen yhtälöksi, jolla on seuraava muoto:

$$(3) \quad \pi = \beta_0 + \sum_{s=4}^{12} \beta_s(k_s) + \sum_{q=1}^2 \sum_{s=1}^9 \beta_{qs}(p_q)(k_s) + \sum_{s=1}^9 \gamma_s(w)(k_s) + \frac{1}{2} \sum_{j=4}^{10} \sum_{s=4}^{10} \beta_{js}(k_j)(k_s)$$

missä p_1 on kasvinviljelytuotteiden hintaindeksi, p_2 on kotieläintuotteiden hintaindeksi ja w on ostopanosten hintaindeksi. Kiinteitä panoksia $K = (k_1, \dots, k_9)$ ovat tilan peltopinta-ala, tuotantoon sitoutunut pääoma (ilman pellon arvoa), työ, lohkokoko, tilan sisäinen lohkojen välinen jyvälukujen keskihajonta, lohko kohtaisten jyvälukujen pinta-aloilla painotettu keskiarvo, pH sekä sää- ja tuotantosuuntamuuttujat. Sääoloja ja tuotantosuuntaa kuvanneista apumuuttujista sekä pH:sta ei otettu logaritimuunnoksia. Muista selittävistä muuttujista on otettu ensin skaalamuunnokset (Liite 1) ja sitten luonnollinen logaritmi. Koska aineistoa oli mahdollista kerätä vain neljältä vuodelta, ei hintamuutosten suoria vaikutuksia voida identifioida. Myös hintojen toisen asteen termit on tiputettu pois. Hintamuutosten suorat vaikutukset summautuvatkin vakioon (β_0). Koska hinnoista käytetään logaritimuunnoksia, tarjontafunktiot voidaan kirjoittaa muotoon:

$$(4) \quad y_i = \left[\beta_i + \sum_{s=1}^9 \beta_{is}(k_s) \right] / p_i \quad \text{missä } i=1: \text{ kasvinviljelytuotteiden tarjonta}$$

ja $i=2$: kotieläintuotteiden tarjonta

ja panosten kysyntä on

$$(4) \quad x = - \left[\beta_3 + \sum_{s=1}^9 \gamma_s (k_s) \right] / w$$

Hintojen suorat vaikutukset summautuvat vakioihin (β_1 , β_2 ja β_3). Kiinteiden tuotannontekijöiden varjohinnat voidaan kirjoittaa edelleen muotoon:

$$(4) \quad \partial \pi / \partial k_s = \left[\beta_s + \sum_{j=4}^{10} \beta_{js} (k_j) \right] / k_s$$

kuitenkin niin, ettei pH:n varjohintaa laskettaessa käytetä jakajaa. Hintojen suoria vaikutuksia ei huomioitu varjohintoja laskettaessa.

Yhtälöryhmä estimoitiin maximum likelihood -estimointimenetelmällä.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan peltojen sadontuottokyvyn muutoksen rajatuottoa eli varjohintaa ja sen pääomitetua arvoa. Tavallisesti tuotannontekijöiden rajatuotto selvitetään, jotta niiden käyttömäärä osataan asettaa taloudellisesti parhaan tuloksen antavalla tavalla. Pellon luontaista sadontuottokykyä, kuten maalajeja ja multavuutta ei voida kuitenkaan ostaa kaupasta. Tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa pellon tuottoarvoa omistus- tai hallintasuhteiden muutosten yhteydessä. Tulokset antavat vastauksia esimerkiksi kysymyksiin: Kannattaako pellon luontaisesta sadontuottokyvystä maksaa ”lisähintaa” peltoa ostettaessa? Pitääkö peltojen sadontuottokyky ottaa huomioon tilusjärjestelyä tehtäessä?

Tarkastelun kohteena oli myös peltojen pH, johon voidaan vaikuttaa kalkituksella. Tulokset tuovat esiin yhden näkemyksen taloudellisin perustein määritetystä kalkituskynnyksestä.

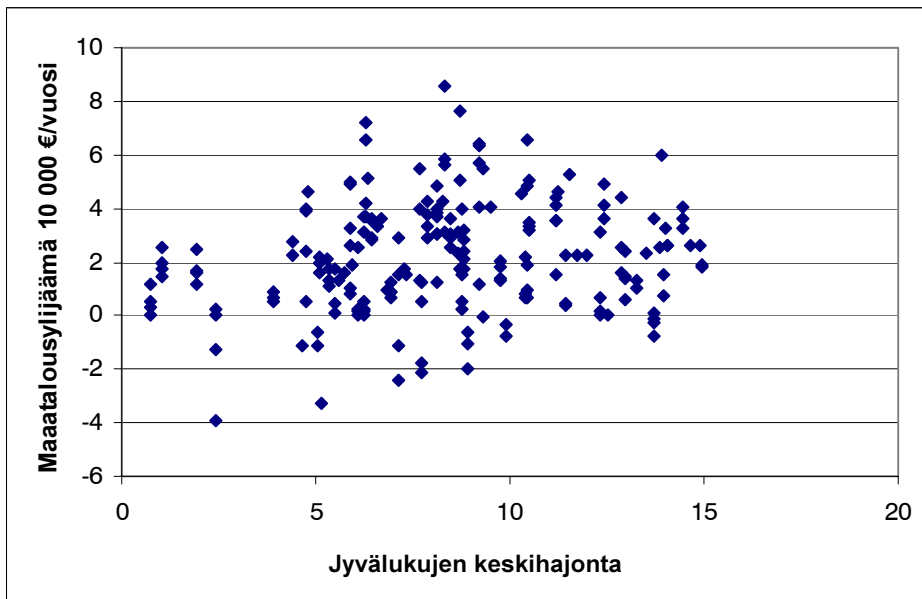
3.1 Muuttujien korrelaatiot

Tarkastelemalla maatalousylijäämän, ja selittävien muuttujien korrelaatioita voidaan nähdä, pystyvätkö jotkin muuttujat yksin selittämään maatalousylijäämässä havaittavaa vaihtelua. Korrelaatiot on laskettu Spearmanin järjestyskorrelaatioina, sillä muuttujista ainoastaan maatalousylijäämä on normaalijakautunut (Liite 2).

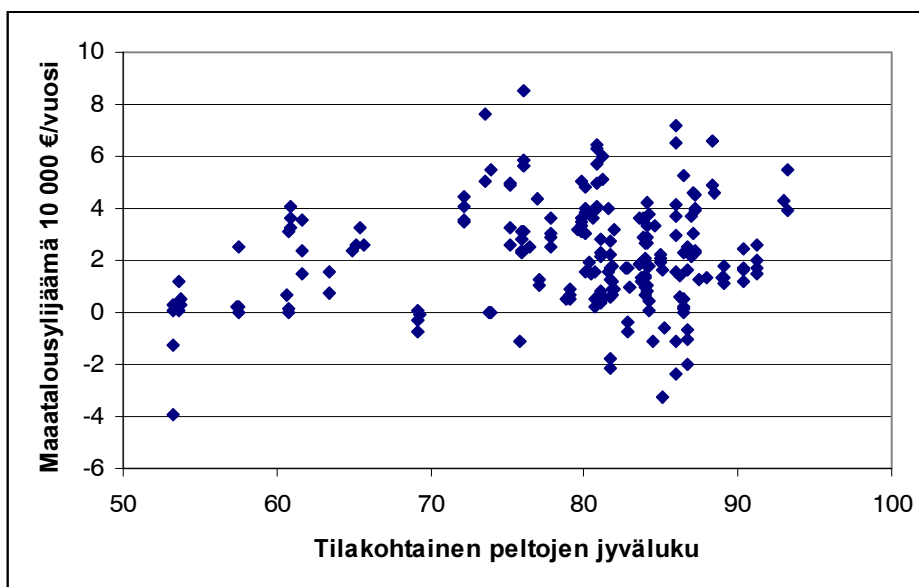
Peltojen kasvukuntoa kuvaavista muuttujista vain tilan sisäistä peltolohkojen välistä jyvälukujen hajontaa, eli maalajien ja multavuuden vaihtelua kuvaava tunnusluku korreloi maatalousylijäämän kanssa tilastollisesti merkitsevästi. Positiivinen korrelaatiokerroin tarkoittaa sitä, että tilan sisäisestä maalajivaihtelusta olisi hyötyä (Liite 2). Kuvan 1 perusteella tämä näyttäisi pitävän paikkansa tiettyyn tasoon asti. Tilojen välinen maatalousylijäämän havaittu

vaihtelu on kuitenkin niin suurta, ettei tilan sisäisen maalaji- ja multavuusvaihtelun yksin voida katsoa mitenkään olennaisesti selittävän tiloilla aikaansaatua taloudellista tulosta.

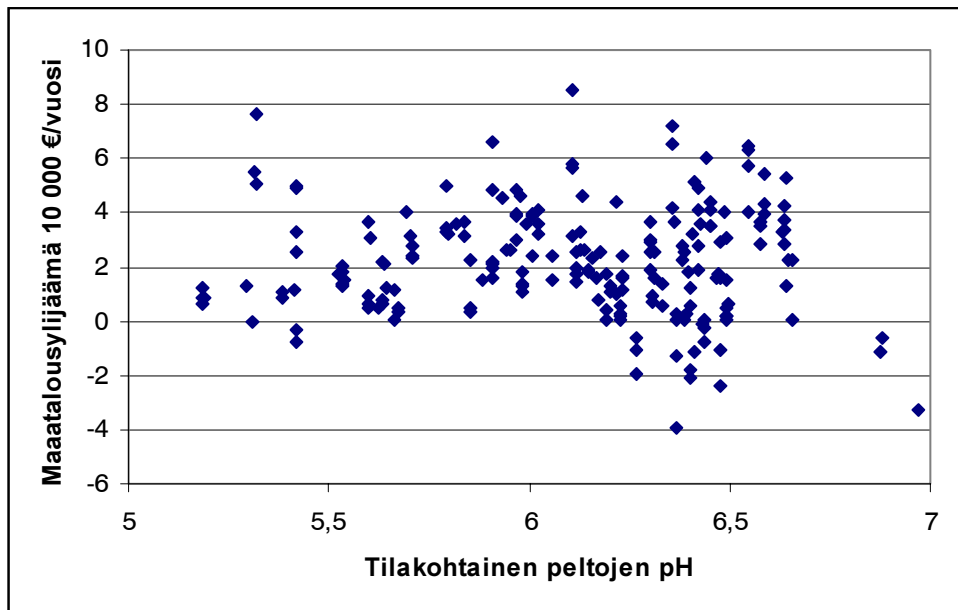
Kuvissa 1–3 on esitetty maatalousylijäämä ja viljavuusindeksit havainnoittain. Suorat korrelaatiot eivät kuitenkaan paljasta peltojen luontaisen kasvukunnon ja tilalla aikaansaadun taloudellisen tuloksen välistä todellista yhteyttä, sillä pellon kasvukunto on vain yksi tuotantokelijä ja sitä voidaan korvata muilla tuotantokelijoilla. Esimerkiksi huononkin kasvukunnon pelloilla voidaan saada aikaan suuri maatalousylijäämä, jos käytetään paljon työtä ja pääomaa.



Kuva 1. Maatalousylijäämän ja tilakohtaisen lohkojen välisen jyvälukujen keskihajonnan välinen yhteys (pisteet ovat tilakohtaisia havaintoja).



Kuva 2. Maatalousylijäämän ja tilakohtaisen lohkojen jyväluvun keskiarvon välinen yhteys (pisteet ovat tilakohtaisia havaintoja).



Kuva 3. Maatalousylijäämän ja tilakohtaisen lohkojen keskimääräisen pH:n välinen yhteys (pisteet ovat tilakohtaisia havaintoja).

Peltojen kasvukuntoa kuvaavien muuttujien keskinäisestä korrelaatiosta havaittiin, että lohkojen välinen jyvälukujen hajonta ja tilan keskimääräinen jyväluku korreloivat negatiivisesti keskenään. Käytännössä tämä tarkoittaa lähinnä sitä, että tiloilla, joilla osa pelloista on eloperäisiä maita (matala jyväluku taulukko 5), on lohkojen välinen jyvälukujen hajonta suurempi kuin tiloilla, joilla ei ole eloperäisiä maita. Tilakohtaisen jyväluvulla mitatun peltojen luontaisen sadontuottokyvyn ja peltojen happamuuden ei sen sijaan havaittu korreloivan keskenään (Liite 2). Kasvukuntoindeksien havaittiin korreloivan myös muiden tilakohtaisten muuttujien kanssa. Korrelaatioiden itseisarvot eivät ole kuitenkaan niin suuria, että ne voisivat aiheuttaa multikollineaarisuutta voittofunktion estimointiin. Aineisto antoi kuitenkin viitteitä siitä, että vanhoilla suurtiloilla on käytettävissään maalajeiltaan ja multavuudeltaan parempia peltoja kuin pienemmillä tiloilla. Tästä kertoi se, että pääoma ja peltopinta-ala korreloivat positiivisesti tilakohtaisen jyvityksen pisteluvun kanssa.

3.2 Estimoitu malli

Mallia ei voida estimoida erikseen eri tuotantosuunnille, sillä havaintoja on liian vähän suhteessa estimoitaviin parametreihin. Virhetermejä tarkasteltaessa kuitenkin havaittiin, että virhetermi on yhteydessä tilojen tuotantosuuntiin. Esimerkiksi maatalousylijäämä tuli kasvinviljelytiloilla (tiloilla ei kotieläintuottoja) keskimäärin 5 600 €:lla yliarvioiduksi ja kotieläintiloilla (tiloilla on kotieläintuottoja) keskimäärin 1 400 € aliarvioiduksi. Virhe vaikutti melko suurelta kaikkien ennustettujen maatalousylijäämien ja havaittujen maatalousylijäämien eron ollessa keskimäärin vain 44 €. Lisäksi edellä kuvatulla tuotantosuuntajaolla tehdyn apumuuttujan havaittiin selittävän lineaarisessa todennäköisyysmallissa maatalousylijäämän ennustevirhettä (p-arvo < 0,01).

Malliin lisättiin tuotantosuuntaa kuvaava apumuuttuja, joka sai arvon 1 niillä tiloilla, joilla oli kotieläintuottoja, ja arvon 0 niillä tiloilla, joilla ei ollut kotieläintuottoja. Estimoitavien parametrien määrä nousi 11:lla, sillä apumuuttujan oman vaikutuksen lisäksi oli huomioitava yhdysvaikutukset muiden muuttujien kanssa. Verrattaessa näitä kahta mallia Likelihood Ratio -testillä LR-testisuureen arvoksi tuli 150,22 (Taulukko 11). χ^2 -jakautuneen testisuureen kriittisen arvon ollessa 95 % luotettavuustasolla ja 11 vapausasteella 19,68 voidaan todeta, että ”tuotantosuunta” apumuuttujan käyttö on perusteltua. Apumuuttujan ja muiden muuttujien yhdysvaikutusten huomioiminen antaa mahdollisuuden arvioida, onko pellon kasvukunnon arvo erilainen kotieläintiloilla kuin kasvinviljelytiloilla.

Kaiken kaikkiaan apumuuttujien käyttö (sää ja tuotantosuunta) lisää estimoitavien parametrien määrää 22:lla ja oikeutetusti voidaan kysyä, onko se järkevää aineiston koon ollessa vain 203 havaintoa. Verrattaessa malleja, joista toisessa käytetään edellä kuvattuja apumuuttujia (rajoittamaton malli) ja mallia, jossa niitä ei käytetä (rajoitettu malli), saadaan LR-testisuureen arvoksi $-2[-1727,41 - (-1634,26)] = 186,3$. Testisuureen perusteella apumuuttujien käyttö on ainakin tilastollisesta näkökulmasta perusteltua.

Malli pystyi kuvaamaan tyydyttävästi paneeliaineiston sisältämää vaihtelua (Taulukko 10). Erityisesti maatalousylijäämän sekä kasvinviljely- ja kotieläintuotteiden tarjontaa pystyttiin selittämään hyvin, ottaen huomioon, että aineisto oli poikkileikkaus-tyyppinen. Ostopanosten kysynnän selitysvoima jäi hieman alemmaksi, mutta yhtälöryhmän parametrien avulla voidaan laskea tuotannon tekijöille varjohinnat.

Mallin heteroskedastisuutta tutkittiin tarkastelemalla yhtälöiden ennustevirheitä (Liite 3). Park-testi ja Spearmanin järjestyskorrelaatiotestit antoivat hieman ristiriitaisia tuloksia. Molempien testien perusteella kasvinviljelytuotteiden tarjontafunktion ennustevirhe oli yhteydessä selittävistä muuttujista pinta-alaan, jyvityksen pistelukuun ja peltojen pH-lukuun sekä kotieläintuotteiden tarjontafunktion virhetermi oli yhteydessä selittävänä muuttujana käytettyyn tilakohtaiseen työmäärään. Havaittu heteroskedastisuus ei aiheuta harhaa estimoituihin piste-estimaatteihin. Se saattoi kuitenkin alentaa t-testin kykyä erotella merkitsevät muuttujat ei-merkitsevistä.

Koska tutkimuksen keskeisimpänä tavoitteena oli selvittää, onko peltojen luontaisella viljavuudella yhteyttä tiloilla aikaansaatuun taloudelliseen tulokseen, ei merkitsevyyden testaamista jätetty pelkästään t-testien varaan. Käytettyjen selittävien muuttujien merkitsevyyttä

Taulukko 10. Voitto, tarjonta- ja kysyntäfunktioiden selitysasteet.

	Kasvinviljelytuotteiden tarjonta	Kotieläintuotteiden tarjonta	Ostopanosten kysyntä
Maatalousylijäämä	0,47	0,57	0,26

testattiinkin sekä t-testillä että Likelihood Ratio -testillä (Taulukot 11 ja 12). LR-testin perusteella kaikki käytetyt selittävät muuttujat sato-apumuuttujaa lukuun ottamatta osoittautuivat merkitseviksi. Sato-apumuuttujaa ei kuitenkaan pudotettu pois pelkästään LR-testin perusteella.

Yhtälöryhmän estimointitulosten perusteella (Taulukko 12) peltojen kasvukuntoa kuvaavista muuttujista jyväluku (V1) ja pH (V2) osoittautuivat t-testillä merkitseviksi yhdysvaikutuksensa kautta. Myös muut mallissa käytetyt selittävät muuttujat osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi lohkokokoa (R1) ja tilan sisäistä lohkojen välistä jyväluvun vaihtelua (R2) lukuun ottamatta. Muuttujat R1 ja R2 olivat kuitenkin merkitseviä LR-testin perusteella, eikä mallia näin ollen päästy supistamaan (Taulukko 11). Tulokset antavat tilastollista tukea oletukselle, että peltojen luontainen sadontuottokyky on yhteydessä tilalla aikaansaatuun taloudelliseen tulokseen. Käytännön merkityksen arviointi voidaan tehdä kuitenkin vasta varjohintojen suuruuden perusteella.

Taulukko 11. Selittävien muuttujien merkitsevyyden testaus Likelihood Ratio-testillä.

	log likelihood ilman testattua muuttujaa*	log likelihood perusmallissa	Erotus	χ^2 -testisuure	M	χ^2 -kriittinen
Peltoala	-1667,30	-1634,26	-33,04	66,08	13	23,68
Pääoma	-1685,06	-1634,26	-50,80	101,60	13	23,68
Työ	-1684,35	-1634,26	-50,09	100,18	13	23,68
Lohkokoko	-1651,53	-1634,26	-17,27	34,54	13	23,68
Jyvälukujen keskihajonta	-1646,42	-1634,26	-12,16	24,32	13	23,68
Jyväluku	-1667,96	-1634,26	-33,70	67,40	13	23,68
pH	-1676,58	-1634,26	-42,32	84,64	13	23,68
sato	-1641,47	-1634,26	-7,21	14,42	11	19,68
apumuuttuja eläin	-1709,37	-1634,26	-75,11	150,22	11	19,68
apumuuttuja						

M = mallin rajoitteiden lukumäärä sisältäen testattavan termin ja kaikki sen yhdysvaikutukset muiden selittävien muuttujien kanssa.
 χ^2 kriittinen = χ^2 -testisuureen kriittinen arvo 5% merkitsevyysasteella ja M -vapausasteella

Taulukko 12. Estimoitujen voitto-, tarjonta- ja kysyntäfunktioiden parametrit ja niiden merkitsevyys.

Estimaatti	Estimaatin keskivirhe	p-arvo	Muuttujat	Merkitsevyys
89,673	188,072	0,634	Vakio	
11,223	18,603	0,546	Pinta-ala	
-5,113	21,938	0,816	Pääoma	
6,238	19,093	0,744	Työ	
28,503	18,818	0,130	Lohkokoko	
-19,850	22,189	0,371	Jyvälukujen keskihajonta	
-122,748	124,543	0,324	Jyväluku	
2,418	18,222	0,894	pH	
-3,511	5,774	0,543	Sato	
57,985	37,618	0,123	Elain	
0,389	0,816	0,634	Kotieläintuotteiden hinta · Pinta-ala	
0,509	0,825	0,538	Kotieläintuotteiden hinta · Pääoma	
2,413	0,742	0,001	Kotieläintuotteiden hinta · Työ	**
-0,175	1,014	0,863	Kotieläintuotteiden hinta · Lohkokoko	
-0,871	0,456	0,056	Kotieläintuotteiden hinta · Jyvälukujen keskihajonta	
1,630	3,007	0,588	Kotieläintuotteiden hinta · Jyväluku	
1,307	1,006	0,194	Kotieläintuotteiden hinta · pH	
-0,001	0,545	0,999	Kotieläintuotteiden hinta · Sato	
-6,098	0,965	0,000	Kotieläintuotteiden hinta · Elain	**

Estimaatti	Estimaatin keskivirhe	p-arvo	Muuttujat	Merkitsevyys
-1,244	1,538	0,419	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Pinta-ala	
5,288	1,007	0,000	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Pääoma	**
-2,492	1,849	0,178	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Työ	
-0,966	1,501	0,520	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Lohkokoko	
0,053	1,405	0,970	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Jyväskylän keskihajonta	
-1,988	3,605	0,581	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Jyväskylä	
-0,230	1,324	0,862	Kasvinviljelytuotteiden hinta · pH	
0,422	1,018	0,678	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Sato	
5,799	3,873	0,134	Kasvinviljelytuotteiden hinta · Elain	
1,517	1,772	0,392	Ostopanosten hinta · Pinta-ala	
-4,821	1,050	0,000	Ostopanosten hinta · Pääoma	**
1,715	1,994	0,390	Ostopanosten hinta · Työ	
0,927	1,614	0,566	Ostopanosten hinta · Lohkokoko	
0,694	1,462	0,635	Ostopanosten hinta · Jyväskylän keskihajonta	
4,419	4,297	0,304	Ostopanosten hinta · Jyväskylä	
0,177	1,572	0,910	Ostopanosten hinta · pH	
-0,150	1,129	0,895	Ostopanosten hinta · Sato	
-0,619	3,798	0,870	Ostopanosten hinta · Elain	
-0,010	1,995	0,996	Pinta-ala · Pinta-ala	
0,982	1,519	0,518	Pinta-ala · Pääoma	
0,077	1,522	0,960	Pinta-ala · Työ	
-1,730	1,421	0,223	Pinta-ala · Lohkokoko	
0,843	1,727	0,625	Pinta-ala · Jyväskylän keskihajonta	
2,449	7,678	0,750	Pinta-ala · Jyväskylä	
-2,301	1,385	0,097	Pinta-ala · pH	
1,275	0,637	0,045	Pinta-ala · Sato	*
-3,664	2,831	0,195	Pinta-ala · Elain	
-1,035	1,963	0,598	Pääoma · Pääoma	
-0,938	1,735	0,589	Pääoma · Työ	
-0,261	1,219	0,831	Pääoma · Lohkokoko	
-1,283	1,759	0,466	Pääoma · Jyväskylän keskihajonta	
-6,148	7,848	0,433	Pääoma · Jyväskylä	
3,153	1,632	0,053	Pääoma · pH	
-0,948	0,685	0,167	Pääoma · Sato	
3,158	2,937	0,282	Pääoma · Elain	
0,298	2,337	0,898	Työ · Työ	
2,381	1,472	0,106	Työ · Lohkokoko	
0,047	1,611	0,977	Työ · Jyväskylän keskihajonta	
2,772	8,287	0,738	Työ · Jyväskylä	
-2,318	1,708	0,175	Työ · pH	
0,206	0,544	0,705	Työ · Sato	
0,226	2,965	0,939	Työ · Elain	
-0,427	1,994	0,830	Lohkokoko · Lohkokoko	
1,336	1,536	0,385	Lohkokoko · Jyväskylän keskihajonta	
-8,009	6,436	0,213	Lohkokoko · Jyväskylä	
-2,067	1,448	0,154	Lohkokoko · pH	
-0,019	0,651	0,976	Lohkokoko · Sato	
-2,244	2,569	0,382	Lohkokoko · Elain	
0,060	1,173	0,959	Jyväskylän keskihajonta · Jyväskylän keskihajonta	
3,572	4,410	0,418	Jyväskylän keskihajonta · Jyväskylä	
1,768	2,358	0,454	Jyväskylän keskihajonta · pH	
0,006	0,651	0,993	Jyväskylän keskihajonta · Sato	
0,144	3,623	0,968	Jyväskylän keskihajonta · Elain	
0,087	48,508	0,999	Jyväskylä · Jyväskylä	
20,529	5,626	0,000	Jyväskylä · pH	**
0,934	2,321	0,688	Jyväskylä · Sato	
-5,435	11,626	0,640	Jyväskylä · Elain	
-6,044	2,358	0,010	pH · pH	*
0,047	0,537	0,930	pH · Sato	
-6,202	4,808	0,197	pH · Elain	
-7,123	8,731	0,415	· Hinnat	
9,170	4,146	0,027	· Hinnat	*
-17,497	9,532	0,066	· Hinnat	

*) p< 0,05 ja **) p<0,01

Endogeeninen tuotantosuunnan valinta mallinnettiin peltojen keskimääräisen jyväluvun, peltoalan ja lohkokoon funktiona. Tätä voidaan perustella esimerkiksi sillä, että ainakin pH on kalkituksella viljelijän itsensä säädeltävissä. Probit-malli kuitenkin antoi viitteitä siitä, ettei jyväluvulla mitatulla tilan peltojen keskimääräisellä viljavuudella ollut vaikutusta tuotantosuuntavalintaan, kun tarkasteltiin tuotantosuuntia karkeasti tasolla kotieläintila/kasvinviljelytila (Liite 4). Ainoiksi tuotantosuunnan valintaan vaikuttaviksi tekijöiksi jäivät tilan peltopinta-ala ja lohkokoko. Endogeeninen tuotantosuuntavalinta (kotieläintila/ei kotieläintila) ei korreloinut tilastollisesti merkitsevästi tuotantosuunnittaisten maatalousylijäämien kanssa, kun korrelaatiota mitattiin IMR-muuttujan merkitsevyydellä. IMR-muuttuja pudotettiin pois lopullisesta mallista.

3.3 Varjohinnat

Varjohinnat arvoettiin muuttujien keskiarvoihin, jotka on esitetty kappaleessa 2.1. Tuotannon tekijän varjohinta mittaa sitä maatalousylijäämän lisäystä, joka saadaan, jos tuotannon tekijää voidaan käyttää yksi lisäyksikkö enemmän. Esimerkiksi pääoman varjohinta tarkoittaa sitä vuotuisen maatalousylijäämän lisäystä, mikä tuotantotoiminnalla voidaan saavuttaa, jos maatalousyrittäjä saa käyttöönsä yhden euron lisää pääomaa. Tässä tapauksessa varjohinnan yksikkö voidaan muuntaa pääoman tuotto prosentiksi ja sen avulla voidaan arvioida, kannattaako tuotantoa laajentaa esimerkiksi lainarahalla.

Varjohinnat sinällään saattavat tuntua hieman abstrakteilta erityisesti siksi, että ne eroavat yksiköiltään huomattavasti toisistaan. Esimerkiksi pH-yksikön muutoksella on huomattavasti suurempi vaikutus pellon sadontuottopotentiaaliin kuin jyvityksen pistelukuyksikön muutoksella. Tämä johtuu siitä, että pH:n normaalivaihtelu tilojen välillä on noin 1/2 yksikköä, kun taas jyvälukujen tilojen välinen ero saattaa olla jopa 10 jyvapistettä.

Taulukon 13 perusteella peltojen kasvukuntoa kuvaavien muuttujien varjohintojen etumerkit näyttävät osittain epäloogisilta. Esimerkiksi pH:n varjohinta on negatiivinen. Tämä johtuu kuitenkin siitä, että tutkimusaineiston tiloilla peltojen keskimääräinen pH (6,1) oli keskimäärin viljavuusluokka-asteikolla mitattuna ”tyydyttävä” tai ”hyvä” eli tavoitealueella. Näin hyvillä pH-luvuilla kalkitus ei siis aineiston perusteella paranna maatalon tuloksentelemahdollisuuksia. Aineisto kuitenkin tukee sitä käsitystä, että kalkitus on kannattavaa Viljavuuspalvelu Oy:n viljavuusanalyysien keskiarvolla (pH 5,72). Arvotettaessa pH:n varjohinta 5,72 kohdalle sen varjohinnaksi tulee noin 18 000 €/pH yksikkö/tila/vuosi.

Merkillepantavaa on myös, että pellon varjohinta jää melko alhaiseksi. Se näyttää johtuvan siitä, että kotieläintilat eivät aineiston perusteella hyötyisi lisäpeltoalasta, vaan tuloksentelemää rajoittaa jokin muu tuotannon tekijä. Kotieläintilojen ja niistä erityisesti maitotilojen osuus aineistossa on melko suuri. Lohkokoon positiivinen varjohinta vahvistaa aikaisempien tutkimuksien tuloksia siitä, että suomalaiset tilat kärsivät liian pienestä lohkokookoosta, ja että tilusjärjestelyin lohkokokoa kasvattamalla voidaan parantaa erityisesti

Taulukko 13. Yhteenveto tuotannontekijöiden varjohinnoista.

Varjohinnat		Yksikkö
Pinta-ala	104	€/ha
Pääoma	0,4	%
Työ	1,87	€/tunti
Lohkokoko	1 033	€/ha
Jyvälukujen keskihajonta	858	€/jyväpiste
Jyväluku	201	€/jyväpiste
pH	-5 221	€/pH yksikkö

kasvinviljelytilojen toimintaedellytyksiä. Pääoman ja työn varjohinnat jäävät tulosten perusteella mataliksi. Tämä tarkoittaa sitä, että maatalouteen sijoitetulle lisäpääomalle ja lisätyölle saadaan huono korvaus.

Varjohintojen tasojen tarkastelu ei ole kovin mielekästä, kun niiden tiedetään riippuvan tilakohtaisista tekijöistä. Näitä riippuvuuksia tarkastellaan seuraavissa kappaleissa 3.4 ja 3.5.

3.4 Varjohintojen herkkyyys

Varjohintojen herkkyyttä tarkastellaan joustoilla, jotka on arvoitettu muuttujien keskiarvojen kohdalla, niin kuin itse varjohinnatkin. Ne on määritetty seuraavasti:

$$\varepsilon_s = \frac{\partial \left(\frac{\partial \pi}{\partial k_n} \right)}{\partial k_s} * \frac{\bar{k}_s}{\bar{k}_n}$$

missä: ε_s = jousto

k_n = lohkoittainen jyvälukujen keskihajonta, jyvälukujen keskiarvo tai pH

k_s = kiinteät tuotannontekijät joiden suhteen joustot on laskettu ja yläviiva viittaa muuttujien keskiarvoihin.

Jyväluvun tason suhteen jyväluvun varjohinnan muutos on jäykkää ($\varepsilon_s = 0,09$). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jyväluvun noususta saatava marginaalituotto (varjohinta) on samansuuruinen sekä alhaisilla että korkeilla jyväluvun tasoilla (eli hyvillä ja huonoilla pelloilla). Tämä on keskeinen tulos sillä se tarkoittaa sitä, että jyvityksen pisteluku on edelleen käyttökelpoinen työkalu arvioitaessa erilaatuisten maiden tuottoarvoja.

Tilakohtaisen lohkojen jyväluvun varjohinta reagoi kuitenkin joustavasti kaikkien muiden tuotannontekijöiden muutoksiin. Erityisen suuren itseisarvon jyväluvun varjohinnan jousto saa pH:n tason suhteen. Jouston etumerkki on looginen, sillä se tulkitaan niin, että pH:n noustessa jyväluvun varjohinta nousee (Taulukko 14). Hyvin kalkituilla pelloilla jyvityksen pisteluvun muutos on huomattavasti arvokkaampi kuin matalan pH:n pelloilla. Peltojen kasvukunnosta huolehtineet viljelijät saattavatkin kokea peltojen maalajisuhteet esimerkiksi tilusjärjestelyn yhteydessä huomattavasti tärkeämmiksi kuin muut viljelijät.

Peltojen pH:n varjohinta muuttuu joustavasti jyväluvun ja pH:n suhteen. Tulos kertoo siitä, että kalkitus antaa parhaan taloudellisen tuloksen luontaisesti paremman kasvukunnon mail-la. Toisaalta pH:n nostamisesta saatava rajahyöty laskee nopeasti pH:n tason noustessa.

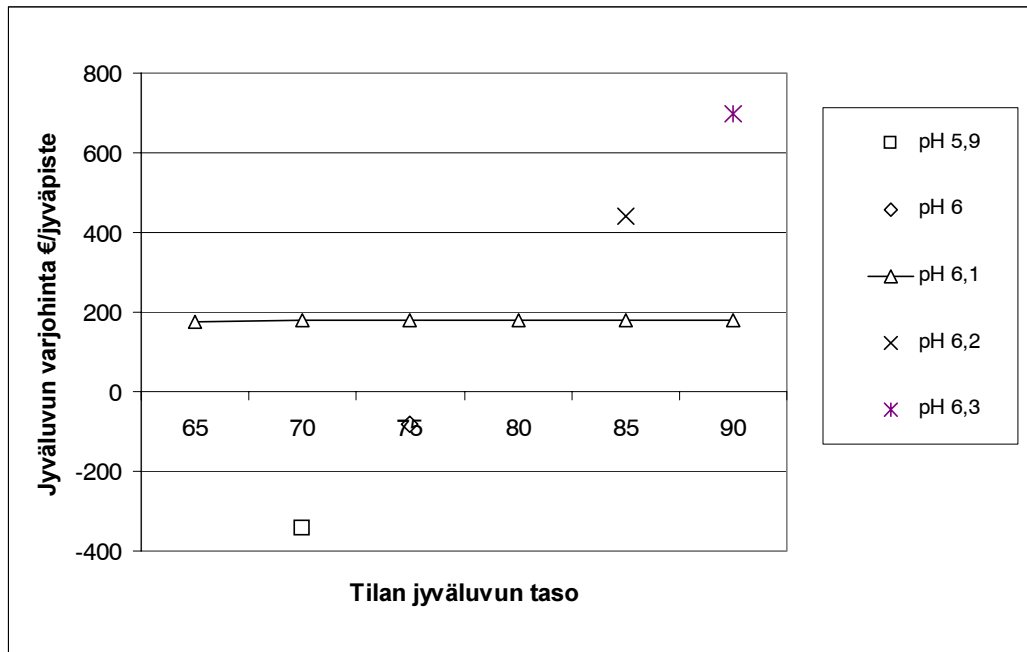
Tilan peltojen jyvälukujen suuresta hajonnasta aiheutuva haitta pienenee jyväluvun tason ja pH:n noustessa. Tilan peltojen maalajivaihtelun aiheuttamaa haittaa voidaan tuloksen pe-rusteella vähentää kalkituksella eli nostamalla peltojen pH:ta. Joustot kertovat myös siitä, että tilan sisäisellä peltojen maalaji- ja multavuusvaihtelulla ei ole niin suurta taloudellista merkitystä, jos peltojen keskimääräinen jyväluku on riittävän suuri. Aineiston jyvälukujen ja pH-arvojen keskiarvotasolla tiloilla havaitusta peltojen välisestä maalaji- ja multavuusvaihtelusta ei aiheutunut taloudellista haittaa, sillä sen varjohinta oli positiivinen.

Taulukko 14. Varjohintojen joustot aineiston keskiarvoilla.

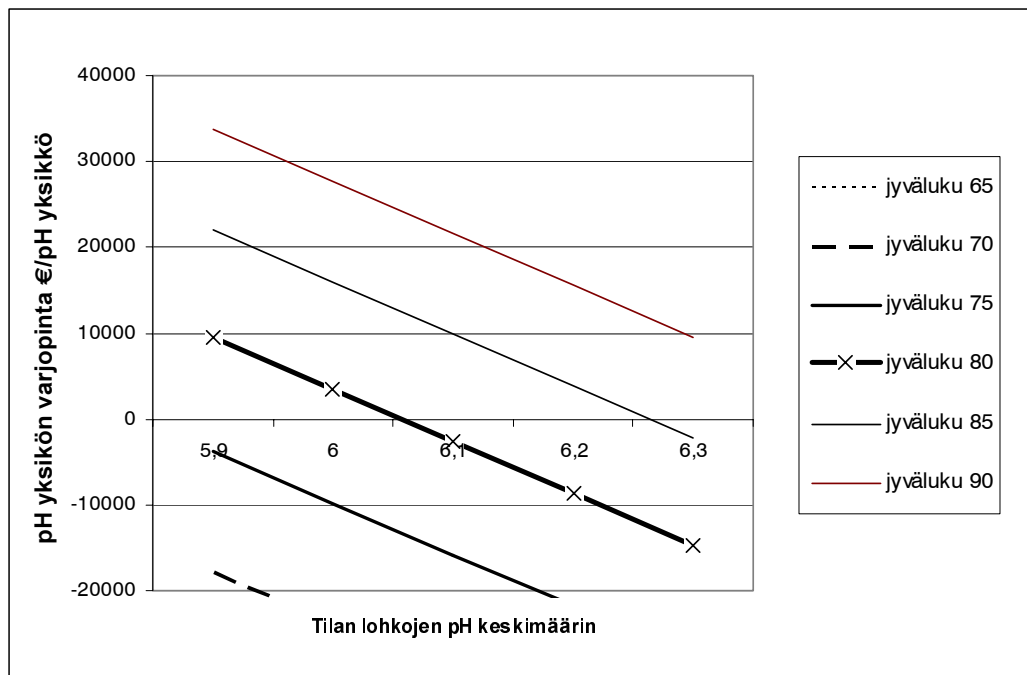
Muuttuja jonka suhteen jousto on laskettu	Lohkokohtaisten jyvälukujen keskihajonta	Tilakohtainen jyvälukujen keskiarvo	pH
Pinta-ala	0,63	1,88	-0,60
Pääoma	-0,38	-1,88	0,33
Työ	0,03	1,90	-0,54
Lohkokoko	0,69	-4,26	-0,37
Jyvälukujen keskihajonta	0,06	3,66	0,61
Jyväluku	3,49	0,09	6,95
pH	5,10	60,61	-6,04

3.5 Simulointi

Joustoja konkreettisemmän käsityksen jyväluvun ja pH:n varjohintojen yhteydestä niiden ta-soon saa, kun asiaa tarkastellaan kuvien avulla. Kuvassa 4 esitetään jyväluvun tason, pH:n tason ja jyväluvun varjohinnan välinen yhteys. Tilatasolla pH:n taso vaikuttaa olennaisesti jyväluvun varjohintaan. Jyväluvun tasolla ei taas ole juurikaan vaikutusta jyvapisteen varjo-hintaan. Esimerkiksi jyväluvun tasoilla 65–90 tilan peltojen jyväluvun nousun marginaali-tuotto (varjohinta) on noin 200 € / tila / vuosi jyväluvun tasosta riippumatta, jos pH:n taso on 6,1.



Kuva 4. Jyväluvun varjohinta pellon pH:n suhteen (yksittäiset pisteet), sekä jyväluvun suhteen ai-neiston keskiarvo pH:n kohdalla (yhtenäinen viiva).



Kuva 5. Tilakohtaisen jyväluvun ja pH:n tason yhteys pH:n varjohintaan.

Kuvassa 5 esitetään pH:n varjohintaa pH:n ja jyväluvun tasojen erilaisissa kombinaatioissa. Esimerkiksi jyväluvun tasolla 75 tilan peltojen pH:n nousulla ei ole positiivista vaikutusta taloudelliseen tulokseen, olipa pH:n taso mikä tahansa välillä 5,9–6,3. Jyväluvun tasolla 80 pH:n noususta on taloudellista hyötyä (varjohinta on positiivinen) vasta, jos pH on alle 6,05 ja keskimääräisen jyväluvun ollessa yli 90 pH:n, noususta saadaan hyötyä aina, jos pH on alle 6,3.

Kuvassa 5 esitetty tulos on suoraan verrattavissa viljavuustutkimuksen tulkintaoppaan kalkitusohjeeseen, kun tulkintaoppaan maalaji/multavuuskombinaatiot muutetaan jyvityksen pisteluvuiksi. Esimerkiksi runsasmultainen hietasavi saa 81 jyvapistettä. Kuvan 5 perusteella runsasmultaisen hietasaven kalkituskynnys asettuisi tämän aineiston perusteella pH luvun 6,1 tienoille. Viljavuusanalyysin tulkintaoppaan mukaan runsasmultaisen hietasaven ”tyydyttävä” pH:n viljavuusluokka alkaa 5,8:stä ja loppuu 6,2:ään (Viljavuuspalvelu 2000).

Taloudellisin perustein määriteltyjen maalajikohtaisten kalkituskynnysten määrittäminen olisi mahdollista tässä tutkimuksessa määritettyjen parametrien perusteella. Niitä ei kuitenkaan määritetä tässä yhteydessä, sillä se ei kuulunut tämän tutkimuksen tavoitteisiin. On kuitenkin todettava, ettei vuotuisen varjohinnan positiivisuus vielä takaa kalkituksen taloudellista kannattavuutta, vaan varjohinnan on oltava ”riittävän iso” ja oltava odotettavissa riittävän monen vuoden ajan kattaakseen kalkituksesta aiheutuvat kustannukset. Toisin sanoen varjohinnan pääomituksessa käytettävät parametrit, kuten suunnitteluajan pituus ja laskentakorko, vaikuttavat varjohinnan ohella taloudellisin perustein tehtäviin kalkituspäätöksiin, kuten tämän tutkimuksen aikaisemmissa julkaisuissa on todettu (Myyrä ym. 2003). Taloudellisesti perusteltavat kalkituskynnykset (pH-tasot) eri maalajeille (jyvityksen pisteluvuille) ovatkin alempia kuin kuvassa 5 perusteella suoraan johdetut kalkituskynnykset.

Sääoloja ja tuotantosuuntaa kuvaaville apumuuttujille ei voida laskea joustoja, mutta varjohintojen arvoja eri apumuuttujien arvoilla voitiin arvioida simuloimalla. Tämän tarkastelun tavoitteena oli arvioida, ovatko varjohinnat kovin erilaisia kotieläintiloilla ja kasvinviljelytiloilla. Myös hyvien ja huonojen satovuosien eroja voidaan tarkastella.

Vaikka taulukossa 15 on esitetty kaikkien tuotannontekijöiden varjohintojen arvot eri apumuuttujien arvoilla, tulkitaan niitä vain tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena olevia pelon kasvukuntoa kuvaavien muuttujien osalta. Myös tuotantosuunta- ja sääolosuhdemuuttujien yhdysvaikutuksia olisi voitu tarkastella. Siihen ei kuitenkaan tässä yhteydessä menty, vaan taulukon 15 uskotaan havainnollistavan näiden muuttujien ja varjohintojen välisten yhteyksien peruslinjat.

Taulukko 15. Tuotannontekijöiden varjohinnat kotieläintiloilla ja kasvinviljelytiloilla sekä huonona että hyvänä satovuonna.

Varjohinnat	Eläin = 1	Eläin = 0	Sato = 1	Sato = 0
Pinta-ala (€ / ha)	-36,40	715,11	231,82	-29,70
Pääoma (€ / €)	0,035	-0,13	-0,02	0,03
Työ (€/tunti)	1,97	1,42	2,11	1,61
Lohkokoko (€/ha)	-366	7107	1002	1066
Jyvälukujen keskihajonta (€/jyvapistee)	909	638	862	855
Jyväluku (€/jyvapistee)	72	759	258	140
pH (€/pH-yksikkö)	-16830	45187	-4992	-5461

Eläin = kotieläintila, Sato = hyvä satovuosi ja molemmissa muuttujissa muuttujan arvo 0 tarkoittaa vastakohtaista vaihtoehtoa.

Tilan sisäinen lohkojen suuri maalaji- ja multavuusvaihtelu, josta seuraa suuri tilakohtainen lohkojen jyvälukujen keskihajonta, ei aineiston keskiarvotiedoilla näyttäisi aiheuttavan haittaa tuotannon järjestämiselle ja taloudellisen tuloksen tekemiselle. Jyvälukujen keskihajonta sai kaikilla apumuuttujien arvoilla positiivisia varjohintoja. Positiivinen varjohinta tarkoittaa sitä, että jyvälukujen hajonnan lisääntymisestä olisi taloudellisessa mielessä hyötyä. Myös keskimääräinen jyväluku sai positiivisia varjohintoja. Kasvinviljelytilat näyttäisivät kuitenkin hyötyvän tilan keskimääräisen jyväluvun noususta huomattavasti enemmän kuin kotieläintilat. Kotieläintiloilla jyvapisteen varjohinnaksi tuli noin 1,5 €/jyväpiste/ha/vuosi ja kasvinviljelytiloilla noin 15 €/jyväpiste/ha/vuosi.

Aineiston perusteella näyttäisi siltä, että havaintojen keskimääräinen pH (noin 6,1) olisi riittävä kotieläintuotantoa harjoittaville tiloille. Kasvinviljelytilat sen sijaan hyötyisivät keskiarvoja korkeammista pH-luvuista. Kuten kuvasta 5 havaittiin pH:n varjohinta saattaa kuitenkin riippua enemmän maalajeista kuin tuotantosunnista. Aineistossa kasvinviljelytiloilla oli keskimäärin hieman korkeampi jyvityksen pisteluku kuin kotieläintiloilla.

3.6 Tuotannontekijöiden arvo

Varjohinnat kuvaavat tuotannontekijöiden marginaalivaikutusta vuotuisen maatalousyli jäämään. Tuotannontekijöiden tuottoarvon selvittämiseksi vuotuiset varjohinnat pitää vielä pääomittaa. Tuotannontekijän tuottoarvo kuvaa sitä, kuinka paljon tuotannontekijän lisäyksiköstä kannattaa maksaa. Pääomituksessa käytettävä nykyarvotekijä saadaan kaavasta:

$$K_{PV} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

missä K_{PV} = nykyarvotekijä,

i = korkokanta ja

n = tuottojen oletettu kesto aika.

Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, ovat pellon kasvukuntoa kuvaavien muuttujien varjohinnat hyvin herkkiä tilakohtaisille tekijöille eli ne vaihtelevat tiloittain voimakkaasti. Pääomituksessa tämä vaihtelu edelleen kertaantuu. Jos tuotannontekijä lisäkäyttömahdollisuudesta seuraavan vuotuisen maatalousyli jäämän lisäyksen oletetaan uusiutuvan vuosittain jatkuvana sarjana ja pääomituksessa käytettävänä korkokantana käytetään 5 %:a, tulee pääomituskerroimeksi 20. Tämänkaltaisissa tilanteissa yleisesti käytettyjä pääomitusajoja ovat 20–30 vuotta, jotka antavat nykyarvotekijäksi 5 %:n laskentakorkokannalla 12,46 ja 15,37. Tässä tutkimuksessa käytetään kuitenkin jatkuvaa sarjaa, sillä esimerkiksi tilusjärjestelystä seuraavan tilakohtaisen jyväluvun muutoksen aiheuttaman hyödyn/haitan voidaan katsoa olevan pysyvä.

Taulukko 16. Kiinteiden tuotannontekijöiden tuottoarvo.

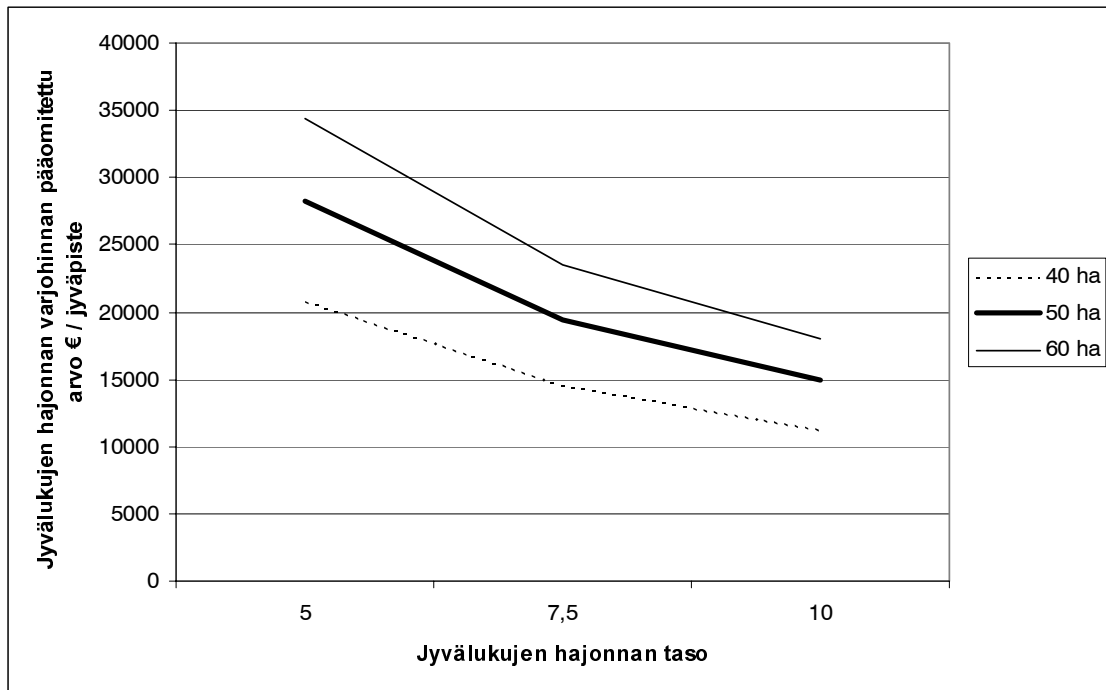
Tuotannontekijä		Tuottoarvo / tila
Pinta-ala	2 080	€/ha
Lohkokoko	20 660	€/ha
Jyvälukujen keskihajonta	17 160	€/jyväpiste
Jyväluku	4 020	€/jyväpiste
pH	-104 420	€/pH yksikkö

Taulukon 16 tuloksia tarkasteltaessa on muistettava käytetyn aineiston ominaisuudet ja varjohintojen herkkyyden niiden suhteen. Esimerkiksi pellon tuottoarvo jää melko pieneksi kotieläintilojen ollessa vahvasti edustettuna aineistossa. Kuten taulukko 15 osoittaa, on pellon varjohinta kasvinviljelytiloilla huomattavasti korkeampi kuin kotieläintiloilla. Toinen keskeinen huomio on se, että jyväluvun ja pH:n tuottoarvojen etumerkit vaihtuvat jos tuottoarvoja tarkastellaan alemmalla pH tasolla. Esimerkiksi kaikkien suomen peltojen keskimääräisellä pH tasolla, joka Viljavuuspalvelu Oy:n vuosien 1996–2000 analyyseissä oli keskimäärin 5,72 jyväluvun tuottoarvosta tulee negatiivinen ja pH:n tuottoarvosta positiivinen.

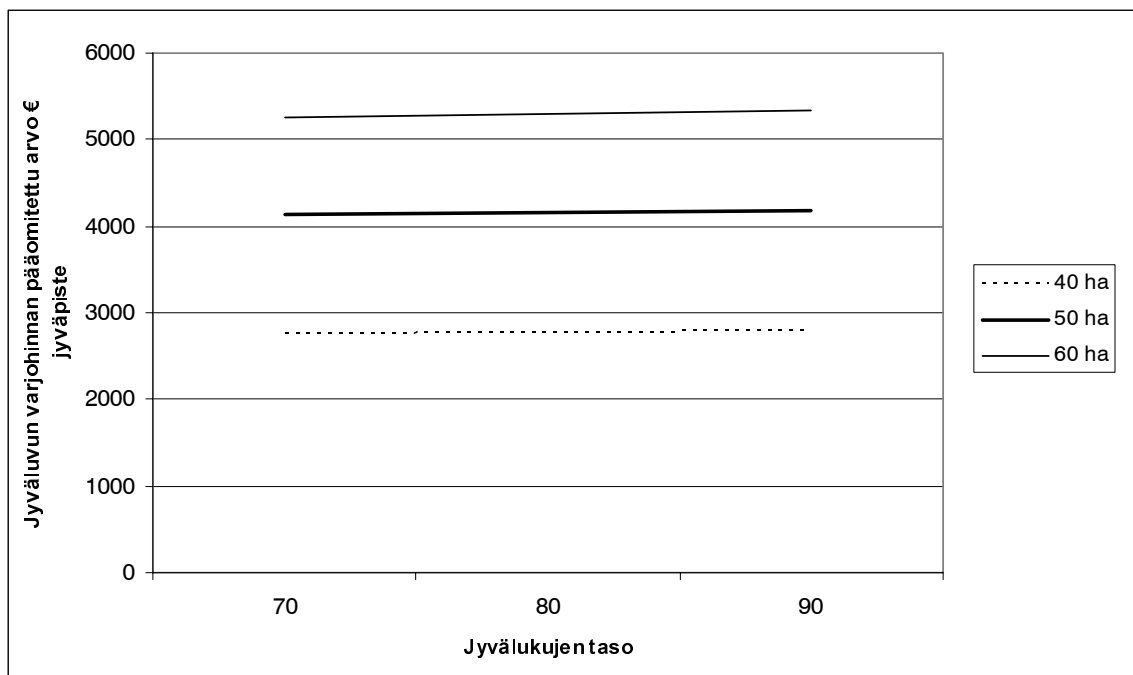
Pellon kasvukuntoa kuvaavien tekijöiden tuottoarvon täydellinen esittäminen onkin moniulotteinen ongelma. Tässä yhteydessä arvot esitetään kuvina ainoastaan oman tasonsa ja tilakoon suhteen, eikä muiden kasvukuntoa kuvaavien muuttujien tason vaikutusta huomioida, kuten kuvissa 4 ja 5 tehtiin varjohintoja tarkasteltaessa. Kuvien 6–8 tavoitteena on havainnollistaa tilakohtaisten ominaisuuksien yhteyttä peltojen kasvukuntoa kuvaavien muuttujien varjohintojen pääomitettuihin arvoihin.

Kuva 6 osoittaa, millainen merkitys tilalla havaittavalla lohkojen välisellä jyvälukujen hajonnalla mitatulla maalaji- ja multavuusvaihtelun tasolla on tilan peltojen välisen maalajivaihtelun muutoksen tuottoarvoon / haittaan. Jos tilan peltojen jyvälukujen keskihajonta on pieni, tilan pellot ovat keskenään samaa tai lähes samaa maalajia ja multavuusluokkaa. Maalaji- ja multavuusluokkavaihtelun tasosta riippumatta maalajivaihtelun tilakohtainen lisääntyminen ei aineiston perusteella näyttäisi aiheuttavan taloudellista haittaa.

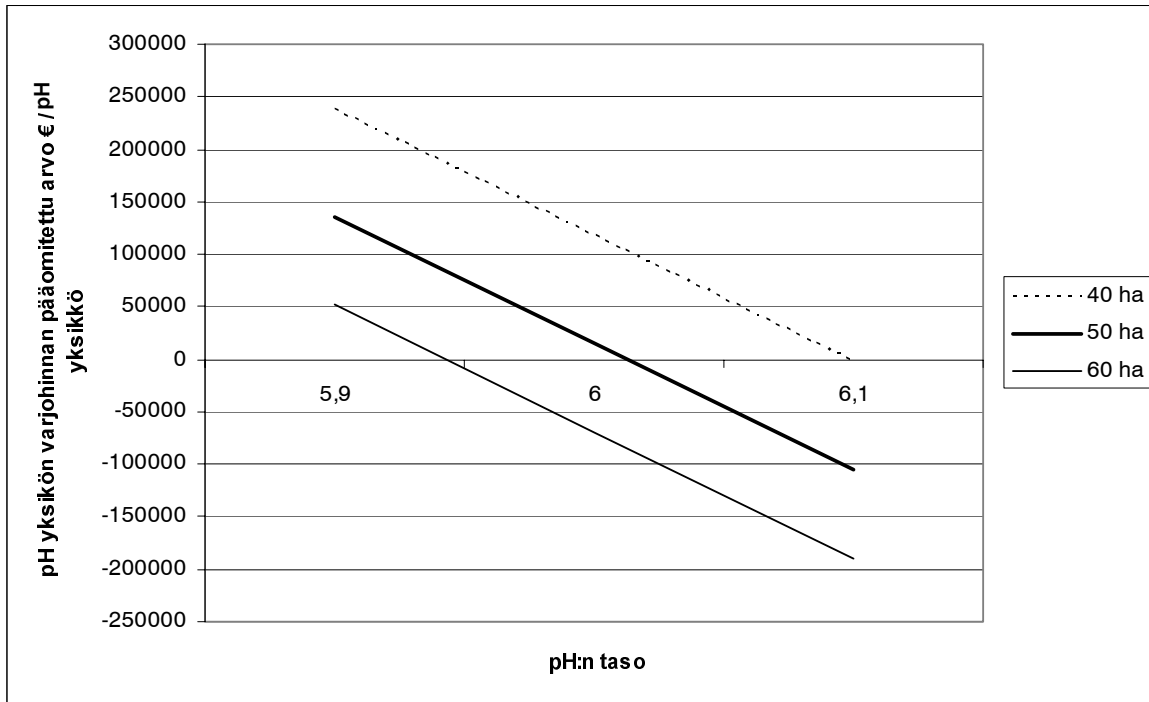
Tilakohtaisen jyväluvun muutoksen pääomitettu varjohinta riippuu olennaisesti tilakoosta (Kuva 7). Tämä on tietenkin looginen tulos, sillä jyvälukujen taso on mitattu tilakohtaisena keskiarvona. Jyväluvun taso ei puolestaan vaikuta juuri ollenkaan tilakohtaisen jyväluvun varjohinnan pääomitettuun arvoon. Aineiston keskiarvotiedoilla (Taulukot 6–8) jyväpisteen pääomitettu arvo oli noin 4 000 € / jyväpiste / tila. Hehtaaria kohden jyväluvun muutoksen yksikköarvoksi tulee jyväluvun tasosta ja tilakoosta riippumatta noin 80 €.



Kuva 6. Tilakoon ja jyvälukujen keskihajonnan tason yhteys jyvälukujen keskihajonnan varjohinnan pääomitettuun tilakohtaiseen arvoon.



Kuva 7. Tilakoon ja jyväluvun tason yhteys jyväluvun varjohinnan pääomitettuun tilakohtaiseen arvoon.



Kuva 8. Tilakoon ja pH:n tason yhteys pH:n varjohinnan pääomitettuun tilakohtaiseen arvoon.

Kuvassa 8 esitettävä pH:n tason ja pH:n varjohinnan pääomitetun arvon välinen yhteys onkin aikaisemman tiedon valossa looginen. Kalkitsemalla tehtävästä pH:n nostamisesta saadaan hyötyä vain tiettyyn rajaan asti. Tilakoolla näyttäisi olevan pieni vaikutus tähän rajaan. Aineiston perusteella saadaan viitteitä siitä, että pienten tilojen (tässä tutkimuksessa 40 ha) kannattaa nostaa peltojen pH korkeammaksi kuin suurten tilojen (tässä tutkimuksessa 60 ha). Käytännössä tulos tarkoittaa sitä, että vallitsevassa taloudellisessa toimintaympäristössä nopea rakennekehitys voi alentaa kalkituksen taloudellisia kannusteita.

4 Yhteenveto

Maatiloja koskevat tietorekisterit kehittyvät nopeasti. Tukien hallinnoinnin yhteydessä maataloukselta tallennetaan erilaisiin rekistereihin monenlaista tietoa. Tässä tutkimuksessa maataloushallinnon tietokannoista on hyödynnetty peltolohkokokosten tietoja. Maatalouden taloudellista kehitystä seurataan kannattavuuskirjanpitojen antamien tietojen avulla. Kannattavuuskirjanpitojen viljelijät olivat merkittävässä roolissa myös tässä tutkimuksessa, sillä he antoivat luvan eri tietokannoissa olevien tilakohtaisten tietojensa yhdistämiseen. Edellä mainittuihin kannattavuuskirjanpidon ja peltolohkokokosten tietoihin yhdistettiin tässä tutkimuksessa vielä Viljavuuspalvelu Oy:n tietokannasta tilojen lohko-kohtaisia viljavuustietoja.

Tulosten perusteella jyväluvulla mitatulla peltojen maalajeilla ja multavuudella eli luontaisella viljavuudella, tilan sisäisellä maalaji- ja multavuusvaihtelulla sekä peltojen pH:lla on tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä tiloilla aikaansaatuun taloudelliseen tulokseen. Tilakohtaiset tekijät vaikuttavat kuitenkin voimakkaasti siihen, miten merkittävä yhteys on taloudellisesti. Tilakohtaisella peltolohkojen välisellä jyvälukuhajonnalla kuvatussa maalaji- ja multavuusluokkavaihtelun tasosta riippumatta maalajivaihtelun tilakohtainen lisääntyminen ei näyttäisi aiheuttavan taloudellista haittaa. Peltojen happamuuden muutoksen taloudelliset vaikutukset riippuvat puolestaan huomattavasti enemmän tilakohtaisista tekijöistä.

Jyvityksen pisteluku osoittautui puolestaan hyväksi mittariksi arvioitaessa peltojen luontaisen sadontuottokyvyn arvoa. Tilakoosta sekä maalajeista ja multavuusluokista johdetun jyväluvun tasosta riippumatta jyvityksen pisteluvun arvoksi tuli noin 80 €/jyväpiste/ha. Tuotantosuunnittain jyväpiste saa kuitenkin huomattavan erilaisia arvoja. Tässä tarkastelussa 80 % tiloista oli kotieläintiloja ja 20 % kasvinviljelytiloja. Jyväpisteen arvon todettiin olevan myös vahvasti yhteydessä peltojen pH:n tasoon.

Tilakohtaisten tekijöiden yhteys pellon sadontuottokyvyn arvoon tekee tulosten soveltamisesta haastavaa. Peltojen pH:lle tai jyväluvulle ei voidakaan antaa yksiselitteisiä ja kaikkiin tilanteisiin sopivia arvoja, vaikka ne olisivat käytännön sovellutuksissa tarpeellisia (Heiskanen 1983, s. 17, Maanmittauslaitos 1998, ”jyvitys”). Tulokset antavat kuitenkin lisätietoa tilakohtaisten tekijöiden vaikutuksesta pellon kasvukunnon arvoon. Tulokset auttavatkin ymmärtämään, kuinka helposti pellon laatu voi nousta kiistan aiheeksi tiluksia järjesteltäessä.

Kirjallisuus

- Barnard, C., Whittaker, G., Westenberger, D. & Ahearn, M. 1997. Evidence of capitalization of direct government payments into U.S cropland values. *American Journal of Agricultural Economics* 79(5):1642–1650.
- Faux, J. & Perry, G. 1999. Estimating irrigation water value using hedonic price analysis. *Land economics* 75(3):440–452.
- Heckman, J. 1979. Sample Bias as a Specification Error. *Econometrica* 47:(1):153–161.
- Heiskanen, O. 1983. Maa- ja metsätalousmaan jyvitysperusteisen arvon määrittäminen. *Maanmittauslaitoksen julkaisuja* 50. 153 s. ISBN 951-46-7573-8.
- Kantola, J. 1979. Tutkimus maan hinnasta sekä rakennuksen omaisuusosa-arvon ja nykyarvon suhteesta Hämenlinnan ympäristössä. *Maanmittauslaitoksen julkaisuja* 46. 172 s. ISBN 951-46-3870-0.
- Kwansoon, K., Bradford, L.B. & Coxhead, I. 2001. Measuring soil quality dynamics a role for economists, and implications for economic analysis. *Agricultural Economics* 25:13-26.
- Laurila, I.P. 1988. Pellon markkinahinta. *Maatilahallituksen julkaisuja* 15. Helsinki. 134 s. ISBN 951-47-1437-7.
- Maanmittauslaitos. 1998. Arviointi ja korvaukset. 12.5.1998 ajantasaistettu painos.
- Maataloustilastollinen vuosikirja 2002. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2002:65. Helsinki: MMM. 266 s.
- MMM. 2002. Hakuopas 2002. Peltokasvien tuki, Ympäristötuki, Luonnonhaittakorvaus, Kansalliset tuet. 138 s.
- MTT Taloustutkimus 2003. Kannattavuuskirjanpitoiltojen tuloksia. Saatavana internetissä: <http://www.mtt.fi/mttl/las/kirjanpito2003>. Viitattu 10.12.2003
- Myyrä, S., Ketoja, E. & Yli-Halla, M. 2003. Pellon hallintaoikeuden yhteys maanparannuksiin - esimerkkinä kalkitus ja fosforilannoitus. MTT:n selvityksiä 37. Helsinki: MTT. 51 s. + 4 liitettä. ISBN 951-729-767-X.
- Mäntylähti, V. 2002. Peltojen ravinnetilan kehitys 50 vuoden aikana. Teoksessa: Uusitalo, R. (toim.) & Salo, R. (toim.). *Tutkittu maa - turvalliset elintarvikkeet. Maa- ja elintarviketalous* 13: 5–13. Jokioinen: MTT. ISBN 951-729-694-0.
- Palmquist, R. & Danielson, L. 1989. A hedonic study of the effects of erosion control and drainage on farmland values. *American Journal of Agricultural Economics* 71(1): 55–62.
- Peltola, R. 1997. Maatalousmaan arvo ja hinta Suomessa v. 1980–1996. *Maanmittauslaitoksen julkaisuja* 83. 176 s. ISBN 951-48-0149-0.
- Perry, G. & Robison, L. 2001. Evaluating the influence of personal relationship on land sale prices: A case study in Oregon. *Land economics* 77(3): 385–398.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1994. *Biometria*. Viides painos. Helsinki: Yliopistopaino. 569 s. ISBN 951-570-085-X.
- Remes, K. 2003. Arable crops. Teoksessa: Niemi, J. & Ahlstedt, J. (toim.). *Finnish Agriculture and Rural Industries 2003*. MTT Taloustutkimus. *Julkaisuja* 103a. Helsinki: MTT. 94 s. ISBN 951-687-137-2.
- Roka, F. & Palmquist, R. 1997. Examining the use of national databases in hedonic analysis of regional farmland values. *American Journal of Agricultural Economics* 79(5):1651–1656.

- Siltala, L. 1969. Todellisten ja verotuksessa määrättyjen tulojen suhteesta pinta-alaverotusta sovellettaessa. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 17. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. 89 s.
- Viljavuuspalvelu. 2000. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Mikkeli: Viljavuuspalvelu. 31 s. ISBN 951-97434-4-8.
- Ylätalo, M. 1992. Liisäpellon tuotto- ja kauppaa-arvon määrittämisen perusteet ja soveltuvuus pellon arvon osoittamiseen Etelä-Suomessa vuosina 1972–1986. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 11. Espoo: Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos. 156 s. ISBN 951-8950-13-X.

Liite 1 (1/1). Muuttujien muunnokset.

Taulukko 1. Jakajat aineiston muuttujamuunnoksissa.

Jakajat muuttujien muunnoskorjauksessa.	
Maatalousylijäämä	10 000
Kasvinviljelytuotteiden tarjonta	10 000
Kotieläintuotteiden tarjonta	10 000
Ostopanosten kysyntä	10 000
Kasvinviljelytuotteiden hinta	1
Kotieläintuotteiden hinta	1
Ostopanosten hinta	1
Tilan pelto-ala	10
Pääoma	100 000
Työ	1 000
Lohkokoko	1
Lohkojen välinen jyvälukujen hajonta	1
Tilakohtainen lohkojen jyvälukujen keskiarvo	10
Tilakohtainen lohkojen pH-arvojen keskiarvo	1
SATO-apumuuttuja	1
ELAIN-apumuuttuja	1

Liite 2 (1/1). Muuttujien korrelaatiot.

Spearman Correlation Coefficients, N = 203
Prob > |r| under H0: Rho=0

	MY	P1	P2	W	A	K	L	R1	R2	V1	V2	SATO	ELÄIN	
MY	1													
P1	-0,06427	1												
P2	0,07825	-0,81441	1											
W	0,2671	<,0001 *	0,09311	1										
A	0,1691	<,0001 *	0,09311	0,09311	1									
K	0,35745	0,0999	0,1864	0,07367	0,64834	1								
L	<,0001 *	0,2554	0,2962	0,00354	<,0001 *	0,23093	0,50427	1						
R1	0,51338	0,0138	-0,00354	-0,00354	0,23093	0,26638	-0,07999	1						
R2	<,0001 *	0,8451	0,96	0,96	0,0009 *	<,0001 *	0,2566	0,022	-0,013	1				
V1	0,04067	0,956	0,950	0,950	0,153	0,092	0,753	0,851	-0,08017	-0,20668	1			
V2	0,5646	0,6804	0,918	0,918	0,0002 *	0,0237 *	0,2176	0,2555	0,0031 *	0,1215	0,07456	1		
SATO	0,08779	0,4778	0,6579	0,6579	0,0071 *	0,0083 *	0,0911	0,0117 *	0,0842	0,2904	0,02304	-0,04726	1	
ELÄIN	0,36033	<,0001 *	<,0001 *	<,0001 *	0,151	0,2444	0,9307	0,8286	0,6027	0,7442	0,5031	-0,37759	-0,08924	1
	<,0001 *	0,2003	0,2511	0,2511	0,0107 *	0,0009 *	<,0001 *	0,0598	0,139	0,0436 *	<,0001 *	0,2055		

*) p < 0,05

MY= maatalousviljäämä, P1= kasvinviljelytuotteiden hinta, P2= kotieläintuotteiden hinta, W= ostospanosten hinta, A= tilan peltopinta-ala, K= pääoma, L=työ
R1= lohkokoko, R2= jyvälukujen (lohko) keskihajonta, V1= jyväluku (tila), V2= pH, SATO= apumuuttuja (saa arvon 0 vuosina 1998 ja 1999), ELÄIN= dummy (saa kotieläintilalla arvon 1)

Liite 3 (1/2). Residualien testaus.

Mallin yhtälöiden residualit mittaavat mallin ennustevirhettä havainnoittain. Ennustevirheitä tarkastellaan, jotta saadaan selville jäikö, jokin käytetyistä selittävästä muuttujista selittämään havaittua ennustevirhettä. Tässä yhteydessä ennustevirheiden ja selittävien muuttujien välisen yhteyden tutkimiseen käytetään kahta eri testiä. Ne mittaavat hieman eri asiaa. Park-testi poimii selittävän muuttujan ja virhetermin välisen yhteyden merkitseväksi, jos virhetermin arvo on huomattavan iso vain muutamilla isoilla tai pienillä selittävän muuttujan arvoilla, vaikkei selittävän muuttujan ja virhetermin välillä muuten olisikaan yhteyttä. Järjestyskorrelaatiotesti (Spearman järjestyskorrelaatio) puolestaan ei havaitse muutamia suuria virhetermien arvoja, vaan tarkastelee nimensä mukaisesti vain, ovatko muuttujat ja virhetermit havainnoittain samassa suuruusjärjestyksessä. Taulukoissa 1 ja 2 on merkitty korostettuina tilastollisesti merkitsevät virhetermi ja selittävä muuttuja -parit, jotka ovat merkitseviä molempien testien perusteella.

Taulukko 1. Park-testin tulokset.

Park-testi	ln (RES_MY ²)		ln (RES_KAST ²)		ln (RES_KOTT ²)		ln (RES_OPKYS ²)	
	Kerroin	P-arvo	Kerroin	P-arvo	Kerroin	P-arvo	Kerroin	P-arvo
A	0,115	<u>0,040</u>	0,131	0,046	-0,070	0,202	0,022	0,676
K	0,440	<u>0,001</u>	0,226	0,175	0,076	0,583	0,484	<u>0,000</u>
L	0,121	0,085	0,119	0,143	-0,225	0,000	-0,070	0,274
R1	-0,044	0,727	0,252	0,085	0,362	<u>0,002</u>	0,277	<u>0,015</u>
R2	-0,006	0,909	-0,117	<u>0,035</u>	0,023	0,626	-0,061	0,161
V1	0,252	0,157	0,412	0,045	-0,036	0,835	0,099	0,539
V2	0,334	0,431	1,177	0,015	-0,064	0,875	0,459	0,231

Alleiviivatuissa kulmakertoimen p-arvo < 0,05 eli kerroin on tilastollisesti merkitsevä

RES_MY= maatalousylijäämää selittävän funktion virhetermi, KAST =kasvinviljelytuotteiden tarjonta,

KOTT =kotieläintuotteiden tarjonta ja OPKYS =ostopanosten kysyntä.

A= tilan peltopinta-ala, K= pääoma, L=työ, R1= lohkokoko, R2= jyvälukujen (tilan sisäinen lohkojen välinen) keskihajonta, V1= jyväluku (tila), V2= pH.

Liite 3 (2/2). Residualien testaus.

Taulukko 2. Spearmanin korrelaatiotestin tulokset.

Spearman korre- laatiot	RES_MY		RES_KAST		RES_KOTT		RES_OPKYS	
	<i>Kerroin</i>	<i>P-arvo</i>	<i>Kerroin</i>	<i>P-arvo</i>	<i>Kerroin</i>	<i>P-arvo</i>	<i>Kerroin</i>	<i>P-arvo</i>
A	0,027	0,350	-0,205	<u>0,002</u>	0,040	0,285	0,019	0,391
K	0,039	0,288	-0,219	<u>0,001</u>	0,044	0,268	-0,011	0,059
L	0,074	0,148	-0,322	<u>0,000</u>	0,137	<u>0,026</u>	0,065	0,082
R1	0,011	0,436	-0,023	0,370	0,016	0,412	-0,054	0,221
R2	0,008	0,453	-0,002	0,487	0,020	0,390	-0,037	0,298
V1	0,071	0,156	-0,150	<u>0,016</u>	0,127	<u>0,035</u>	0,056	0,214
V2	0,108	0,063	-0,249	<u>0,000</u>	0,076	0,140	-0,021	0,385

Alleiviivatuissa korrelaatiokertoimen $p < 0,05$ eli korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä

RES_MY= maatalousylijäämää selittävän funktion virhetermi, KAST =kasvinviljelytuotteiden tarjonta, KOTT =kotieläintuotteiden tarjonta ja OPKYS =ostopanosten kysyntä.

A= tilan peltopinta-ala, K= pääoma, L=työ, R1= lohkokoko, R2= jyvälukujen (lohko) keskihajonta, V1= jyväluku (tila), V2= pH.

Liite 4 (1/1). Endogeenisten tekijöiden vaikutus tuotantosuuntavalintaan.

Taulukko 1. Tilan ominaisuuksien vaikutus tuotantosuuntavalintaan.

Muuttuja	Kerroin	Kertoimen	t-arvo keskivirhe	p-arvo	Muuttujan keskiarvo
Vakio	0,67120	0,26529	2,53000	0,01140	
Peltoala	-0,03515	0,01438	-2,44500	0,01450	4,87625
Lohkokoko	-0,09676	0,02766	-3,49900	0,00050	3,00366
Jyväluku	0,01061	0,01827	0,58000	0,56160	7,91638

Taulukko 2. Mallin probit-mallin ennustekyky.

Todellinen	Ennustettu		Yhteensä
	0	1	
0	10	28	38
1	1	164	165
Yhteensä	11	192	203

MTT:n selvityksiä -sarjan Talous-teeman julkaisuja

- No 37 Myyrä, S., Ketoja, E. & Yli-Halla, M. 2003. Pellon hallintaoikeuden yhteys maanparannuksiin - esimerkkinä kalkitus ja fosforilannoitus. 51 s., 4 liitettä.
- No 38 Peltola, A. 2003. Syrjäytymisvaara ja hanketoiminnan mahdollisuudet maataloilla. Esimerkkeinä Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Keski-Suomen maakunnat. 89 s., 2 liitettä.
- No 39 Ristiluoma, R., Sipiläinen, T. & Kankaanhuhta, K. 2003. Kirjanpitoiltojen viljelijäkyselyn tulokset ja maksuvalmius. 77 s., 3 liitettä.
- No 40 Juntti, L. 2003. Typpilannoituksen ja kasvinsuojeluaineiden käytön vaikutus mallas- ja rehuohranviljelyn taloudelliseen tulokseen. 51 s., 2 liitettä.
- No 43 Korento, S. 2003. Selvitys viheralan tuotannon arvosta. 23 s. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts43.pdf>).
- No 45 Paavola, V. 2003. Alueellisten tekijöiden merkitys maaseudun yrityskeskittymien syntymiseen – Esimerkkinä sikatalouden ja kutoma-alan yrityskeskittymät. 92 s., 8 liitettä.
- No 46 Hirvijoki, M., Knuutila, K. & Heikinmaa, S. 2003. Rahoitustukea saaneiden tilojen talous, suunnitelmien toteutuminen ja tulevaisuuden suunnitelmat. 161 s., 2 liitettä.
- No 52 Seppälä, R.A. & Ovaska, S. 2003. Pienten maatilayritysten arvonlisäverohuojennuksen aiheuttamat kustannukset valtiontaloudelle. 15 s. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts52.pdf>).
- No 54 Uusitalo, P. 2003. Siipikarja- ja lammastilojen talous. 73 s., 4 liitettä.
- No 57 Puurunen, M., Hirvijoki, M., Turunen, H. & Åberg, J. 2004. Etelä-Suomen kansallisten tukien vaikutusten arviointi. 106 s., 6 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts57.pdf>). Puurunen, M., Hirvijoki, M., Turunen, H. & Åberg, J. 2004. An Evaluation of the Effects of National Aids for Southern Finland. 113 s., 6 appendices. (Available at: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts57a.pdf>).
- No 58 Vihtonen, T. 2004. Laatu järjestelmien taloudelliset vaikutukset ja toimivuus maatalous- ja elintarvikealojen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. 84 s., 8 liitettä.
- No 59 Lindström, O. & Heshmati, A. 2004. Interaction of Real and Financial Flexibility - An Empirical Analysis. 31 p., 2 appendices. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts59.pdf>).
- No 61 Ovaska, S., Sipiläinen, T., Ryhänen, M. & Ylätaalo, M. 2004. Maitotilojen tuotantotoiminta ja talous - Suomen, Ruotsin, Saksan ja Itävallan IFCN-tilojen vertailu. 54 s.
- No 62 Lehtonen, H. (toim.). 2004. CAP-uudistus Suomen maataloudessa. 140 s.
- No 63 Kuokkanen, K. 2004. Kolmannen sektorin rooli kumppanuuksissa. Esimerkkinä Itä- ja Pohjois-Suomen tavoite 1 -ohjelmat rakennerahastokaudella 2000–2006. 93 s., 4 liitettä.
- No 64 Laaksonen, M., Forsman, S. & Immonen, H. 2004. Kokonaisvaltaisen suorituskyvyn mittausjärjestelmän rakentaminen elintarvikealan pienyrityksen käyttöön. Esitutkimus. 71 s., 1 liite.
- No 65 Hirvi, T. 2004. Nuorten viljelijöiden tulonmuodostus ja työnkäyttö. 66 s., 8 liitettä.
- No 66 Myyrä, S. 2004. Pellon kasvukunnan taloudellinen arvo. 37 s., 4 liitettä.

MTT:n selvityksiä 66

