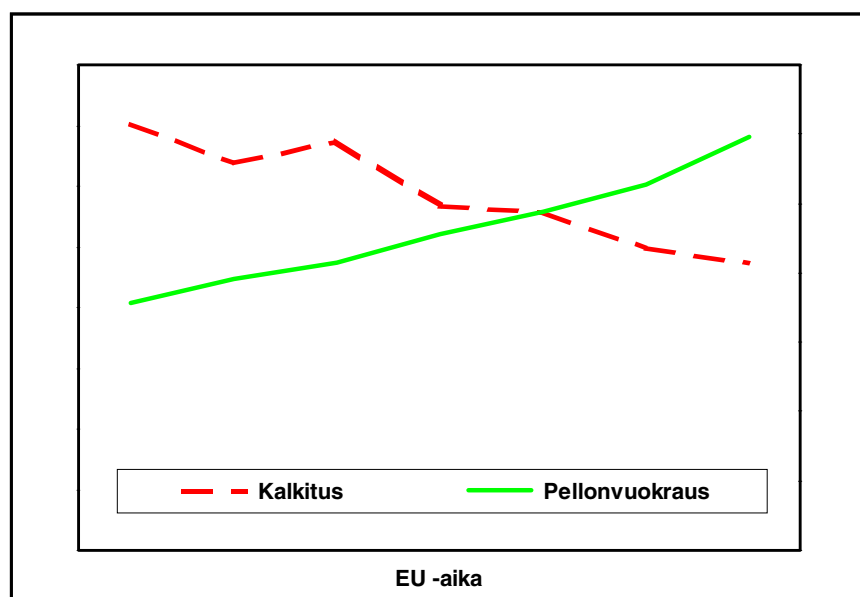




# Pellon hallintaoikeuden yhteys maanparannukseen

- esimerkkinä kalkitus ja fosforilannoitus

Sami Myyrä  
Elise Ketoja  
Markku Yli-Halla



MTT:n selvityksiä 37  
51 s., 4 liitettä

**Pellon hallintaoikeuden yhteys  
maanparannukseen**  
**- esimerkkinä kalkitus ja fosforilannoitus**

Sami Myyrä  
Elise Ketoja  
Markku Yli-Halla

ISBN 951-729-767-X (Painettu)  
ISBN 951-729-768-8 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-509X (Painettu)  
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts37.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts37.pdf)

Copyright

MTT

Sami Myyrä, Elise Ketoja ja Markku Yli-Halla

Julkaisija ja kustantaja

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

[www.mtt.fi/mttl](http://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](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2003

Painopaikka

Data Com Finland Oy

# Pellon hallintaoikeuden yhteys maanparannuksiin

## - esimerkkinä kalkitus ja fosforilannoitus

Sami Myyrä<sup>1</sup>, Elise Ketoja<sup>2</sup> ja Markku Yli-Halla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, [sami.myyra@mtt.fi](mailto:sami.myyra@mtt.fi)

<sup>2</sup>) MTT Tietopalvelut, 31600 Jokioinen, [elise.ketoja@mtt.fi](mailto:elise.ketoja@mtt.fi)

<sup>3</sup>) MTT Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, [markku.yli-halla@mtt.fi](mailto:markku.yli-halla@mtt.fi)

### Tiivistelmä

Pellon kasvukunto vaikuttaa ratkaisevasti luonnon resurssien hyödyntämiseen, maatalouden aiheuttamaan ympäristökuormitukseen, elintarvikkeiden tarjontaan ja näin myös koko yhteiskunnan hyvinvointiin. Maan kasvukunnosta tulee siksi huolehtia hyvin.

Suomen liittyttyä EU:n jäseneksi viljelijät ovat joutuneet uuteen tilanteeseen, jossa tuotteiden suhteelliset hinnat ovat laskeneet merkittävästi, ja yhä suurempi osuus tuloista tulee suorina tukina. Myös tuotannon suunnittelujänne on usein lyhentynyt. Tähän on vaikuttanut esimerkiksi se, että 30 % viljelijöiden käytössä olevasta peltoalasta ei ole heidän omistuksessaan. Useiden maatalousekonomian alan tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että uudessa toimintaympäristössä viljelijöillä ei ole samanlaisia kannusteita maan kasvukunnosta huolehtimiseen kuin aikaisemmin.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin kasvukuntoon vaikuttavista komponenteista kalkituksen ja fosforilannoituksen taloutta. Laadittujen mallilaskelmien perusteella tuotteiden hinnan lasku ja vuokratilajelyn yleistymisen pienentävät kalkituksen ja fosforilannoituksen kannattavuutta. Lyhyillä vuokrasopimuksilla toimittaessa taloudellisesti kannattava fosforilannoitus tyydyttävässä viljavuusluokassa on vain muutama kilo hehtaaria kohti, ja vain kaikkein happamimpia peltoja (viljavuusluokaltaan huono tai huononlainen) kannattaa kalkita. Keskeisin tulos on se, että vuokrapeltojen taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitus ja kalkitus poikkeavat siitä, mikä on taloudellisesti optimaalista omilla pelloilla. Optimointi suoritettiin dynaamista ohjelmointia hyödyntäen.

Tutkimuksessa selvitettiin kannattavuuskirjanpitoilojen lohkoaineiston perusteella, onko maan kasvukunnossa jo havaittavissa olevia eroja viljelijän omistamien lohkojen ja vuokrattujen lohkojen välillä. Viljelijän omien ja vuokrattujen peltojen pH:n tasoero on nyt 1/2 viljavuusluokkaa ja helppoliukoisen fosforin tasoero 1/3 viljavuusluokkaa viljelijän omien peltojen hyväksi. Peltojen kasvukunnon ollessa kohtalaisen hyvä ei viljavuuden tasoero aiheuttane kuitenkaan vielä merkittävää eroa omien ja vuokrattujen peltojen sadontuotto-kyvyssä.

Suomalaisissa olosuhteissa käteismarkkinoihin perustuva pellonvuokraus ei luo viljelijöille kannusteita toimia yhteiskunnan kannalta tehokkaasti.

---

*Asiasanat: kasvukunto, viljavuus, kannattavuus, kannusteet, dynaaminen ohjelmointi, yleinen lineaarinen sekamalli*

---

# Land tenure and land improvements in Finland

## - the case of liming and phosphate fertilization

Sami Myyrä<sup>1</sup>, Elise Ketoja<sup>2</sup> and Markku Yli-Halla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) MTT Economic Research, Agrifood Research Finland, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki, Finland, [sami.myyra@mtt.fi](mailto:sami.myyra@mtt.fi)

<sup>2</sup>) MTT Research Services, 31600 Jokioinen, [elise.ketoja@mtt.fi](mailto:elise.ketoja@mtt.fi)

<sup>3</sup>) MTT Environmental Research, 31600 Jokioinen, [markku.yli-halla@mtt.fi](mailto:markku.yli-halla@mtt.fi)

### Abstract

The condition of fields has a decisive effect on the use of natural resources, environmental loading from agriculture, food supplies and the whole welfare of society, and due attention should therefore be paid to this. Since Finland joined the EU, farmers have found themselves in a new situation in which the prices paid for their products have decreased substantially in relative terms and they are receiving progressively larger proportions of their incomes in the form of support payments. They are also frequently obliged to adopt a more short-term approach to the planning of production. One reason for this is that as much as 30% of the arable land available to farmers is not owned by them. It may now be assumed in the light of a number of studies in agricultural economics that this new operating environment does not give farmers the same encouragement to improve the quality of their fields as they had in the past.

The work reported here set out to describe the economics of liming and phosphate fertilization as components affecting the condition of agricultural land. Its model-based calculations indicate that the fall in the prices of agricultural products and the increase in the renting of land for cultivation have indeed reduced the profitability of both liming and phosphate fertilization. The economically viable level of phosphate fertilization on land of satisfactory fertility rented on a short-term basis is only a few kilograms per hectare, and it is only reasonable to spread lime on farm land in the most acid classes of all, those of poor or moderate poor fertility. The main finding is a marked discrepancy in optimal phosphate fertilization regimes between rented land and the farmer's own land, as shown by optimisation performed by dynamic programming.

A survey of cultivated fields on accounting farms aimed at determining whether any differences in condition existed between rented fields and those owned by the farmer suggested that the difference in pH is already equivalent to half that between two consecutive fertility classes and that in soluble phosphorus 1/3 of a fertility class, both in favour of the latter category. All the time the fields are in reasonably good condition, however, such differences in fertility will probably not lead to significant discrepancies in harvest yields.

It can nevertheless be concluded that under Finnish conditions, the cash-renting of arable land on the open market does not provide farmers with incentives to operate efficiently from the point of view of society at large.

---

*Index words: field condition, fertility, profitability, incentives, dynamic programming, general linear mixed model*

---

# Esipuhe

Käsillä oleva raportti on tutkimuksesta ”Perusparannusten ja maan kasvukunnan talous”. Tässä tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tarkasteltiin maassamme nopeasti yleistyneen pellonvuokrauksen ja pellon hallintaoikeuteen liittyvän epävarmuuden vaikutuksia maan perusparannuksiin ja lannoitukseen. Perusparannuksista käytettiin esimerkkinä kalkitusta, ja lannoituksesta esimerkkinä oli fosforilannoitus.

Kaukaa viisas tapa rekisteröidä peltojen ominaisuuksia niiden peruslohkotunnuksella on mahdollistanut tämän tutkimuksen. Tekijät kiittävät Maa- ja metsätalousministeriötä, Viljavuuspalvelu Oy:tä sekä MTT taloustutkimuksen maatilayritysten laskentatointa mahdollisuudesta käyttää rekistereitään tässä tutkimuksessa. Erityinen kiitos kuuluu niille viljelijöille, jotka antoivat luvan edellä mainittujen rekisterien tietosisältöjen 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 valvojakunnalta saadusta ohjauksesta.

Helsingissä huhtikuussa 2003

Kyösti Pietola  
professori

# Sisällysluettelo

Esipuhe .....	5
1 Johdanto .....	7
2 Kirjallisuus .....	9
2.1 Tulojen ja maan tuottoarvon maksimointiongelma .....	9
2.2 Vuokraviljelyn vaikutus maan kasvukuntoon .....	10
2.3 Perusparannusten tekemistä selittävät mallit .....	11
3 Menetelmät ja aineisto .....	13
3.1 Normatiivinen tutkimusote ja käytetyt normit .....	13
3.1.1 Optimaalisen fosforilannoituksen laskennassa käytetyt oletukset .....	16
3.1.2 Optimaalisen kalkituksen laskennassa käytetyt oletukset .....	18
3.2 Positiivinen eli aineistoperusteinen tutkimusote .....	20
3.2.1 Aineisto .....	20
3.2.1.1 Perustiedot .....	21
3.2.1.2 Tilinpäätösaineisto .....	22
3.2.1.3 Maan kasvukuntaa kuvaava aineisto .....	24
3.2.1.4 Tilusrakenne .....	25
3.2.1.5 Aineiston edustavuus .....	26
3.2.2 Tilastolliset menetelmät .....	27
4 Tulokset .....	29
4.1 Normatiivinen ratkaisu .....	29
4.1.1 Fosfori .....	30
4.1.2 Kalkitus .....	35
4.2 Erot vuokrapelloilla ja omilla pelloilla .....	39
4.2.1 Fosfori .....	39
4.2.1.1 A- ja B-tukialueet .....	39
4.2.1.2 C-tukialueet .....	41
4.2.2 pH .....	43
4.3 Yhteenveto .....	47
5 Johtopäätökset .....	48
Kirjallisuus .....	49
Liitteet	

# 1 Johdanto

Pellon kasvukunto vaikuttaa ratkaisevasti luonnon resurssien hyödyntämiseen, maatalouden aiheuttamaan ympäristökuormitukseen, elintarvikkeiden tarjontaan ja näin myös koko yhteiskunnan hyvinvointiin. Maan kasvukunnosta tulee siksi huolehtia hyvin.

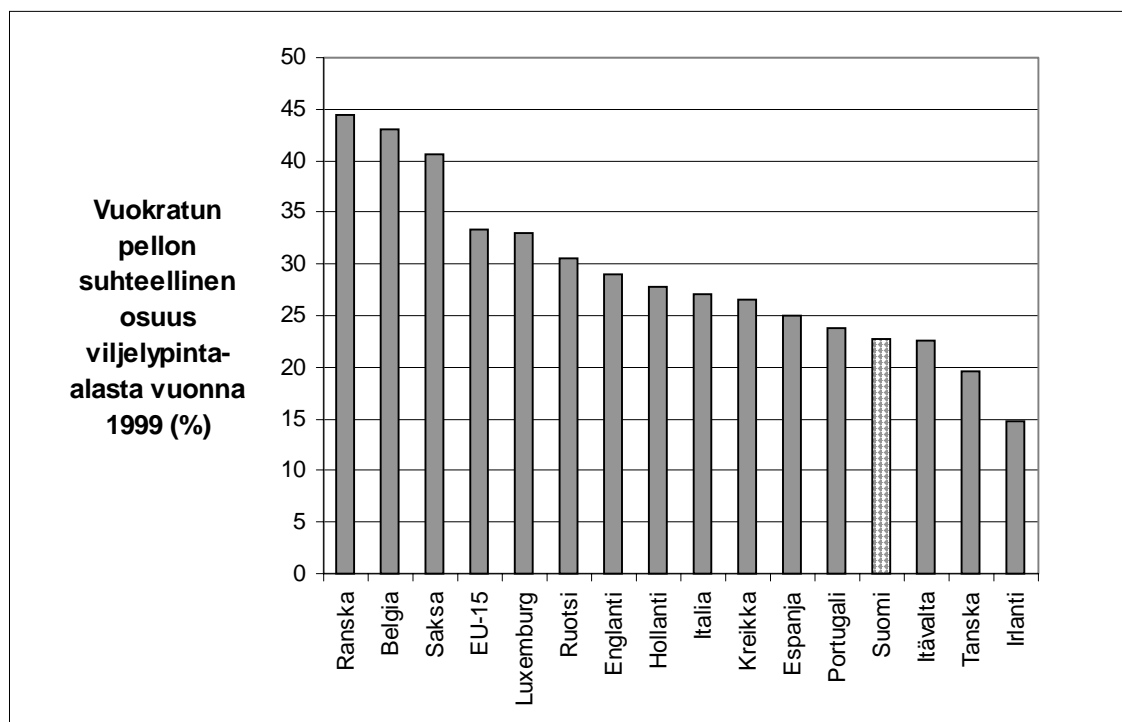
Maan kasvukuntoa pidetään yllä perusparannuksin, joista Suomessa tärkeimpiä ovat maan kuivatus, kalkitus ja peruslannoitus. Niillä torjutaan / vähennetään maan luontaista ja mm. typpilannoituksen aiheuttamaa happamuutta, lievitetään ilmasto-olosuhteistamme johtuvaa märkyyttä sekä taataan kasveille riittävä ravinteiden saanti. Tässä tutkimuksessa käsitellään kalkituksen ja vuotuisen fosforilannoituksen taloutta. Tämän työn erityisenä mielenkiinnon kohteena on, ovatko viljelijän tekemät kalkitus- ja fosforilannoituspäätökset erilaisia viljelijän omilla pelloilla kuin viljelijän vuokraamalla pelloilla. Tutkimuksessa ei oteta kantaa peruskuivatuksen tai peruslannoituksen kannattavuudessa viime vuosina tapahtuneisiin muutoksiin.

Suomen liittyttyä EU:n jäseneksi v. 1995 viljelijät ovat joutuneet uuteen tilanteeseen, jossa tuotteiden suhteelliset hinnat ovat laskeneet merkittävästi, ja yhä suurempi osuus tuloista tulee suorina tukina. Useiden maatalousekonomian alan tutkimusten perusteella voidaan epäillä, että uudessa toimintaympäristössä viljelijöillä ei ole samanlaisia kannusteita maan kasvukunnosta huolehtimiseen kuin aikaisemmin (Ylätalo 1996). Onkin otaksuttu ns. näennäisviljelyn ja perusparannusten laiminlyönnin yleistyvän. Toisaalta on tehty myös havaintoja siitä, että teknologinen kehitys tekee peruskuivatusjärjestelmien uusimisesta, lohkokoon kasvattamisesta ja esimerkiksi tilusjärjestelyistä kannattavia nykyisessäkin toimintaympäristössä (Myyrä & Pietola 2002).

Nopean rakennekehityksen myötä myös pellonvuokraus on lisääntynyt (Kuva 1, Taulukko 1). Vuonna 1995 viljelyssä olleesta pellosta noin 18 % oli vuokraviljelijän viljelyssä. Vuonna 2002 tämä osuus oli noussut jo lähes 31 %:iin. Tuotantoaan laajentaneiden tilojen maksuvalmiustilanne tai korkea velkaantuneisuus eivät ole mahdollistaneet peltojen ostoa. Toisaalta pellon tarjontakin on ollut vähäistä (Knuutila 2002).

Aikaisempien ulkomaisten tutkimusten perusteella voidaan olettaa, ettei vuokraviljelijällä ole, vuokraviljelyyn liittyvien epävarmuuden ja lyhyen suunnittelujänteen vuoksi, samalaista halua huolehtia vuokramaiden kasvukunnosta kuin omien peltojensa kasvukunnosta (Lynne ym. 1988, s. 17, Easter & Cotner 1981, s. 3). Tämän tutkimuksen yksi keskeinen kysymys on, onko vuokramaiden kasvukunto jäämässä jälkeen viljelijäin omistamien peltojen kasvukunnosta.





Kuva 1. Vuokratun pellon osuus maatalojen hallinnassa olevasta peltoalasta EU:ssa vuonna 1999 (European Communities 2002).

Taulukko 1. Pellonvuokraus Suomessa vuosina 1995-2002\*<sup>1</sup>.

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
17,8 %	19,5 %	20,7 %	22,8 %	24,4 %	26,4 %	29,8 %	30,7 %

\*)Tiedot on laskettu tukilomakkeen 102B perusteella (kasvulohkolomake). Tukilomakkeen 101A (peruslohkolomake) tietojen perusteella vuokratun pellon osuus peltoalasta on noin kymmenen prosenttiyksikköä suurempi vuosina 2001 ja 2002.

Suomi on ollut EU:n jäsenenä vasta kahdeksan kasvukautta. Pellonvuokraus on tosin yleistynyt koko 1990-luvun. Toimintaympäristön muutosten ei uskota vielä heijastuvan täysimääräisinä viljelymaan kasvukuntoon. Normatiivisella tutkimusotteella (mallintamalla) simuloidaan niitä kalkitus- ja lannoitusvalintoja, joita rationaalisesti toimiva viljelijä tekisi. Positiivisella (aineistoperusteisella) tarkastelulla pyritään selvittämään, ovatko viljelijät tehneet odotetun kaltaisia valintoja. Tuloksen tulkintaa rajoittaa se, että vuokratuotokset ovat saattaneet olla jo vuokralle tullessaan huomattavasti huonommassa kunnossa kuin tuotantoaan jatkaneiden viljelijöiden pelto. Rakennemuutostahän tapahtui jo ennen Suomen EU-jäsenyyttä, ja jo silloin tuotannostaan luopumassa olleet viljelijät toimivat viljelyn lopettamisen huomioon ottavalla tavalla.

<sup>1</sup> Henkilökohtainen tiedonanto. Jukka Lahtinen 12.10.2002.

## 2 Kirjallisuus

Pellon vuokraus on yleistynyt voimakkaasti Suomessa vasta 1990-luvun alusta, eikä vuokraviljelyn vaikutuksista maan kasvukuntoon ole tehty tutkimusta suomalaisissa olosuhteissa. Kansainvälinen (ainakin englanninkielinen) kirjallisuus keskittyy tarkastelemaan eroosiota ja erityisesti sitä, eteneekö eroosio nopeammin vuokraviljelijän viljelemillä pelloilla kuin viljelijän itsensä omistamilla pelloilla. Taloustutkijoiden keskeisin tavoite on ollut selvittää perusparannusten tekemisen taloudellisia kannusteita ja sitä, muuttuvatko ne viljelijän suunnittelujänteen pituuden tai pellon hallintaoikeuden epävarmuuden suhteen.

Suomalaisessa toimintaympäristössä vuokraviljelyn aiheuttamat ongelmat eivät ole samantaisia kuin esimerkiksi Pohjois-Amerikassa. Perusparannusten laiminlyöminen ei johda Suomessa ensisijaisesti maan eroosioon vaan happamuuden lisääntymiseen (kalkituksen laiminlyönti) ja maan kuivatustilan heikkenemiseen. Lisäksi riittävästä fosforilannoituksesta tinkiminen johtaa maan fosforitilan heikkenemiseen. Suurin osa näistä laiminlyönneistä voidaan onneksi myöhemmin korjata ja maan tuottavuus nousee korkeammalle tasolle. Perusparannusten tekemiseen ja fosforilannoitukseen liittyvät taloudelliset kannusteet tai niiden puute ovat kuitenkin yhteneviä erilaisissakin biologisissa, ilmastollisissa ja maaperällisissä olosuhteissa, ja siksi niiden tarkastelu ja taloudellisten prosessien mallintaminen on perusteltua.

### 2.1 Tulojen ja maan tuottoarvon maksimointiongelma

Taloudellisena toimijana viljelijä pyrkii maksimoimaan tilansa taloudellisen tuloksen vaarantamatta tulevaisuudessa saatavissa olevia tuloja. Tulevaisuudessa saavutettavissa olevia tuloja voidaan kuvata maan tuottoarvolla. Se riippuu maan kasvukunnosta, johon puolestaan tämän päivän viljelytoimet ja perusparannukset vaikuttavat. Tässä tutkimuksessa rajoitutaan tarkastelemaan maan arvoa maataloustuotannossa. Maan spekulatiivisen arvon vaikutus viljelijöiden perusparannusvalintoihin on oma tutkimusalaansa, johon ei tässä yhteydessä oteta kantaa.

Taloudellisesti toimiessaan viljelijän kannattaa pidättäytyä perusparannuksista ja lannoituksesta siihen asti, kunnes säästöt vastaavat tulevia, maan kasvukunnon alenemisesta johtuvia tulonmenetyksiä (McConnell 1983). Soule ym. (2000) ovat kirjoittaneet viljelijän maksimointiongelman kaavan muotoon:

(1)

$$\max_{(i)} PV_i = \pi_i + V_i / (1 + r)$$

missä:

$PV_i$  = lyhyen aikavälin voitto plus maan loppuarvo tuotantomuodossa<sup>2</sup>  $i$

$p_i$  = lyhyen aikavälin voitto tuotantomuodolla  $i$

$V_i$  = maan loppuarvo tuotantomuodossa  $i$ . Omistajaviljelijälle maan tuottoarvo, joka riippuu maan tuottavuudesta (johon käytetty tuotantomuoto  $i$  vaikuttaa).

$r$  = korkokanta

$i$  =  $1 \dots n$ , kuitenkin niin, ettei  $n$  sisällä muita maankäyttömuotoja kuin maataloustuotannon.

Maanomistajaviljelijät ja vuokraviljelijät voidaan erottaa eri ryhmiin tavoitteidensa mukaan. Vuokraviljelijät pyrkivät maksimoimaan lyhyen aikavälin voitot, kun taas omistajaviljelijän on huomioitava lyhyen aikavälin voitontavoittelussaan myös maan kasvukunnon kehitys pitkällä aikavälillä. Voidaankin olettaa, että suunnittelujänteen pituus vaikuttaa valittavaan tuotantotapaan ja siihen, kuinka maan tuottoarvoa arvostetaan. Maan hallintaoikeuden vaikutus voidaan kuvata lisäämällä kaavaan (2) parametri  $\gamma$  (Soule ym. 2000):

$$(2) \quad \max_{(i)} PV_i = \pi_i + \gamma(V_i / (1 + r))$$

Parametrin  $\gamma$ :n arvon voidaan olettaa olevan omistajaviljelijällä lähellä yhtä ja lyhyellä vuokrasopimuksella toimivalla vuokraviljelijällä lähellä nollaa. Parametri  $\gamma$  voi kuitenkin myös edustaa vuokraviljelijän odotuksia. Jos vuokraviljelijä olettaa voivansa uusina vuokrasopimuksien myös seuraavina vuosina, voi vuokraviljelijä käyttäytyä omistajaviljelijän tavoin. Tarkastelu osoittaa myös sen, että kynnys perusparannusten tekemiseen on sitä pienempi, mitä suurempia arvoja  $\gamma$  saa, eli suunnittelujänteen lyheneminen nostaa perusparannusten kynnystä (Soule ym. 2000). Lichtenberg (2001) on todennut, että kasvukunnon huomiomisella, vuokrasopimuksen muodolla sekä rajoituksilla on merkittävä vaikutus  $\gamma$ :n arvoon<sup>3</sup>. Niillä voidaan luoda maanomistajalle ja / tai vuokramiehelle perusparannuskannusteet.

## 2.2 Vuokraviljelyn vaikutus maan kasvukuntoon

Pellonvuokrasopimuksella jaetaan resursseja ja hyvinvointia vuokraisännän ja vuokramiehen välillä. Suomessa käytetyt pellonvuokrasopimukset ovat perustyypiltään kiinteähintaisia (fixed-rent, cash-rent). Niissä vuokramies maksaa ennalta sovitun kiinteän vuokran. Suomalaisille pellonvuokrasopimuksille on myös tyypillistä, että ne ovat kestoaltaan lyhyitä. Toinen vuokrasopimusten päätyyppi on ns. yhteisviljely (sharecropping), missä vuokraisäntä ja vuokramies jakavat keskenään viljelykustannukset sekä sadon. Yhteisviljelytyypisiä vuokrasopimuksia ei Suomessa ole ilmeisesti juurikaan viime aikoina tehty. USA:ssa tehdyistä maanvuokrasopimuksista noin 30–40 % on sharecropping-tyyppisiä (Soule ym. 2000).

<sup>2</sup> Tuotantomuoto on käsitettävä tässä yhteydessä kokonaisuutena, joka muodostuu joukosta erilaisia tuotannollisia valintoja ja perusparannuksia.

<sup>3</sup> Keskeinen jatkokutkimuksen aihe olisi selvittää nykyisin Suomessa tehtävien vuokrasopimusten muotoa, kuten niiden kestoa ja ehtoja.

Perusparannuksilla ja maan kasvukuntoa ylläpitävillä toimilla pyritään yleensä aikaansaamaan pitkän aikavälin hyötyjä. Perusparannustoimenpiteiden kustannukset realisoituvat kuitenkin välittömästi, joten perusparannusten tekemisen voidaan olettaa liittyvän kiinteästi maanomistukseen. Useissa tutkimuksissa onkin havaittu maanomistusoloilla olevan merkittävä vaikutus perusparannusten tekemiseen ja siten maan kasvukuntoon (Lynne ym. 1988, Soule ym. 2000). Keskeisimpinä syinä siihen, ettei vuokratilajelijän kannata tehdä perusparannustoimenpiteitä, pidetään vuokratilajelijöiden liian lyhyttä investointihorisonttia tai liian korkeaa korkovaatimusta (Easter & Cotner 1981, Seitz ym. 1979).

## 2.3 Perusparannusten tekemistä selittävät mallit

Perusparannusten tekemistä selittävät aineistoperusteiset mallit voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: 1) perusparannustoimenpiteiden (eroosiota estävien toimenpiteiden) lukumäärää selittäviin malleihin (Ervin & Ervin 1982, Lynne ym. 1988), 2) perusparannuksiin käytettyä rahamäärää selittäviin malleihin ja 3) malleihin, jotka selittävät jonkin tietyn perusparannuksen suorittamisen todennäköisyyteen vaikuttavia tekijöitä (Featherstone & Goodwin 1993).

Lynne ym. (1988) keskittyivät selittämään asenteiden, erityisesti ympäristöasenteiden, vaikutusta maan kasvukunnon ylläpitämiseen. Koska aineistossa ei ollut tietoa perusparannuksiin käytetystä rahamäärästä, tutkimuksessa selitettiin erilaisten maan kasvukuntoa ylläpitävien toimenpiteiden tilakohtaista useutta. Tutkimuksessa käytetyt selittävät muuttujat on esitetty taulukossa 2. Merkitseviksi havaitut muuttujat on merkitty tähdellä.

Taulukko 2. Muuttujat ja niiden merkitsevyys Lynnin ym. (1988) tutkimuksessa, jossa selvitettiin viljelijän asenteiden vaikutusta maan kasvukunnon ylläpitämiseen.

Muuttuja	Selitys
INTER	vakio
TEN1*	(dummy) kaikki maat vuokrattu tai osa omistettua ja osa vuokrattua
TEN2	(dummy) kaikki omistettua tai osa vuokrattua
CONSER*	luonnonarvot ja huoli niiden säilymisestä, kestävä kehitys (asenne)
EXTER*	ulkoisvaikutukset ja viljelijän vastuu niistä (asenne)
TECH*	usko teknologiseen kehitykseen (asenne)
PROF*	voitonmaksimointi on tärkeämpää kuin maatalouden ulkoisvaikutukset
DISC	voitonmaksimointi nyt on tärkeämpää kuin tulevaisuudessa saatavat tulot maatilalta (asenne)
FWL	jatkaisiko viljelijänä, vaikka saisi samat tulot jostain muusta ammatista (asenne)
RISK*	riskinottohalukkuus (asenne)
NATI*	nettotulot
NATI2*	nettotulot * nettotulot
CRDT	vieraan pääoman osuus pääomasta
CRDT2	vieraan pääoman osuus pääomasta * vieraan pääoman osuus pääomasta
RKLS	maan laatu eroosioherkkyyden suhteen

Lynnen ym. (1988) tulokset osoittavat, että ympäristöasenteilla on omistussuhteiden lisäksi merkittävä vaikutus siihen, miten paljon viljelijät näkevät vaivaa maan kasvukunnosta huolehtimiseksi. Maatilan soliditeetilla ei sen sijaan havaittu olevan merkittävää vaikutusta perusparannuspäätöksiin.

Featherston ja Goodwin (1993) yhdistivät tutkimuksessaan perusparannusten tekemistä ja niihin käytettyä rahamäärää selittävät mallit. Kaksivaiheisen tutkimusotteen (Tobin malli) ensimmäisessä vaiheessa he selvittivät endogeenisten tekijöiden vaikutuksen investointipäätöksen todennäköisyyteen. Toisessa vaiheessa investointipäätösinformaatiota hyväksikäyttäen he estimoivat eri tekijöiden vaikutuksen perusparannusinvestoinnin suuruuteen (Taulukko 3).

Tutkimuksessa osoitettiin perusparannusinvestoinnin tekemisen ja siihen vaikuttavien endogeenisten tekijöiden mallintamisen tärkeys. Perusparannusinvestointeja tehneiden tilojen investointihalukkuudeksi estimoitiin keskimäärin 2 730 \$ vuodessa tilaa kohti. Koko aineistossa investointihalukkuudeksi perusparannuksiin ja siten tulevien sukupolvien viljelymahdollisuuksiin estimoitiin 152 \$ vuodessa tilaa kohti.

Taulukko 3. Muuttujat, niiden vaikutus perusparannusinvestointeihin (esim. pellon pinnan muotoilu, pengerryksiä, suojakaistoja, laskeutusaltaita) ja niiden merkitsevyys (merkitty tähdellä) Featherstonen ja Goodwinin (1993) tutkimuksessa. Vaikutus sarakkeeseen merkitty (-) tarkoittaa muuttujan arvon kasvamisen epäedullista vaikutusta perusparannusten tekoon.

Muuttuja	Selite	Vaikutus
CONSERVE AMOUNT	1, jos maatila on tehnyt perusparannusinvestointeja perusparannuksiin käytetyt rahat	
Intercept	vakio	- *
CROPEFE	viljelytehokkuuden mittari, viljelytuotot jaettuna viljelyn muuttuvilla kustannuksilla	- *
RENTP	vuokratun pellon osuus	- *
IRRIGP	sadetetun pellon osuus	- *
GOVTPMT	valtion suora tuki perusparannuksiin	+ *
INCOME	maataloustulo-suorat tuet	-
CROPAC	viljelty ala	+
NONCROPAC	viljelemätön ala	+ *
DEPT	vieras pääoma	+ *
CAPITAL	pääomaa	+ *
NFASSETS	muu omaisuus	+
AGE	viljelijän ikä	- *
FARMSIZE	viljelijäperheen koko	+ *
ORG 1-3	yrittäjämuodot	*
YEAR 81-89	vuosi	*
TYPE 1-8	tuotantosuunta	*

### 3 Menetelmät ja aineisto

Tässä tutkimuksessa käytetään sekä normatiivista että positiivista tutkimusotetta. Ne kuvataan kappaleissa 3.1 ja 3.2. Tässä kappaleessa kuvataan normatiivisessa tutkimusotteessa käytetyt oletukset eli normit sekä tilastoanalyysin aineisto ja itse analyysimenetelmä. Käytetyillä normeilla sekä aineiston ominaisuuksilla on keskeinen vaikutus menetelmien soveltamiseen ja tuloksiin. Normatiivisella tutkimusotteella kuvataan taloudellisesti rationaalisia kalkitus- ja fosforilannoituspäätöksiä, kun taas aineistoperusteisilla havainnoilla tarkkailaan tehtyjen kalkitusten ja fosforilannoitusten vaikutuksia lohkojen kasvukuntoon.

#### 3.1 Normatiivinen tutkimusote ja käytetyt normit

Tässä tutkimuksessa selvitetään, millaisia taloudellisia kannusteita vuokramiehellä tai maan omistajalla on maan perusparannustilan ylläpitämiseen suomalaisissa olosuhteissa. Kannusteilla tarkoitetaan investointihalukkuutta, ja ne kytkevät maanomistuksen ja taloudellisen tuloksen toisiinsa. Esimerkiksi lyhyellä vuokrasopimuksella maata vuokrannut puutarhuri ei istuta vuokrapellolle omenapuita, sillä hän ei usko pääsevänsä korjaamaan puiden antamaa satoa vuokrasopimuksen aikana. Sama epävarmuus koskee muitakin investointeja, kuten peruslannoitusta, kalkitusta, kuivatusta ja tilusrakenteita. Kun vuokrasopimus on lyhyt, useimpien perusparannusinvestointien tekemiseen ei ole kannusteita (Bruce 1998).

Numeerisesti ratkaistavissa esimerkeissä keskitytään tarkastelemaan maan happamuutta ja helppoliukoisen fosforin pitoisuutta. Esimerkeillä pyritään osoittamaan, millainen merkitys suunnittelujänteen pituudella ja maan kasvukunnolla on viljelijöiden päätöksiin. Optimaalista ravinteiden käyttöä voidaan tarkastella esimerkiksi dynaamisen ohjelmoinnin menetelmin (Kennedy 1986).

Lannoitteen responssifunktio  $y_i\{r_i\}$  kuvaa sitä, miten kasvin käytettävissä olevan ravinteen määrä  $r_i$  vaikuttaa kasvin satoon periodilla (vuonna)  $i$ . Vuonna  $i$  kasvin käytettävissä oleva ravinnemäärä  $r_i$  on samana vuonna annetun ravinnemäärän  $u_i$  ja aikaisemmilta vuosilta maassa käytökelpoisena säilyneen ravinteen määrän  $x_i$  summa. Aikaisemmilta vuosilta maassa säilyneen ravinteen määrä on tietty osuus  $b_i$  edellisellä periodilla kasvin käytössä olleesta ravinnemäärästä  $r_{i-1}$ . Kun sadon arvoa merkitään  $p_i^y$ :llä ja lannoitteen hintaa  $p_i^f$ :llä ja tarkasteluajanjaksona vallitsevat hinnat tunnetaan, voidaan optimaalinen lannoitteen käyttöongelma  $n$  periodilla korkokannan  $\alpha$  vallitessa kirjoittaa muotoon:

$$(3) \quad \max_{u_1, \dots, u_n} \sum_{i=1}^n \alpha^{i-1} (\alpha p_i^y y_i\{x_i + u_i\} - p_i^f \{u_i\})$$

ehdoin:  $i = 1, \dots, n$

$$u_i \geq 0$$

$$r_i = b_i(x_i + u_i)$$

ja  $x_i$  on annettu.

Lausekkeella siis maksimoidaan lannoituksen (tai perusparannusten) nettotuottojen nykyarvoa. Ongelma voidaan pilkkoa vuotuisiksi päätöksenteko-ongelmiksi, jotka voidaan ratkaista yksi kerrallaan ns. Bellmannin yhtälönä:

$$(4) \quad V_i\{x_i\} = \max_{u_i} [\alpha p_i^y y_i\{r_i\} - p_i^f u_i + \alpha V_{i+1}\{b_i r_i\}]$$

missä  $V_i\{x_i\}$  on kasvien käytössä olleen ravinnemäärän nettotuottojen nykyarvo, kun ravinteiden käyttö on ollut optimaalista periodeilla  $i \rightarrow n$ ,

ehdoin:  $i = 1, \dots, n$

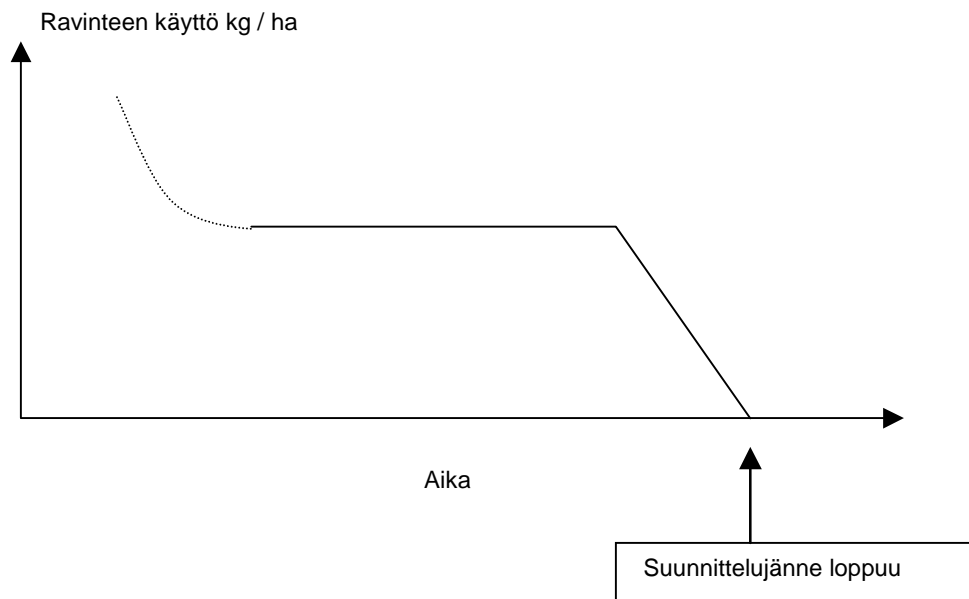
$$u_i \geq 0$$

$$r_i = x_i + u_i$$

ja  $x_i$  on annettu

$$V_{n+1}\{X_{n+1}\} = 0.$$

Jos oletetaan, että maan ravinnevarastot ( $x_i$ ) ovat suunnittelujänteen alussa pienet ja että suunnittelujänteen lopussa maan tuottoarvo maataloustuotannossa nykyisellä viljelijällä on nolla ( $V_{n+1}\{X_{n+1}\} = 0$ ), saadaan kuvan 2 kaltaisia tuloksia. Taustalla on myös oletus, että maahan joutuneet ravinteet siirtyvät seuraavaan vuoteen samalla tavalla riippumatta siitä, milloin ne sinne ovat joutuneet [ $r_i = b_i(x_i + u_i)$ ]. Esim. viisi vuotta sitten maahan pidättyneen fosforin oletetaan olevan samalla tavalla kasvien käytettävissä kuin edellisvuonna maahan sitoutunut fosfori. Ensimmäisinä vuosina ravinteita kannattaa käyttää runsaammin ja samalla parantaa maan ravinnetilanne optimaaliselle tasolle. Myös kenttäkokeiden tulokset vahvistavat tämän tuloksen. Esimerkiksi fosforilannoituksella on selkeä jälkivaikutus. Tämän jälkeen seuraa tasainen lannoitteen käytön vaihe. Tässä vaiheessa lannoitteiden käytön tasoon vaikuttavat erityisesti hintasuhteet niin, että tuotteiden suhteellisen hinnan laskiessa lannoitteen käyttöä vähennetään. Viljelyn päättymisen lähestyessä kannattaa ravinteiden käyttöä vuosi vuodelta vähentää ja ”lypsää” maa ravinteista tyhjäksi.



Kuva 2. Optimaalinen ravinteiden käyttö suunnittelujänteen funktiona (Kennedy 1986).

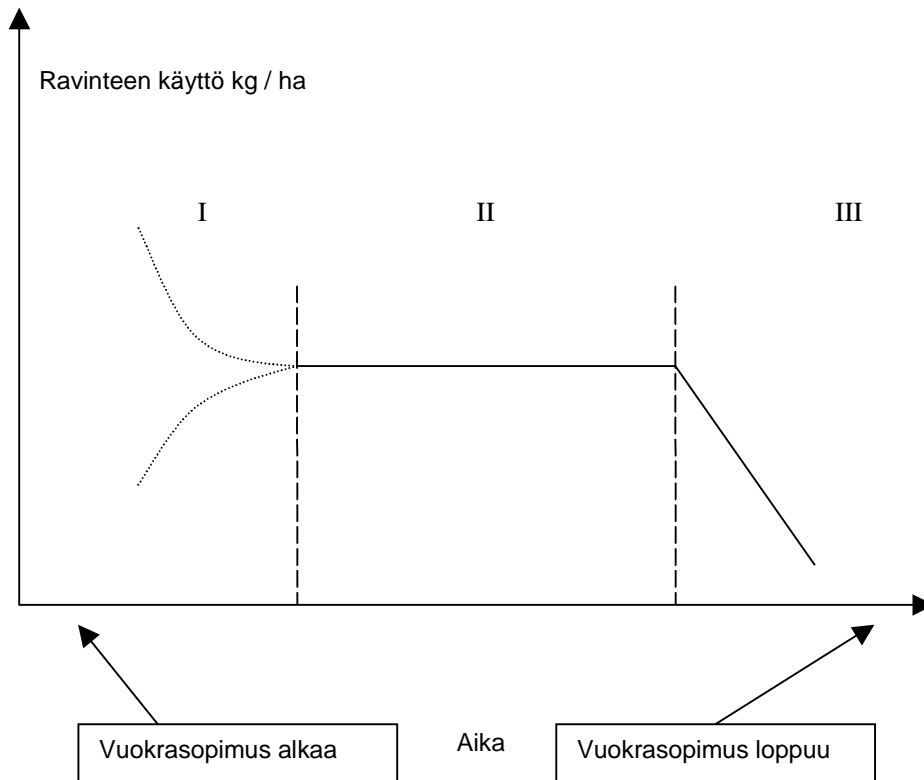
### **Vuokraviljelijän ongelma**

Jatkuvassa maanomistajan itsensä suorittamassa viljelyssä eli ns. ”sukupolvien ketjussa” ei maan hallintaoikeuden epävarmuus aiheuta kuvassa 3 esitettäviä vaiheita I ja III. Optimaaliseen lannoitteiden käyttöön vaikuttavat vain tuotteiden ja panosten hintasuhteet, ravinteiden vaikutus satoon ja siirtymä  $b_1$  eli maan laatu. Maan laadulla tarkoitetaan tässä yhteydessä maan kykyä pidättää kasveilta käyttämättä jääneitä ravinteita seuraavan satokauden kasvien käyttöön.

Vuokraviljelyssä lyhyen suunnittelujänteen vaikutus ilmenee niin, että kuvassa 3 esitetty vaihe II (lannoituksen taloudellinen tasapaino) jää lyhyeksi tai sitä ei saavuteta ollenkaan. Vuokraviljelijän ei ehkä kannatakaan tavoitella pitkällä aikavälillä optimaalista perusparannusten tasoa. Jos perusparannuksiin liittyy korkeita kiinteitä kustannuksia, ei vuokraviljelijän kannata tehdä perusparannuksia, kuten kalkitusta, ollenkaan. Maa- ja metsätalousministeriön huolestuneisuus aiheesta ilmenee niin, että tukien perusteena olevaan hyvään viljelykäytäntöön on lisätty maininta pellon kasvukyvyn ylläpitämisestä: ”Lohkon, jolle tukea haetaan, on oltava kasvukunnoltaan sellainen, että siltä on mahdollista saada korjatuksi markkinakelpoista satoa” (MMM 2001, s. 5).

Vuokrasopimuksen uusimisen spekulatiivista vaikutusta ei tutkimuksen tässä vaiheessa vielä pystytty mallintamaan. Voidaan kuitenkin epäillä, että pienikin epävarmuus vuokrasopimuksen uusimisesta lyhentää vuokraviljelijän suunnittelujänteen koskemaan vain voimassa olevaa vuokrasopimusta. Toisaalta spatiaalisista pellonvuokramarkkinoista voi muodostua peli, jossa vuokraviljelijän kannattaa pitää yllä pelloista huolehtivan viljelijän mainetta saa-





Kuva 3. Optimaalinen ravinteiden käyttö (perusparannusten teko) (Kennedy 1986). Vaihe I: maan ravinnetilan (tai pH:n) sopeuttaminen hintasuhteiden kannalta optimaaliseksi. Vaihe II: taloudellisesti optimaalinen lannoitus (kalkitus) pitkällä aikavälillä. Vaihe III: suunnittelujänteen lyhenemisen vaikutus taloudellisesti optimaaliseen lannoitukseen (kalkitukseen).

dakseen pellonvuokrasopimuksia. Mallien tuloksia tulkittaessa on muistettava, että ne ovat parhaimmillaankin vain yksinkertaistuksia todellisuudesta. Esimerkiksi kalkituksen vaikutusta fosforilannoitukseen ei näissä malleissa ole otettu huomioon. Normatiivisen tutkimusotteen ongelmanratkaisumalli on koodattu GAUSS ohjelmistolle.

### 3.1.1 Optimaalisen fosforilannoituksen laskennassa käytetyt oletukset

Pellon hallinta-ajan vaikutus optimaaliseen fosforilannoituksen tasoon selvitettiin käyttäen seuraavia lähtötietoja ja -oletuksia:

- Maalaji on multava hietasavi.
- Viljelykasvi on ohra.
- Sadon arvo on 100 €/tonni.
- Lannoitefosforin hinta on 1 220 €/tonni (määritetty liitteessä 1).
- Lannoitefosforin käyttö rajoittamaton, ei esim. ympäristöohjelmien rajoituksia.
- Muu lannoitus / viljelytoimet optimaalisia biologisen satomaksimin saavuttamiseksi.
- Laskentakorkokanta on 5 %.

- Helppoliukoisen fosforin pitoisuus maassa 30 vuoden suunnittelukauden alussa on 8 mg/l. Lähtötilanteessa maa edustaa fosforin osalta viljavuusluokkaa tyydyttävä ollen sen alarajalla (Liite 4.) Multavalla savimaalla tämä viljavuusluokka käsittää fosforipitoisuuden 7–14 mg/l. Lähtötaso menettää merkityksensä suunnittelujakson ollessa riittävän pitkä, sillä maan fosforitila hakeutuu mallissa optimaaliselle tasolle.
- Maan fosforitilan vaikutus satoon ja fosforilannoituksen vaikutus satoon maan fosforitilan suhteen on saatu MTT:n pitkäaikaisten kokeiden tuloksista (Saarela ym. 1995). Maan helppoliukoisen fosforitilan vaikutusta satoon on tarkasteltu kahdella eri funktiomuodolla (Liite 2). Saarela ym. (1995) ovat kuvanneet fosforilannoituksen vaikutusta satoon toisen asteen polynomilla. Heidän estimoimaansa funktiota käytetään sellaisenaan (5). Fosforilannoitus vaikuttaa satoon siis kahdella tavalla, (A) suoraan ja (B) epäsuorasti maan ravinnevarannon (sitä kuvaa viljavuusanalyysissä mitattava helppoliukoinen fosfori) kautta.

$$(5) \text{ Sadonlisäys} = (21,7 * P1) - (0,414 * P2 * P1) - (0,173 * (1/P2) * P3^2 * A * K) \\ + (16,2 * (1/P2) * P3 * A * K) + 5,85$$

missä,  $P1 = (P\text{-lannoitus kg/ha})^{1/2}$

$P2 = \text{maan helppoliukoinen fosfori (mg/l)}$

$P3 = P\text{-lannoitus (kg/ha)}$

$A = \text{koevuosi (mallissa käytetään kaikissa tapauksissa lukua 1)}$

$K = \text{kasvikerroin (ohralla 1,05)}$

- Yksi lannoitefosforikilo nostaa maan fosforilukua 0,01 mg/l. <sup>4</sup>
- Vuotuisen maan helppoliukoisen fosforivarannon kulumisen sadon mukana oletetaan nousevan lineaarisesti maan fosforivarannon suhteen. Kulmakertoimena käytetään arvoa 2/100 ja vakiona arvoa 0. Esimerkiksi jos maassa on helppoliukoista fosforia 10 mg, niin sadon fosforinotto ja fosforin sitoutuminen alentavat maan helppoliukoisen fosforin pitoisuutta 0,2 mg/l eli 2 %. Lannoitus korjaa varannon pienenemistä. Jatkotutkimuksissa voidaan tutkia tässä maan kasvuun liittyvässä ominaisuudessa tapahtuvien muutosten vaikutuksia taloudellisesti optimaaliseen lannoitukseen.

---

<sup>4</sup> Henkilökohtainen tiedonanto. Into Saarela 27.11.2002.

- Lannoitefosforin vaikutusta maassa olevaan helppoliukoiseen fosforiin ei ole tarkasteltu tässä tutkimuksessa perinteisellä lannoituksen ja sadon välisellä fosforitaseella. Mallinnuksessa käytetyt oletukset summautuvat kuitenkin niin, että ympäristötuen perustason mukainen fosforilannoitus pitää maan helppoliukoisen fosforin määrän noin 8 mg/l:ssa. Esimerkiksi vuonna 1 maassa oleva helppoliukoisen fosforin määrä muuttuu seuraavasti: (alkuvaranto-varannon kuluminen + lannoituksen vaikutus)  $\rightarrow 8,0 \text{ mg/l} - (8,0 \text{ mg/l} \times 0,02) + (15 \text{ kg} \times 0,01 \text{ mg/l/kg}) = 7,99 \text{ mg/l}$ .
- Maan fosforitilanne ei vaikuta pellon myyntihintaan suunnittelukauden lopussa. Kansallisen maatalouspolitiikan (hintatukien) aikana estimoiduissa lisäpellon kauppahintaa selittäneissä malleissa pellon laadun on osoitettu vaikuttavan kauppahintoihin. Esimerkiksi Laurila (1988) sai pellon hinnan joustoksi laadun suhteen 0,23 ... 0,29. Myös Kantolan estimoimassa peltojen kauppahintoja selittäneessä mallissa pellon boniteetti osoittautui merkitseväksi. Kummassakaan tutkimuksessa ei kuitenkaan erikseen arvoitettu pellon kasvukunnan komponentteja, kuten helppoliukoisen fosforin määrää tai pH:ta. Toimintaympäristön muutosten (tuottajahintojen lasku ja pinta-alaperusteisten tukien nousu) takia voidaan kuitenkin olettaa, että pellon laadun vaikutus kauppahintoihin on laskenut. Vuokrapeltojen osalta oletus on vahva, sillä sen mukaan viljelijä ei näe mitään mahdollisuutta vuokrasuhteen uusimiseen.
- Pellon hallintaoikeus loppuu suunnittelukauden (vuokrasopimuksen) jälkeen varmasti. Malli ei sisällä spekulatioita vuokrasopimuksen uusimisen vaikutuksista.

### 3.1.2 Optimaalisen kalkituksen laskennassa käytetyt oletukset

Pellon hallinta-ajan vaikutus optimaaliseen kalkitukseen selvitettiin käyttäen seuraavia lähtötietoja ja -oletuksia:

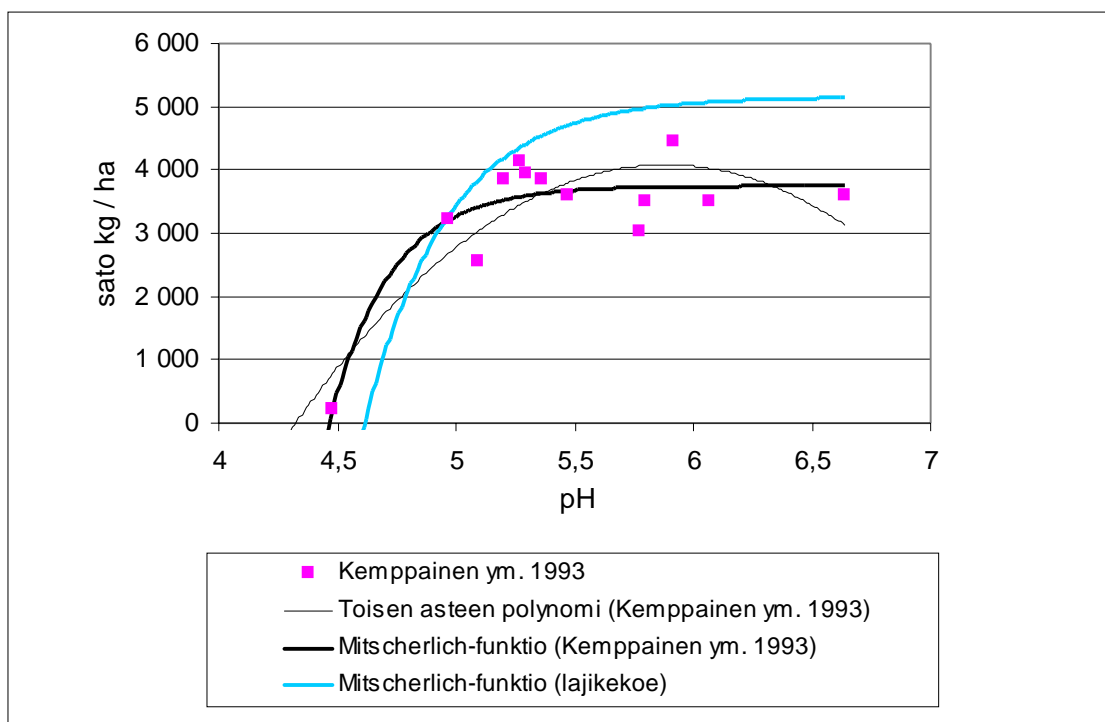
- Sadon arvo 100 €/tonni.
- Kalkituksen verottomat hinnat esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. Kalkituskustannus<sup>5</sup>.

Verottomat hinnat	€/t
kalkki	22,69
levitys 4-15 t/ha	4,20
levitys 1-3 t/ha	13,28
rahti	6,72

<sup>5</sup> Henkilökohtainen tiedonanto. Mikko Lauronen 12.08.2002.

- Kalkitus on rajoittamaton välillä 0-15 t/ha kuitenkin niin, että pienten kalkkimäärien (3 t/ha tai vähemmän) levityksestä aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia (n. 9 €/t). Laurosen mukaan levityskustannus (€/tonni) ei muutu, kun levitysmäärä on välillä 4–15 t/ha.
- Laskentakorkokanta on 5 %.
- Lähtötilanteen pH ja suunnittelujakson pituus on vapaasti muutettavissa. Esimerkissä 30 vuoden suunnittelukauden alussa pH on 5,9.
- pH:n vaikutus ohrasatoon on saatu Kempvaisen ym. (1993) tutkimuksesta (Kuva 4, Liite 3). Kuvassa pisteet edustavat koepaikkojen keskiarvoja eivätkä yksittäisiä havaintoja. Pellon pH:n ja ohrasadon välinen yhteys estimoitiin myös lajikekokeista, mutta tuloksia ei kuitenkaan käytetä tässä analyysissä. Lajikekokeissa ohralajikkeiden keskisato oli 4 849 kg/ha<sup>6</sup>. Käytännön viljelyssä havaitun keskimääräisen ohrasadon ollessa noin 3 300 kg/ha (Maataloustilastollinen vuosikirja 2002), ei taloudellisesti optimaalista lannoitussuositusta voida perustaa lajikekoeaineistoon.



Kuva 4. Maan pH:n vaikutus ohran satoon (kg/ha) (Kempvaisen ym. 1993, s. 24, Taulukko 6 ja lajikekoeaineisto). Kempvaisen ym. (1993) aineiston perusteella estimoitu pH:n ja sadon välinen yhteys tarkemmin tämän julkaisun liitteessä 3.

<sup>6</sup> Henkilökohtainen tiedonanto. Lauri Jauhiainen 9.10.2002.

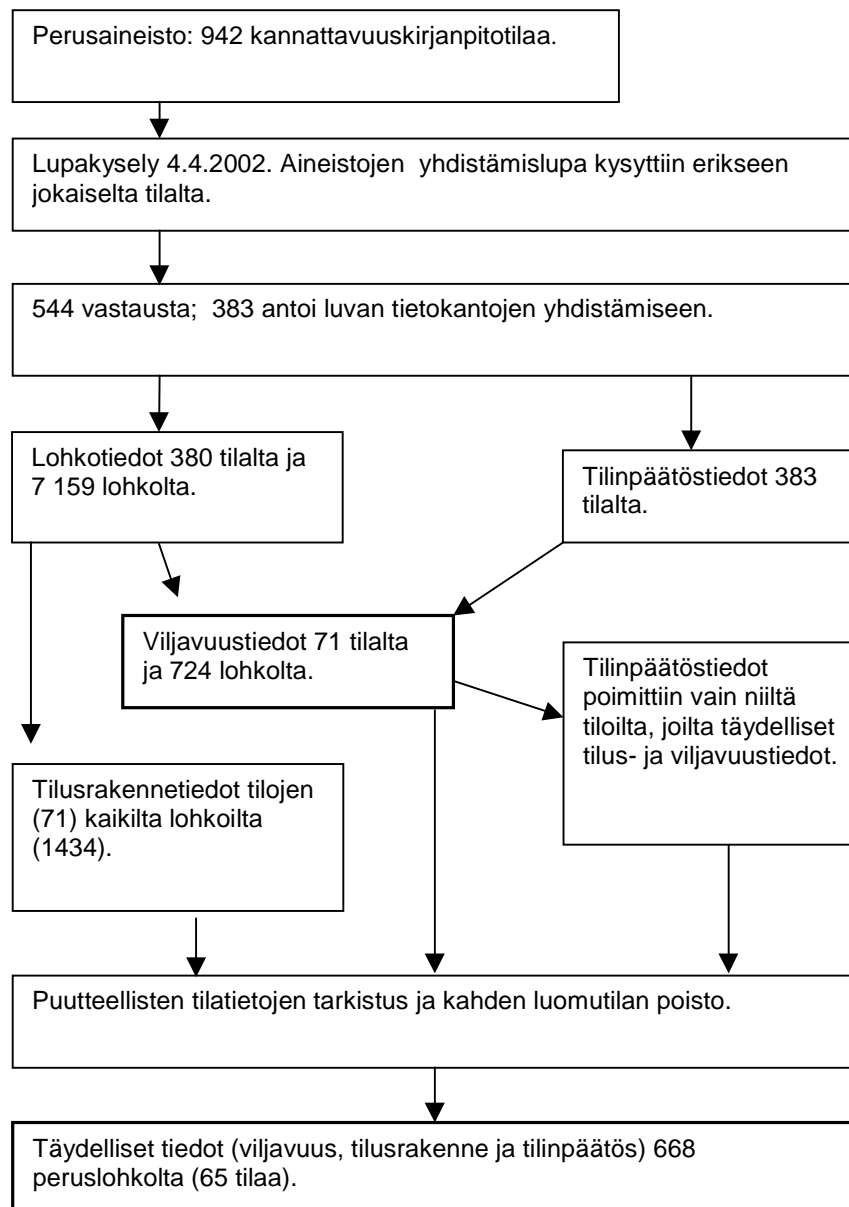
- Kalkituksen vaikutus maan pH -tasoon on 0,049 pH-yksikköä / tonni kalkkia (Kempainen ym. 1993, s. 28, Taulukko 13).
- Maan pH laskee lannoituksen ja muiden tekijöiden vaikutuksesta 0,03 pH-yksikköä vuodessa, eli vuotuinen ylläpitokalkituksen tarve on noin 600 kg/ha.
- Pellon hallintaoikeus loppuu suunnittelukauden (vuokrasopimuksen) jälkeen varmasti. Malli ei sisällä spekulatioita vuokrasopimuksen uusimisen vaikutuksista.

## **3.2 Positiivinen eli aineistoperusteinen tutkimusote**

Tässä työssä tutkitaan kannattavuuskirjanpidossa vuosina 1998–2000 mukana olleiden tilojen perusteella, kuinka suuri ero viljelijään itsensä viljelemien lohkojen ja vuokrapeltojen välillä on maan happamuudessa ja fosforipitoisuudessa. Lisäksi tavoitteena on selvittää, riippuvatko erot omien ja vuokrapeltojen välillä tilan taloudellisesta asemasta, tilusrakenteesta ja/tai maan laadusta. Tutkimusaineisto sisälsi myös tilojen perustietoja, kuten tiedot viljelijän iästä, tilan tuotantosuunnasta sekä tukialueesta, jolla tila on. Näiden tekijöiden vaikutus tutkimuksen peruskysymykseen vuokrapeltojen ja omien peltojen viljavuuden tasoerosta selvitetään.

### **3.2.1 Aineisto**

Tutkimusaineisto muodostuu vuosina 1998–2000 kannattavuuskirjanpidossa mukana olleista tiloista (Kuva 5). Tiloja ja niiden peltoja kuvaava aineisto on kerätty kolmesta tietokannasta. Tilojen tilinpäätöstiedot on poimittu kannattavuuskirjanpidon tilinpäätösaineistosta. Peruslohkot ja niitä kuvaavat tilusrakenneominaisuudet on poimittu MMM:n peltolohkorekisteristä, ja maan kasvukuntoa kuvaavat tiedot on poimittu Viljavuuspalvelu Oy:n analyysirekistereistä. Kannattavuuskirjanpitoaineistoa voidaan tarkastella tutkimuksessa tilatasolla, kun taas tilusrakenne- (sisältäen omistussuhdetiedot) ja maaperäaineiston tarkastelu on mahdollista peruslohkotasolla.



Kuva 5. Aineiston keruu.

### 3.2.1.1 Perustiedot

Aineiston jäätyä odotettua pienemmäksi tutkimustiloja ei voitu tarkastella erikseen kaikkien tuotantosuuntien ja tukialueiden osalta. Tilat jaettiin kahteen ryhmään: 1) A- ja B-tukialueen tilat ja 2) C-tukialueen tilat. Tuotantosuunnan mukaan tilat jaettiin kotieläintiloihin ja kasvinviljelytiloihin. Jako on perusteltavissa tilojen erilaisilla ravinnevirroilla. Kotieläintiloilla ravinteita voi olla käytettävissä yli oman tarpeen, ja peltoja joudutaan vuokraamaan, jotta kaikki lanta saataisiin käytetyksi maatalouden ympäristötukiehtojen mukaisesti.

Taulukko 5. Tutkimustilojen koko ja viljelijän ikä tuotantosuunnan ja tukialueen mukaan.

Tukialue	Tuotantosuunta	Tilojen määrä	Kvartiilit	Tilakoko (peltoa, ha)	Viljelijän ikä
A&B	Kasvintuotanto	18	Q1	44,64	40
			Md	59,29	46
			Q3	90,41	52
	Kotieläintuotanto	15	Q1	31,95	35
			Md	42,48	38
			Q3	65,00	52
C	Kasvintuotanto	5	Q1	34,63	36
			Md	34,69	39
			Q3	45,13	45
	Kotieläintuotanto	27	Q1	25,63	34
			Md	37,69	40
			Q3	56,01	48

Q1 = alakvartiili (korkeintaan 25 % havainnoista on Q1:stä pienempiä)  
 Md = mediaani (korkeintaan 50 % havainnoista on Md:tä pienempiä)  
 Q3 = yläkvartiili (korkeintaan 75 % havainnoista on Q3:sta pienempiä)

### 3.2.1.2 Tilinpäätösaineisto

Maatilayrityksen taloudellisen tilan arvioimiseksi käytetään tässä tutkimuksessa samoja tunnuslukuja kuin maatalouden kannattavuustutkimuksessa. Tunnuslukujen laskennan pohjana on maa- ja puutarhatalouden oikaistu tuloslaskelma (MTT taloustutkimus / laskentatoimi).

#### MYYN TITUOTOT

+ Tuet

#### = LIIKEVAIHTO

- + tuotevarastojen ja kotieläinomaisuuden lisäys
- tuotevarastojen ja kotieläinomaisuuden vähennys
- + maksuttomat luovutukset muille toimialoille
- + maatalouden muut tuotot

#### = TUOTOT YHTEENSÄ

- muuttuvat kulut
- kiinteät kulut
- yrittäjäperheen palkkavaatimus

#### = KÄYTTÖKATE

- poistot

#### = LIIKETULOS

- + rahoitustuotot
- korot ja rahoituskulut

#### = NETTOTULOS

- oman pääoman korkovaatimus

#### = YRITTÄJÄN VOITTO

Liikevaihto kuvaa toiminnan laajuutta. Liikevaihto lasketaan ilman arvonlisäveroa. Tuloslaskelma on suoriteperusteinen, eli liikevaihtoon sisältyvät kyseiselle tilikaudelle kuuluvat tuloerät. Tuotevarastojen muutoksessa on mukana myös karkearehujen (heinä, säilörehu) varastojen muutos.

Palkkavaatimus on laskettu kertomalla yrittäjäperheen tekemä maataloustyön määrä tunteina ennalta asetetulla tuntipalkkavaatimuksella. Tuntipalkkavaatimus vuonna 2000 oli 7,39 €/h.

Poistot laskettiin omaisuuden jälleenhankinta-arvosta johdetusta nykyarvosta. Poistomenetelmänä käytettiin tasaprosenttipoistoa, jossa poistoprosentti määräytyy käyttöomaisuusryhmittäin.

Yrittäjän voitto kuvaa yrityksen markkamääräistä (absoluuttista) kannattavuutta. Oman pääoman laskentakorkovaatimus on 5 %. Oma pääoma on laskettu vähentämällä maa- ja puutarhatalouden omaisuudesta velat. Maatalousomaisuuteen luetaan tuotanto-oikeudet (sis. maidon viitemäärän), maa- ja vesialueet, rakennukset, koneet ja kalusto, salaojat, muu käyttöomaisuus, osakkeet ja osuudet, tuotantopanosten varastot, tuotevarastot (sis. karkearehuvastot), kotieläimet, muu vaihto-omaisuus, saamiset ja rahoitusomaisuus. Vuokrapellon arvoa ei lueta varallisuuteen. Pellon vuokratulot sisältyvät kiinteisiin kuluihin.

#### OMAVARAISUUSASTE

= 100 \* Oma pääoma / taseen loppusumma

Omavaraisuusaste mittaa maatalouden vakavaraisuutta ja rahoitusriskiä. Yritys on sitä vakavaraempi ja rahoitusriski sitä pienempi, mitä korkeampi on sen omavaraisuusaste. Velattomalla tilalla tunnusluvun arvo on 100 %. Taseen loppusummana käytettiin tilikauden alun ja lopun keskiarvoa. Se kuvaa yritykseen tilikauden aikana keskimäärin sitoutuneen pääoman määrää.

Kalkitusmenon perusteella voitiin arvioida viime vuosina tehtyjä keskimääräisiä kalkituksia. Vuosina 1998–2000 kotieläintilat kalkitsivat keskimäärin hieman enemmän kuin kasvinviljelytilat (Taulukko 6). Suurimmillaankaan havaittu kalkitus ei näyttäisi riittävän kuin saavutetun pH-tason ylläpitoon.



Taulukko 6. Tutkimustilojen tilinpäätösaineisto (€/tila).

Tukialue	Tuotantosuunta	Tilojen määrä	Kvartiilit	Yrittäjän voitto (€)	Omavaraisuusaste (%)	Kalkitusmeno (€/vuosi)	Kalkitus (kg/ha *)
A&B	Kasvintuotanto	18	Q1	-17 535	61	0	0
			Md	- 4 269	76	0	0
			Q3	3 428	89	920	419
	Kotieläintuotanto	15	Q1	-22 199	68	0	0
			Md	-5 189	74	741	487
			Q3	4 983	86	1382	1034
C	Kasvintuotanto	5	Q1	-24 869	74	0	0
			Md	-12 422	79	469	343
			Q3	-12 077	84	549	363
	Kotieläintuotanto	27	Q1	-21 370	63	0	0
			Md	-10 211	80	427	393
			Q3	-223	89	949	597

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)

\*) Laskettu jakamalla kalkitusmeno tilakoolla ja jakamalla osamäärä edelleen kalkituskustannuksella 33,61 €/ 1 000 kg (Taulukko 4).

### 3.2.1.3 Maan kasvukuntoa kuvaava aineisto

Maan kasvukuntoa kuvaamaan valittiin viljavuustutkimuksesta saatava maan pH ja helppoliukoisen fosforin pitoisuus (P-luku). Maan pH määritetään veteen lietetystä maasta maan ja veden tilavuussuhteen ollessa 1:2,5. Helppoliukoinen fosfori uutetaan happamalla ammoniumasetaattiliuoksella (0,5 M CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, 0,5 M CH<sub>3</sub>COOH), jonka pH on 4,65 (Vuorinen & Mäkitie 1955). Viljavuustutkimuksessa määritetään aistinvaraisesti myös maalaji ja multavuus (orgaanisen aineksen pitoisuus), jotka ovat tärkeitä tietoja tulkittaessa kemiallisen analyysin tuloksia. Tulosten tulkinta (Liite 4, Viljavuuspalvelu 2000) antaa viljavuusluokan. Lannoitus- ja kalkitussuositukset perustuvat viljelykasvin tarpeeseen ja viljavuusluokkaan. Jokainen ominaisuus tulkitaan erikseen, ja tietty pelto voi edustaa eri ominaisuuksien suhteen eri viljavuusluokkia (Mäkelä-Kurto ym. 2002). Helppoliukoisen fosforin ja pH-määrityksen tulokset luokitellaan kummatkin seitsemään luokkaan, jotka ovat huono, huononlainen, välttävä, tyydyttävä, hyvä, korkea ja arveluttavan korkea. Tavanomaisessa kasvinviljelyssä on tavoitetasona tyydyttävä viljavuusluokka. Aineiston jakautuminen viljavuusluokkiin on esitetty tulosten yhteydessä.

### 3.2.1.4 Tilusrakenne

Tutkimustilojen tilusrakennetiedot on poimittu Maa- ja metsätalousministeriön peltolohko-rekisteristä. Tilusrakenteessa tapahtuvasta kehityksestä ja siitä seuraavasta peruslohkojen uudelleenumeroinnista johtuen yhdeksältä tutkimuslohkolta puuttui tieto lohkon koosta ja siitä, kuinka etäällä se on talouskeskuksesta (Taulukko 7).

Taulukko 7. Tutkimustilojen tilusrakenne.

Tukialue	Tuotanto-suunta	Lohkojen lukumäärä	Hallinta-oikeus	Kvartiilit	Lohkokoko (ha)	Etäisyys (m)
A&B	Kasvintuotanto	165	Oma	Q1	1,39	454
				Md	2,47	1 019
				Q3	4,77	3 983
		68	Vuokrattu	Q1	1,29	810
				Md	1,89	1 381
				Q3	3,40	4 044
	Kotieläintuotanto	60	Oma	Q1	0,96	222
				Md	2,31	362
				Q3	4,80	628
		36	Vuokrattu	Q1	0,59	469
				Md	1,74	953
				Q3	2,74	2 097
C	Kasvintuotanto	30	Oma	Q1	1,01	165
				Md	1,51	597
				Q3	2,01	2 689
		24	Vuokrattu	Q1	1,27	792
				Md	2,06	1 607
				Q3	3,33	11 194
	Kotieläintuotanto	171	Oma	Q1	1,26	193
				Md	2,26	545
				Q3	3,99	1 757
		105	Vuokrattu	Q1	0,86	994
				Md	1,53	1 435
				Q3	2,68	3 200

Q1 = alakvartiili (korkeintaan 25 % havainnoista on Q1:stä pienempiä)  
Md = mediaani (korkeintaan 50 % havainnoista on Md:tä pienempiä)  
Q3 = yläkvartiili (korkeintaan 75 % havainnoista on Q3:sta pienempiä)

## **Lohkokoko**

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. Tässä tutkimuksessa lohkon kokona käytetään kulloisenakin tutkimusvuonna peltolohkokisteriin tallennettua peltolohkon kokoa.

## **Lohkojen etäisyydet**

Lohkon etäisyys talouskeskuksesta on laskettu peruslohkon keskipisteen ja talouskeskuksen koordinaateista. Lohkon etäisyys on siten ”linnutie-etäisyys” talouskeskuksesta lohkon keskipisteeseen. Lasketut arvot eivät siis kuvaa talouskeskuksen ja lohkon veräjapisteen välisiä tie-etäisyyksiä, mutta oletettavasti korreloivat voimakkaasti niiden kanssa.

Aikaisemmissa tutkimuksissa pellonvuokraus ja sen vaikutukset perusparannuksiin on otettu huomioon esimerkiksi jakamalla tilat kolmeen ryhmään: 1) vain omaa peltoa, 2) omaa ja vuokrapeltoa sekä 3) pelkästään vuokrapeltoa sisältäneisiin tiloihin. Toinen pääsuuntaus pellonvuokrauksen vaikutusten tarkastelussa on ollut vuokratun pellon suhteellisen osuuden käyttäminen muuttujana esimerkiksi perusparannusten tekemistä kuvaavissa malleissa. Aineistoja ei ole juurikaan pystytty ryhmittelemään vuokrasopimusten laadun tai keston perusteella, eikä tällaista käsittelyä pystytä valitettavasti tekemään tämänkään tutkimuksen aineistolle. Olennainen parannus aikaisempiin tarkasteluihin verrattuna on, että tämän tutkimuksen aineistoa voidaan tarkastella lohkotasolla. Keskeistä on se, että havaittua perusparannusten tilaa voidaan selittää muilla lohkon ominaisuuksilla.

### *3.2.1.5 Aineiston edustavuus*

Tutkimustilat ovat valtakunnallista keskiarvoa suurempia. Viljatilojen keskikoko (keskiarvo) oli maassamme vuonna 2001 Maataloustilastollisen vuosikirjan (2002) mukaan 27,9 ha. Tutkimusaineistossa kasvinviljelytilojen kokokeskiarvo oli A- ja B-alueella 69,6 ha ja C-tukialueella 41,8 ha. Aineistossa sikatilat ja maitotilat on yhdistetty samaksi ryhmäksi, jossa tilakoon keskiarvo oli A- ja B-tukialueella 48,8 ha ja C-tukialueella 43,0 ha. Kaikkien maitotilojen keskikoko (keskiarvo) Suomessa vuonna 2001 oli 34,1 ha ja sikatilojen 46,0 ha.

Aineiston pH-havaintojen keskiarvo oli 6,1 (keskihajonta  $s = 0,5$ ) ja mediaani 6,1, joten havaintojen keskimääräinen pH oli hieman korkeampi kuin Mäkelä-Kurtton ja Sippolan (2002) tutkimuksessa esitetyt keskiarvo 5,8 ( $s = 0,5$ ) ja mediaani 5,8. Viljavuuspalvelu Oy:ssä tutkittiin vuosina 1996–2000 noin 850 000 maanäytettä, joiden pH-keskiarvo oli 5,7. Viljavuuspalvelu Oy:n seurantatutkimuksessa olleiden 1 600:n lohkon keskimääräinen pH oli välillä 5,8–6,1 (Mäntylähti 2002). Näiden havaintojen perusteella voidaan sanoa, että aineisto edustaa pH-arvojensa puolesta tilansa taloudesta sekä peltojensa kasvukunnosta kiinnostuneiden viljelijöiden peltoja.

Tutkimuslohkojen helppoliukoisen fosforin pitoisuus oli keskimäärin 12,5 mg/l (s = 9,4 mg/l). Aineiston mediaani oli 9,8 mg/l. Fosforiluvuiltaan aineisto vastaa sekä Mäkelä-Kurtton ja Sippolan (2002) että Mäntylahden (2002) aineistoja, joissa fosforipitoisuudet olivat keskimäärin 13,1 mg/l (s = 15,1 mg/l) sekä 13,0 mg/l.

Lohkokoon suhteen omien lohkojen aineisto edustaa hyvin kaikkia Suomen peruslohkoja, joita oli 4.9.2001 yhteensä 989 994 kpl. Suomen noin miljoonan peruslohkon keskikoko (keskiarvo) on 2,33 ha<sup>7</sup>. Tutkimusaineiston vuokralohkojen koon edustavuutta on vaikea arvioida, sillä niiden valtakunnallisesta keskikoosta ei ole esitetty tilastoja.

### 3.2.2 Tilastolliset menetelmät

Tukialueiden A&B ja C aineistot analysoitiin erikseen, koska aineistoissa peltolohkot jakautuivat eri tavalla maalajiryhmiin (Taulukko 8). A- ja B-tukialueella yli puolet 332 pellostä oli savimaita, kun taas C-tukialueella savipeltoja oli vain kolme. Vastaavasti A- ja B-tukialueella eloperäisiä maita oli vähän: viljelijän omia peltoja 15 ja vuokrapeltoja kolme. Vähäisen edustuksen vuoksi eloperäiset maat jätettiin pois A&B-tukialueen analyyseista ja savimaat C-tukialueen analyyseista.

Tutkimuslohkot jakautuivat epätasaisesti myös multavuusluokkiin (Taulukko 8), joita sen vuoksi jouduttiin yhdistelemään. A- ja B-tukialueen analyyseissa sekä fosforilla että pH:lla käytettiin seuraavaa maalaji-multavuusluokitusta: 1) savimaat & m-multavuus, 2) savimaat & rm- ja erm-multavuus, 3) karkeat kivennäismaat. C-tukialueella karkeat kivennäismaat jaettiin kahteen ryhmään. Ryhmittelyssä otettiin huomioon viljavuusanalyysitulosten tulkin-

Taulukko 8. Omien ja vuokrattujen lohkojen jakautuminen maalajiryhmiin ja multavuusluokkiin eri tukialueilla ja tuotantosuunnilla.

Tuki- alue	Tuotanto- suunta	Hallinta- oikeus	Maalaji							Eloperäi- set maat kpl	Summa kpl
			Savimaat kpl			Karkeat kivennäismaat kpl					
			m	rm	erm	vm	m	rm	erm		
A&B	Kasvin- tuotanto	Oma	37	58	2	1	44	10	3	10	165
		Vuokrattu	20	27	0	0	14	3	1	3	68
	Kotieläin- tuotanto	Oma	16	10	1	0	15	11	2	5	60
		Vuokrattu	13	12	1	0	10	3	0	0	39
C	Kasvin- tuotanto	Oma	2	0	0	0	18	5	1	5	31
		Vuokrattu	0	0	0	0	20	1	2	1	24
	Kotieläin- tuotanto	Oma	0	1	0	2	72	51	12	37	175
		Vuokrattu	0	0	0	1	58	25	4	18	106
										668	

vm = vähämultainen, m = multava, rm = runsasmultainen ja erm = erittäin runsasmultainen

<sup>7</sup> Henkilökohtainen tiedonanto. Jukka Lahtinen 07.09.2001.

taan laadittu karkeiden kivennäismaiden jako, joka on fosforilla ja pH:lla erilainen (Liite 4). Fosforipitoisuuksia mallinnettaessa käytettiin seuraavaa ryhmittelyä: 1) hiedat ja moreenit & rm- ja erm-multavuus, 2) hiedat ja moreenit & vm- ja m-multavuus sekä hiesu, hiue, hieta (kaikki multavuudet). Maan pH:lla puolestaan karkeat kivennäismaat jaettiin multavuuden suhteen kahteen ryhmään, 1) vm- ja m-multavuus sekä 2) rm- ja erm-multavuus. C-tukialueella kolmantena maaryhmänä sekä fosforilla että pH:lla olivat eloperäiset maat.

Fosfori- ja pH-arvojen mallinuksissa käytettiin yleisiä lineaarisia sekamalleja, joissa vastemuuttujien jakaumat oletetaan normaalijakaumiksi. Fosforipitoisuuksien jakaumat olivat vertailtavissa ryhmissä positiivisesti vinoja, mutta (kymmenkantaisella) logaritmuunnoksella ne saatiin muunnetuksi likimain normaalijakaumiksi. Maan pH-arvoihin ei tarvinnut tehdä muunnosta ( $\text{pH} = -\log_{10}(\text{H}^+)$ , missä  $\text{H}^+$  on vetyioniaktiivisuus vesiliuoksessa). Vastemuuttujien ja mahdollisten numeeristen selittäjien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin sirontakuvioiden avulla kussakin tukialue-tuotantosuunta-maaryhmä-hallintaoikeus-kombinaatiossa. Fosfori- ja pH-arvot näyttivät riippuvan lohkon koosta ja etäisyydestä talouskeskuksesta etukäteishypoteesien mukaisesti. Koska omat ja vuokratut pellot erosivat jonkin verran koon ja etäisyyden suhteen (Taulukko 7), kyseiset tilusrakennemuuttujat päätettiin sisällyttää kovariaateiksi malleihin ”aidon” hallintaoikeudesta johtuvan eron selvittämiseksi. Logaritmisten fosfori- ja pH-arvojen vaihtelu oli suurempaa pienillä kuin suurilla kovariaattien arvoilla. Vaihtelun vakioimiseksi myös kovariaattien arvoihin tehtiin (kymmenkantainen) logaritmuunnos. Muunnosten jälkeen vastemuuttujien ja kovariaattien väliset yhteydet olivat lineaarisia. Muilla mahdollisilla numeerisilla selittäjillä (tilakoko, viljelijän ikä, yrittäjän voitto, omavaraisuusaste, kalkitusmeno) ei ollut yhteyttä vastemuuttujiin, joten niitä ei tarvittu malleissa. Sen sijaan maaryhmän ja hallintaoikeuden yhdysvaikutus otettiin mukaan malleihin riippumatta vaikutuksen tilastollisesta merkitsevyydestä, koska viljavuusanalysissa fosfori- ja pH-arvojen tulkinta riippuu maaryhmästä (Liite 4). Aineistojen hierarkkisen rakenteen huomioon otto puolestaan edellytti tuotantosuunnan ja tilan sisällyttämistä malleihin. Näin ollen yksinkertaisin tukialueiden A&B ja C aineistoihin sovitettava malli oli seuraava:

$$(6) \quad \log_{10}(y_{ijkl}) = \mu + T_i + f_{j(i)} + M_k + H_l + MH_{kl} + \alpha \log_{10}(x_{ijkl}) + \beta \log_{10}(z_{ijkl}) + e_{ijkl}$$

missä  $\log_{10}(y_{ijkl})$  on vastemuuttujan arvo tuotantosuunnan  $i$  tilalta  $j$  peltolohkosta, jonka maaryhmä on  $k$  ja hallintaoikeus  $l$ ;  $x_{ijkl}$  on lohkon etäisyys talouskeskuksesta ja  $z_{ijkl}$  on lohkon koko. Parametrit  $\alpha$  ja  $\beta$  ovat regressiokertoimia. Parametri  $\mu$  on kaikille havainnoille yhteinen vakio,  $T$ ,  $M$  ja  $H$  ovat tuotantosuunnan, maaryhmän ja hallintaoikeuden kiinteitä päävaikutuksia ja  $MH$  on maaryhmän ja hallintaoikeuden kiinteä yhdysvaikutus;  $f_{j(i)}$  on tilan  $j$  satunnaisvaikutus tuotantosuunnassa  $i$  ja  $e_{ijkl}$  on satunnaisvirhe. Satunnaismuuttujista oletetaan  $f_{j(i)} \sim \text{iid } N(0, \sigma_f^2)$  ja  $e_{ijkl} \sim \text{iid } N(0, \sigma^2)$ . Lisäksi satunnaismuuttujat  $f_{j(i)}$  oletetaan riippumattomiksi virhetermeistä  $e_{ijkl}$ .

Tukialueiden A&B ja C aineistoihin sovitettiin ensiksi maksimaalinen malli, joka sisälsi mallissa (6) esitettyjen vaikutusten lisäksi tuotantosunnan (T) yhdysvaikutukset M:n, H:n ja MH:n kanssa sekä kaikki mahdolliset kiinteiden vaikutusten ja kovariaattien yhdysvaikutukset. Maksimaalisesta mallista jätettiin yksi kerrallaan termejä pois niiden p-arvon suuruuden perusteella: ensimmäiseksi termi, jonka p-arvo oli suurin. Termien poistossa noudatettiin myös hierarkkisuusperiaatetta, jonka mukaan termiä ei poisteta ennen kuin on poistettu termit, jotka sisältävät ko. termin symbolin. Esimerkiksi mallissa (6) termiä  $M_k$  ei ole poistettu, koska  $MH_{kl}$  on mallissa.

Estimointimenetelmänä mallien sovituksessa oli REML (residual maximum likelihood) -menetelmä. Mallitermien merkitsevyydet testattiin F-testeillä. Vapausasteet määrättiin Kenwardin ja Rogerin (1997) menetelmällä. Lopullisiin malleihin perustuvien, kovariaattien suhteen vakioitujen keskiarvojen väliset erot testattiin kaksisuuntaisilla t-tyyppisillä testeillä. Mallien oletusten paikkansapitävyyttä tarkasteltiin graafisesti. Jäännösten jakauman normalisuus tarkistettiin Tukeyn laatikko-jana-kuvion avulla (Tukey 1977) ja vakiovarianssisuus piirtämällä jäännökset koordinaatistoon sovitearvoja vastaan. Tiloihin liittyville satunnaisvaikutuksille  $f_{j(i)}$  määrättiin estimaatit, joiden avulla tunnistettiin muista tiloista poikkeavia tiloja. Lisäksi estimaatit piirrettiin koordinaatistoon tilojen maantieteellisiä koordinaatteja vastaan tilojen välisen spatiaalisen riippumattomuuden tarkistamiseksi. Tilojen koordinaatteina käytettiin kunkin tilan peltolohkokoordinaattien mediaaneja. Kuvien perusteella lopullisten mallien oletukset olivat aineistoissa likimain voimassa. Yksittäisiä poikkeavia havaintoja ja tiloja löytyi, mutta niiden poistaminen ei muuttanut tuloksia olennaisesti, joten ne pidettiin mukana aineistoissa. Analyysit toteutettiin SAS/STAT-ohjelmiston MIXED-proseduurilla (Littell et al. 1996).

## 4 Tulokset

### 4.1 Normatiivinen ratkaisu

Tässä luvussa esitetään normatiiviset ratkaisut maanomistajaviljelijän ja vuokraviljelijän kalkitus- ja fosforilannoituspäätöksiin. Näihin päätöksiin vaikuttavat taloudellisten tekijöiden lisäksi myös esimerkiksi viljelijöiden ympäristöasenteet. DP-mallilla saatuja ratkaisuja voidaan verrata todellisiin havaintoihin.

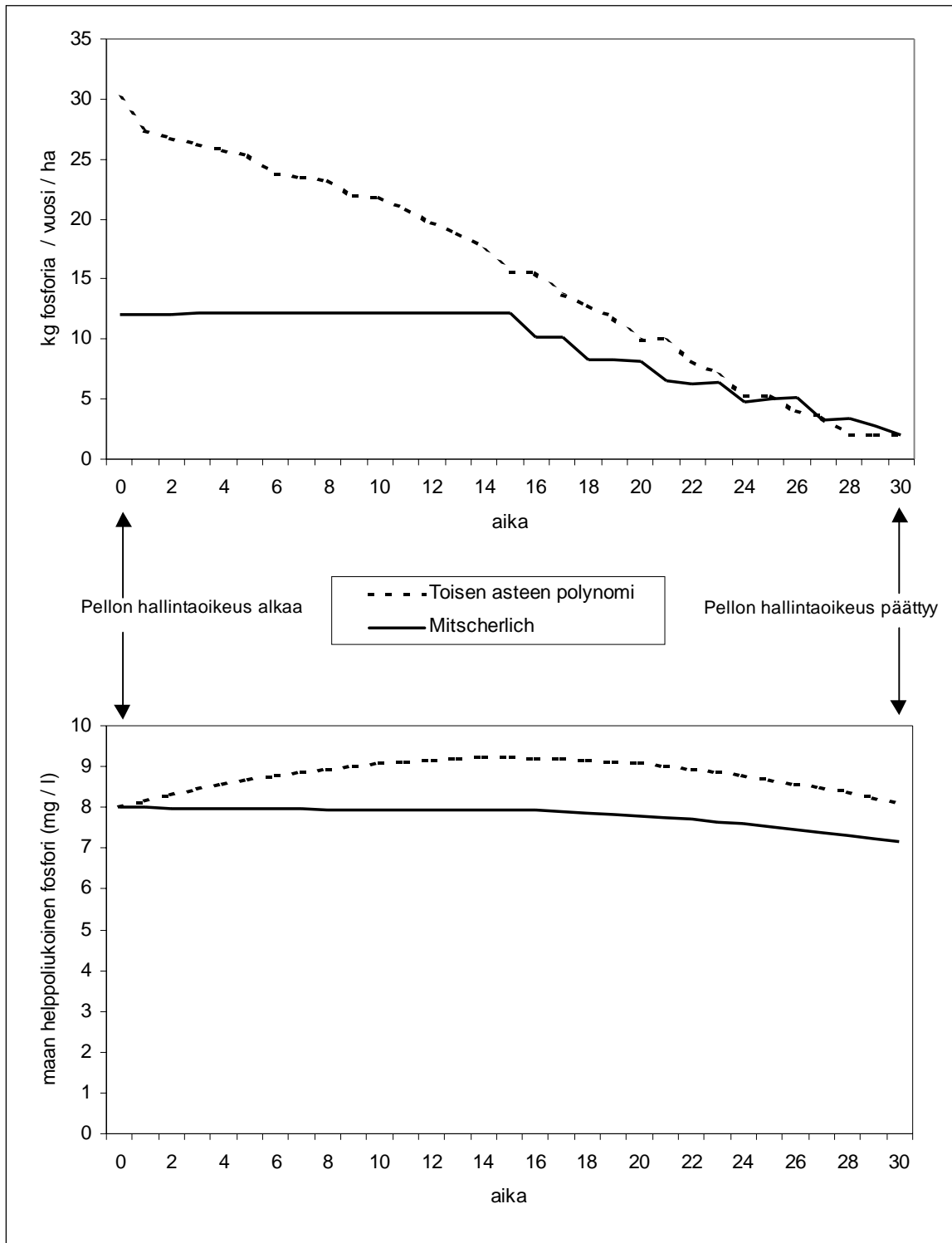
Mallin lähtötietoja, esimerkiksi maan kasvukuntoa, muuttamalla voidaan tarkastella eri tekijöiden vaikutusta optimaaliseen lannoitukseen. Mallin herkkyysanalyysillä eli ”komparatiivisella dynamiikalla” voidaan jatkossa tarkastella perusparannusten ja maan kasvukunnan taloutta laajemminkin. Tässä vaiheessa esitellään kuitenkin vain perusmallien tulokset. Perusmallilla voidaan osoittaa suunnittelujänteen pituuden (vuokrasopimuksen pituuden tai tuotannon lopettamispäätöksen) vaikutus kalkitus- ja lannoituspäätöksiin. Varsinaisesti hallinto-oikeuden epävarmuuteen, jos se määrittää vuokrasopimuksen uusimisen todennäköisyytenä, niillä ei voida kuitenkaan ottaa kantaa.

Useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on tarkasteltu taloudellisesti optimaalista typpilannoitusta (esim. Sumelius 1993 ja Bäckman ym. 1997). Taloudellisesti optimaalista fosforilannoitustasoa ja kalkitusta määritettäessä keskeiseen asemaan nousee typen optimointia käsittelevien tutkimusten tapaan se, millä funktiomuodolla maan kasvukunnon (helppoliukoinen fosfori ja pH) ja sadon välinen yhteys esitetään. Paris (1992), Sumelius (1993) ja Ylätalo (1996) toteavat Mitscherlich -funktioimuodon (eksponenttifunktio) kuvaavan parhaiten typpilannoituksen ja sadon välistä yhteyttä. Bäckman ym. (1997) puolestaan havaitsi myös kvadraattisen funktiomuodon (toisen asteen polynomi) soveltuvan hyvin typpilannoituksen ja sadon välisen yhteyden kuvaamiseen. Tässä tutkimuksessa kuvataan maan helppoliukoisen fosforin ja pH:n yhteyttä satoon toisen asteen polynomilla sekä Mitscherlich -funktioilla (Liitteet 2 ja 3).

#### **4.1.1 Fosfori**

Mitscherlich -funktioon pohjautuvan mallin antama taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitustaso on koko simulointijakson ajan alempi kuin ympäristötuen mukainen viljojen fosforilannoituksen perustaso (15 kg/ha), kun taas toisen asteen polynomia hyödyntävä malli esittää jakson alkupuolelle runsaampaa, koko jakson ajan vähitellen alenevaa fosforilannoitusta. Molempien mallien mukaan vain hyvin pieni fosforilannoitus on kannattavaa jakson loppuvuosina. Viljavuustutkimuksen tulokseen perustuva ohran lannoitussuositus tällä multavalla savimaalla, joka jakson alussa edustaa viljavuusluokkaa tyydyttävä, on 18 kg/ha, jos oletetaan satotason olevan 4 000 kg/ha. Pienemmällä 3 000 kg:n hehtaarisadolla suosituksen mukainen fosforilannoitus on 15 kg/ha. Varsinkin kauden loppupuolella mallien antamat taloudellisesti optimaaliset fosforilannoitusmäärät ovat melkoisesti pienemmät kuin viljavuustutkimuksen suosittelema lannoitus. Toisen asteen polynomifunktiota hyödyntävän mallin antama fosforilannoitus jakson alussa johtaa korkeampaan helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen (10,0 mg/l) simulointijakson päättyessä kuin Mitscherlich -funktioon pohjautuvan mallin mukainen lannoitus (7,9 mg/l). Kummankaan mallin mukaan viljavuusluokka ei muutu simulointijakson aikana (Kuva 6).

Optimaalinen fosforilannoitus pitkällä aikavälillä ei kuitenkaan ole tämän tutkimuksen varsinainen kiinnostuksen kohde, vaan huomio kiinnitetään siihen, miten suunnittelukauden pituus vaikuttaa optimaaliseen lannoitukseen. Tulosten perusteella fosforilannoitusta kannattaa alentaa pitkän aikavälin taloudellisesta optimista, kun pellon hallintaoikeutta on jäljellä noin 15 vuotta (Kuva 6).



Kuva 6. Optimaalinen fosforilannoitus ja sitä seuraava maan fosforitila pellon hallintaoikeuden funktiona (vuokraviljelijän taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitus), kun maan fosforitilan ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomifunktiolla tai Mitscherlich -funktiolla. Kuvassa aika vuosina.



Malli, jossa käytetään toisen asteen polynomia maan helppoliukoisen fosforin pitoisuuden ja sadon välisen suhteen kuvaamiseen, ei pääse 30 vuoden suunnittelujaksolla lähtötiedoista pitkän aikavälin tasapainoon, vaikka fosforilannoitus on siinä alussa aika runsasta. Käytettäessä Mitscherlich -funktio- muotoa mallin pitkän aikavälin optimaalinen maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus on puolestaan niin lähellä alkutilaa, että alkuvaiheessa ei esiinny sopeuttavaa vaihetta (vrt. kuva 3). Suunnittelujänteen pituuden vaikutus optimaaliseen lannoitukseen voidaankin lukea suoraan kuvasta 6 (oikealta vasemmalle), huomioiden se, että lannoitus on siinä optimaalista mallissa esiintyvän maan helppoliukoisen fosforin pitoisuuden suhteen.

Vuokraviljelijän toimintaan vaikuttaa vuokrapellossa olevan helppoliukoisen fosforin pitoisuus. Kun maan fosforiluku on noin 8 mg/l ja vuokrasopimus ei ole viittä vuotta pidempi, ei fosforilannoitetta kannata käyttää pientä starttilannoitusta enempää. Tulos on lähellä Saarelan ym. 1995 esittämää tulosta<sup>8</sup>, vaikka he tarkastelivat suunnittelukauden alkua ja tässä tutkimuksessa huomion kohteena oli suunnittelujänteen loppu.

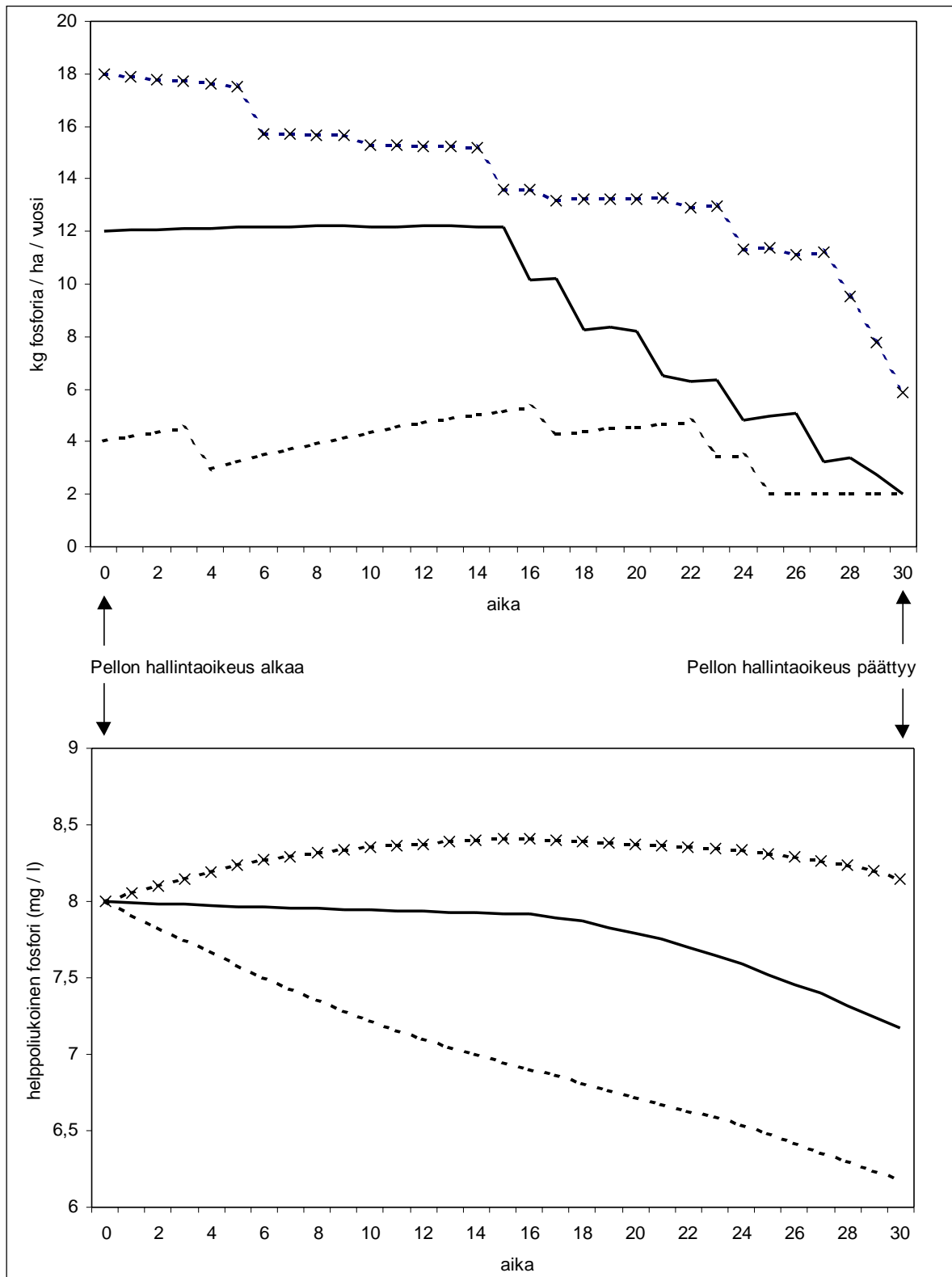
Ohran optimaalinen fosforilannoitus ratkaistiin suunnittelujänteen (ajan) funktiona kolmella eri hintatasolla käyttäen maan helppoliukoisen fosforivarannon ja sadon välisen yhteyden kuvaamiseen Mitscherlich -funktiota (Kuva 7). Nykyisellä ohran ja fosforin hinnalla (paksu yhtenäinen viiva) taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitus alkaa nopeasti alentua, kun pellon hallintaoikeutta on jäljellä 15 vuotta.

Ohran hinnan nousu ja fosforin hinnan lasku (tähditetty katkoviiva) nostaa pitkän aikavälin taloudellisesti optimaalisen fosforilannoituksen 20 kiloon/ha/vuosi. Fosforilannoitus kannattaa pitää myös korkeana lähelle hallintaoikeuden loppua. Sen sijaan ohran hinnan laskiessa ja fosforin hinnan noustessa (katkoviiva) pitkän aikavälin taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitustaso laskee noin 5 kiloon/ha/vuosi. Hintasuhteen heikkeneminen johtaa siis siihen, ettei suunnittelujänteen pituudella ole juurikaan vaikutusta taloudellisesti optimaaliseen fosforilannoitukseen.

Malli ratkaistiin myös EU-aikaa edeltäneellä ohran hinnalla. Ohran hinnalla 283 €/t optimaalinen fosforilannoitus oli 26,5 kg/ha ja optimaalinen maan helppoliukoisen fosforin taso 11,5 mg/l. Vuokraviljelijän taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitus oli täysin erilainen verrattuna siihen, mitä se on nyt. Fosforilannoitus kannatti pitää yli 20 kg/ha:n tasolla aina suunnittelujänteen viimeiseen vuoteen asti. EU-jäsenyyden myötä muuttuneiden hintasuhteiden vaikutus fosforilannoitukseen on siis merkittävä taloudellisen optimilannoituksen laskevissa 26,5 kilosta 12,2 kiloon hehtaaria kohti. Optimaalisen typpilannoituksen on estimoitu alenevan huomattavasti vähemmän (-22 %) (Ylätaalo 1996). Tulos tarkoittaa sitä, että pelkäämään ympäristötuen ehdot eivät ole kannustaneet fosforilannoituksen alentamiseen.

---

<sup>8</sup> Hintasuhteella 11 maan fosforitason ollessa 6 tai (12) mg/l edullisin lannoitemäärä oli toisena koevuonna 2 (0) kg/ha ja neljäntenä koevuonna 8 (2) kg/ha.



Kuva 7. Ohran hinnan vaikutus optimaaliseen fosforilannoitukseen ja maan helppoliukoinen fosforin pitoisuuteen pellon hallintaoikeuden funktiona (vuokraviljelijän taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitus).

Kuvan selitteet:

**paksu jatkuva viiva:** fosforin hinta 1 220 euroa/t ja ohran hinta 100 euroa/t

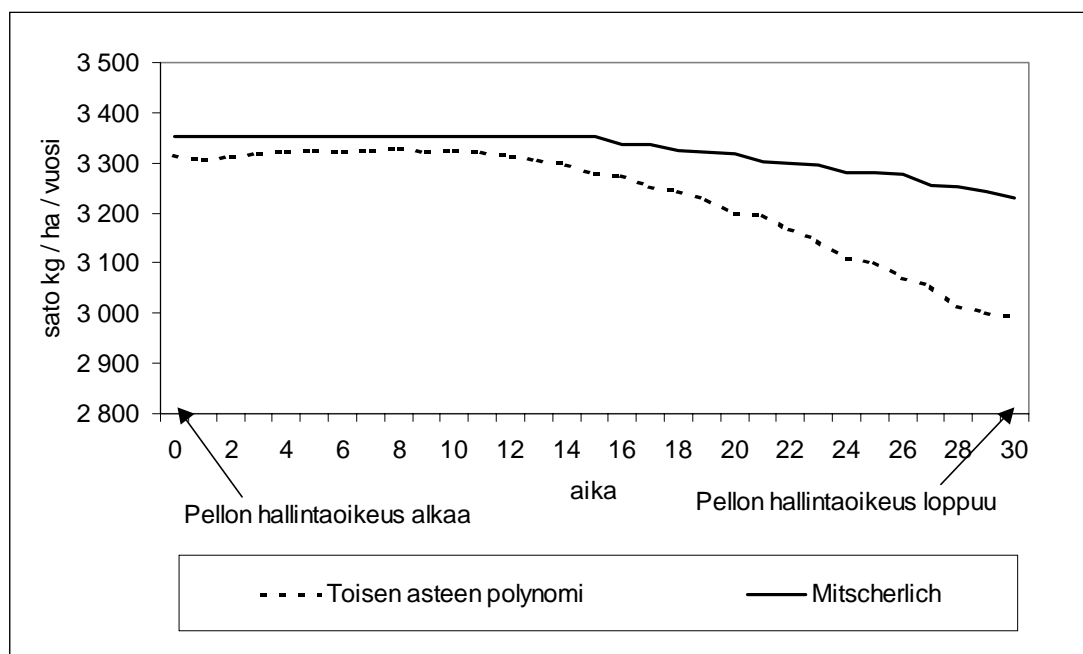
**tähditetty (ylin) katkoviiva:** fosforin hinta 20 % alennettu ja ohran hinta 20 % korotettu

**ohut (alin) katkoviiva:** fosforin hinta 20 % korotettu ja ohran hinta 20 % alennettu.

Tulokset osoittavat hintasuhteiden vaikutuksen viljavuusanalyysin tulosten taloudelliseen tulkintaan (Kuva 7) kun ohran ja lannoitefosforin hintasuhte on viljelijän kannalta hyvä, kannattaa tavoitella korkeampaa maan fosforilukua kuin hintojen ollessa epäedulliset. Jos mallin oletushintoja varioidaan +/- 20 %, kuten kuvassa 7 esitettyjä tuloksia laskettaessa on tehty, vaihtelee tavoiteltava maan fosforiluku välillä 6,2–9,2 mg/l. Viljavuusluokka-asteikolla tämä tarkoittaa sitä, että kannattaa tavoitella viljavuusluokkia välttävästä tyydyttävään. Esimerkiksi viljavuusluokan hyvä tavoittelu ei nykyisillä hintasuhteilla ole taloudellisesti perusteltavissa.

Keskeisin fosforimallien (toisen asteen polynomi ja Mitscherlich) ero on siinä, miten ne olettavat maan helppoliukoisen fosforin vaikuttavan satoon (Liite 2 kuvasta 1). Malli, jossa käytetään toisen asteen polynomia, olettaa sadon nousevan voimakkaammin ja pidempään maan liukoisen fosforin pitoisuuden noustessa. Korkean maan fosforitason ylläpitäminen taas edellyttää mallissa runsasta lannoitusta. Kuva 8 konkretisoi sen, kuinka osasta saavutettavissa olevasta sadosta kannattaa luopua suunnittelujänteen (vuokrasopimuksen) loppuessa.

Mallinnukseen tehdyt oletukset fosforilannoituksen vaikutuksesta maan liukoisen fosforin pitoisuuteen sekä sen alenemasta vaikuttavat ratkaisevasti tuloksiin. Esimerkiksi nostettaessa fosforilannoituksen vaikutus maan helppoliukoiseen fosforiin 0,05 mg:aan lannoitefosforikiloa kohti ja nopeutettaessa fosforivarannon kulumista sadon mukana samassa suhteessa, nousee pitkän aikavälin optimaalinen fosforilannoitus noin 16 kiloon vuodessa. Helppoliukoisen fosforin pitoisuuden muutoksen nopeuttaminen alkuperäisistä oletuksista vaikuttaa



Kuva 8. Fosforimallien satoennusteet pellon hallintaoikeuden funktiona, kun maan helppoliukoisen fosforin ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomifunktiolla tai Mitscherlich -funktiolla.

tuloksiin niin, että fosforilannoitusta kannattaa vähentää pitkän aikavälin optimista huomattavasti myöhemmin suunnittelujänteen loppua kohden. Vaikutus vuokraviljelijän fosforilannoitusongelmaan on siis samanlainen kuin ohran ja lannoitteen hintasuhteen parantumisella.

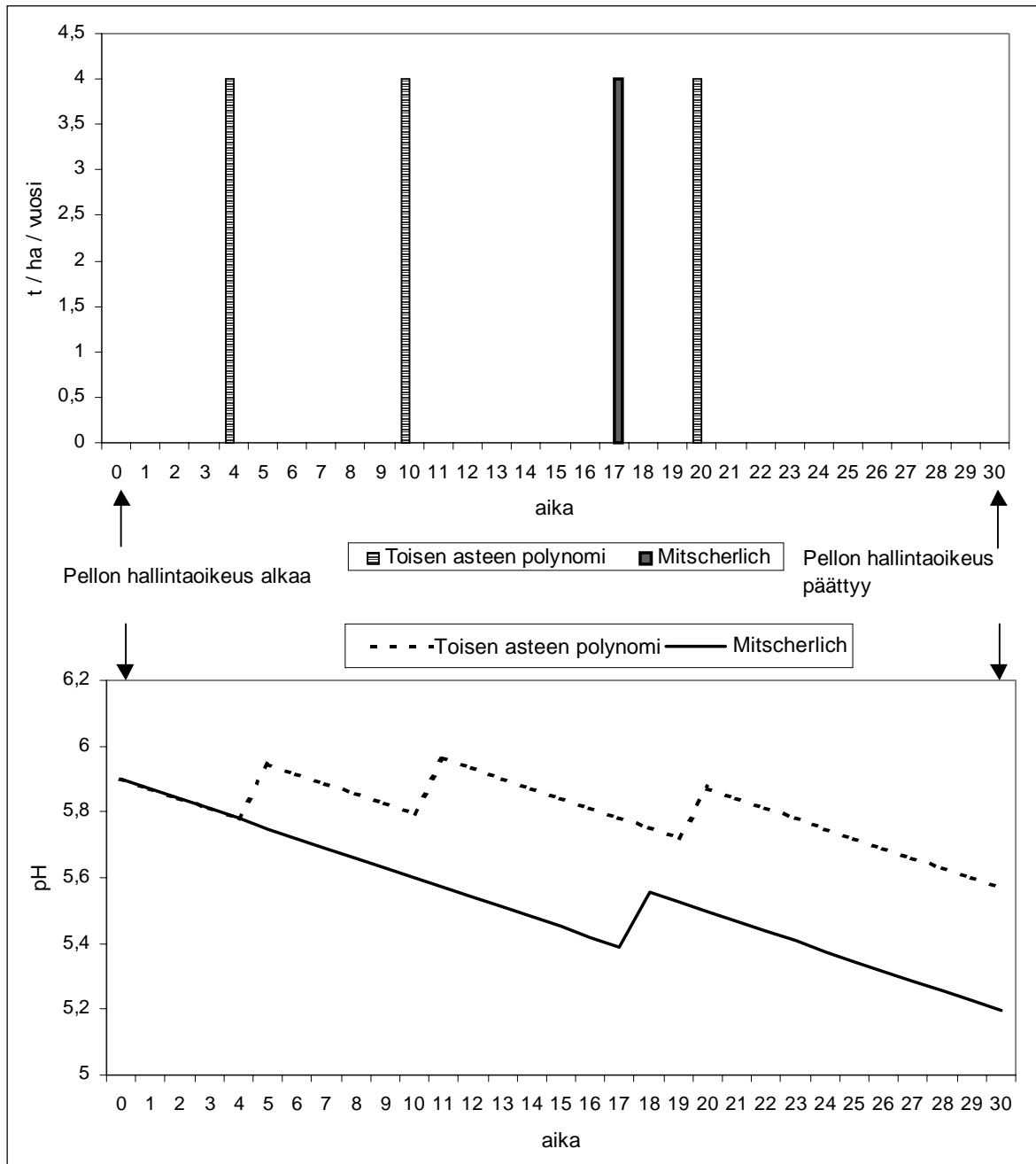
Tulos vahvistaa käsitystä, jonka mukaan kaikille samat lannoitusrajoitukset aiheuttavat erilaisia maalajeja viljeleville viljelijöille erisuuruisia taloudellisia menetyksiä (Lichtenberg 2002, s. 29-31). Asiasta saataisiin lisätietoa tutkimalla esimerkiksi sitä, miten viljelijöiden käytössä olleiden peltojen ominaisuudet ovat vaikuttaneet viljelijöiden lannoituspäätöksiin.

Tulosten perusteella voi päätellä, ettei ole helppoa perustella fosforilannoituksen lisäämisen kannattavuutta fosforilannoituksen suoralla vaikutuksella satoon, vaan pikemminkin pellon liukoisen fosforivarannon ylläpitämisellä. Fosforilannoituksella on havaittu olevan muitakin viljojen satoon kohdistuvia vaikutuksia kuin tässä mallissa tarkastellut. Esimerkiksi kylminä ja sateisina kesinä fosforilannoituksen on todettu edistävän viljojen kehitystä ja alentavan puintikosteutta niukasti fosforia sisältävällä maalla. Fosforilannoituksen vaikutuksen on todettu olevan jopa 3,5 prosenttiyksikköä keskimääräisten puintikosteuksien ollessa yli 30 % (Yli-Halla 1989). Aaltosen ym. (1999) mukaan 3 400 kilon hehtaarisadolla puintikosteuden nousu 30 %:sta 34 %:iin nostaa hehtaarikohtaisia kuivatuskustannuksia n. 44 mk. Kustannussäästö vastaa noin 74 kg ohraa.

#### 4.1.2 Kalkitus

Normaalissa peltoviljelyssä maan pH laskee yleensä vähitellen. Kalkinlevityksen kustannusrakenteen takia (Taulukko 4) kalkkia ei levitetä pelloille vuosittain. Tässä tutkimuksessa saaduissa tuloksissa yleisesti ottaen edullisin levitysmäärä oli 4 t/ha. Tulos johtuu pienempien määrien levittämisen korkeammasta yksikköhinnasta. Pienten levitysmäärien aiheuttama hintaporrasta muutettaessa myös kaikki esitetyt tulokset muuttuvat. Jos pienten kalkkimäärien levittäminen ei olisi suhteellisen kallista, kannattaisi kalkkia levityttää vuosittain vuotuista tarvetta vastaavasti vuotuisen lannoituksen tapaan. Kalkituksen hintaportaasta ja lyhyestä pellon hallintaoikeudesta johtuen vuokraviljelijän ongelma onkin monimutkainen. *Missä olosuhteissa vuokratulle pellolle kannattaa levityttää kalkkia?*

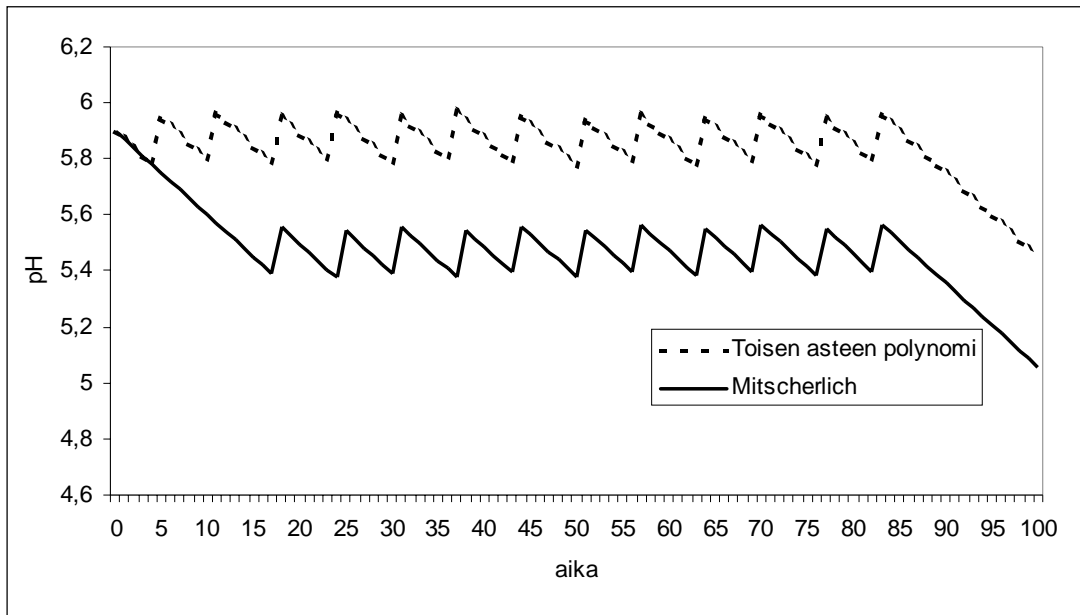
Mallin lähtötiedoilla kolmenkymmenen vuoden suunnittelujaksolla kannattaa kalkita yhdestä kolmeen kertaa neljän tonnin kertalevityksinä riippuen siitä, millaiseksi pH:n ja sadon välinen yhteys oletetaan (Kuva 9). Kalkitukset osuvat taloudellisesti optimaalisessa kalkitusohjelmassa suunnittelujakson vuosille 4 ja 10 ja 20 (kun pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomilla) sekä vuodelle 16 (kuvattaessa pH:n vaikutus satoon Mitscherlich -funktioimuodolla). Lyhyen aikavälin (30 vuotta) tulokseen vaikuttaa olennaisesti se, että pH:n lähtötasoksi valittiin 5,9 ja oletus siitä, ettei pH:lla ole vaikutusta pellon hintaan suunnittelukauden lopussa. Tuloksesta käy selvästi esille myös se, kuinka merkittävästi pH:n ja sadon välisen yhteyden kuvaamiseen käytetty funktioimuoto vaikuttaa taloudellisesti optimaaliseen kalkitusohjelmaan sopeuduttaessa laskeneisiin tuotteiden (ohran) hintoihin.



Kuva 9. Optimaalinen kalkitus ja pH:n kehitys hallintaoikeuden funktiona (vuokraviljelijän optimaalinen kalkitus), kun maan pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomifunktiolla tai Mitscherlich -funktiolla.

Malli saavuttaa pitkän aikavälin tasapainon, kun suunnittelujaksoa pidennetään. Kuvassa 10 on esitetty 100 vuoden suunnittelujakson optimaalinen kalkitus. Maan pH-tasoa ylläpitävä kalkitusohjelma on molemmilla funktiomuodoilla samanlainen: kalkitus 6–7 vuoden välein 4 t/ha. Tulos on looginen ja väistämätön, sillä mallien kaikki muut normit ovat pH-tason ja sadon välistä yhteyttä kuvaavaa funktiomuotoa lukuun ottamatta identtiset.

Taloudellisesti optimaalinen pH asettuu hieman alle 6:n tasolle (viljavuusluokka välttävä), kun pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomilla. Jos pH:n ja sadon välinen yhteys oletetaan eksponenttifunktion (Mitscherlich) tapaiseksi, asettuu optimaalinen



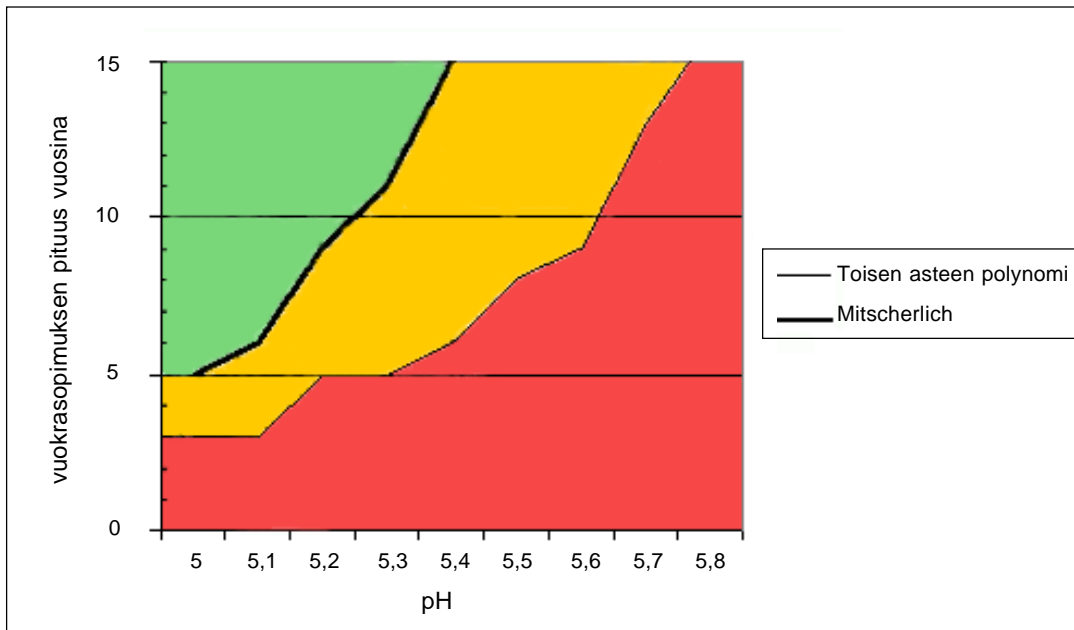
Kuva 10. Optimaalinen pH:n taso 100 vuoden suunnittelujaksolla, kun maan pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomifunktiolla tai Mitscherlich -funktiolla.

pH 5,4 ja 5,5 väliin (viljavuusluokka huononlainen). Molempien mallien antama taloudellisesti perusteltu pH-arvo on siis alempi kuin viljavuustutkimuksen tulkintaoppaan mukainen tavoitetilä, joka multavalla savimaalla on pH 6,0–6,4 (viljavuusluokka tyydyttävä).

Suunnittelukauden loppuminen leikkaa nopeasti taloudelliset kannusteet kalkituksen tekemiseen. Tämä käy ilmi sekä 30 vuoden suunnittelujänteellä että 100 vuoden suunnittelujänteellä ratkaistuista kalkitusohjelmista. Tulos on merkittävä Suomen maatalouden nykytilassa, missä nopeat maatalouspolitiikan muutokset ovat luoneet huomattavaa epävarmuutta. Tilanpidon jatkuvuudesta epävarmoilla tiloilla ei ole taloudellisia kannusteita kalkitukseen. Tämän tutkimuksen kannalta tulos merkitsee sitä, että vuokramaiden ja omien peltojen pH:n tasoeroa selittävään malliin tulisi saada mukaan muuttuja, joka kuvaa tilanpidon jatkuvuutta.

Mallilla ratkaistiin myös lyhin vuokrasopimuksen pituus, jolla vuokramiehen kannattaa kalkita vuokrapeltojaan (edellä kuvattu ”vuokramiehen kalkitusongelma”). Keskeisin oletus mallissa on ollut, että vuokrasuhde loppuu varmasti suunnittelukauden jälkeen nykyisen vuokrasopimuksen päättyessä. Vuokrasopimuksen uusimisen todennäköisyyttä ja sen vaikutuksia kalkitussääntöön ei ole toistaiseksi malleissa pystytty ottamaan huomioon. Tulokseen vaikuttaa olennaisesti vuokrapellon pH, joten sen vaihtelu otettiin analyysissä huomioon.

Nykyisen kaltaisilla vuokrasopimuksilla, joiden kesto on keskimäärin 5 vuotta, vuokrapeltoja kannattaa kalkita, jos niiden pH on alle 5,4 (viljavuusluokka huononlainen, toisen asteen polynomimalli) tai alle 5,1 (viljavuusluokka huono, Mitscherlich –funktion perustuva malli). Pitkällä aikavälillä tämä tarkoittaa sitä, että vuokramaiden pH asettuu välille 5,1–5,4, sillä ainakaan vuokramiehellä ei ole taloudellista kannustetta niiden kalkitsemiseen tätä korkeammilla pH-luvuilla. On hälyttävää, että kalkitus näyttää olevan taloudellisesti kannattavaa

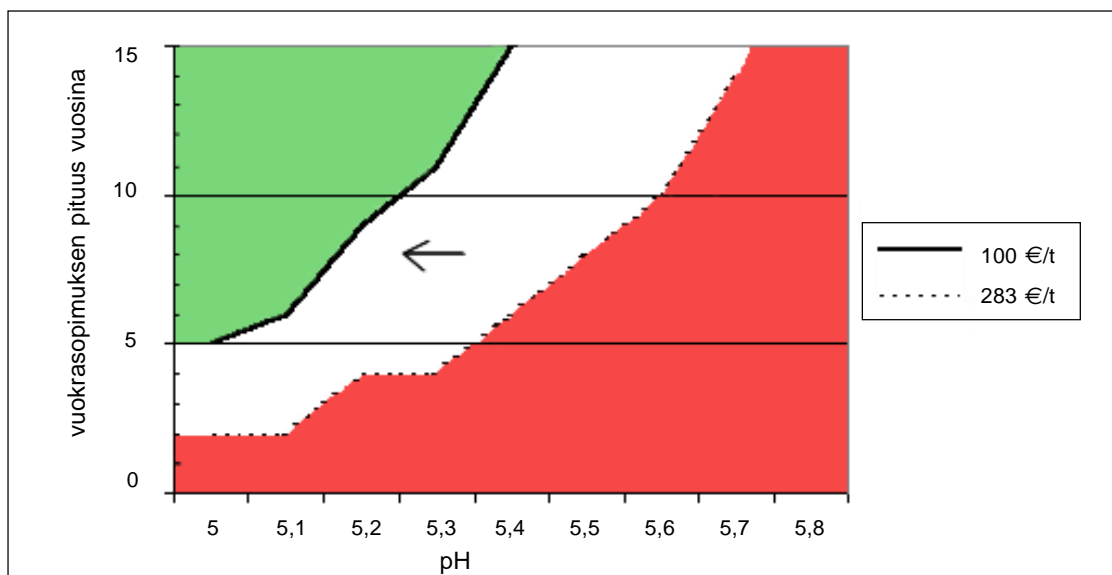


Kuva 11. Vuokrapellon pH:n ja suunnittelukauden (vuokrasopimuksen pituuden) vaikutus optimaaliseen kalkitukseen. Vuokraviljelijän kannalta kalkitukseen kannustavat olosuhteet kuvassa vihreällä ja keltaisella alueella. pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvataan toisen asteen polynomifunktiolla tai Mitscherlich -funktiolla.

vain erittäin happamilla vuokrapelloilla. Jos maatalouspolitiikan tavoitteena pidetään, että myös vuokramaiden kasvukunnosta huolehdittaisiin, tulisi viljelijöitä kannustaa pitkiin (yli viiden vuoden) vuokrasopimuksiin. Toimittaessa pitkillä vuokrasopimuksilla tai vuokrasopimuksilla, joissa pellon happamoituminen on huomioitu, ei vuokramaiden kalkitusta tarvitsisi erikseen tukea, vaan vuokraviljelijöillä olisi aidot kannusteet maan kasvukunnosta huolehtimiseen omistajaviljelijöiden tapaan. Esimerkiksi 10 vuoden<sup>9</sup> vuokrasopimuksilla kalkituskyngys nousisi 5,3–5,7:ään (Kuva 11), mikä tosin on edelleen varsin alhainen taso.

Taloudellisen toimintaympäristön muutosten vaikutus kalkituksen kannattavuuteen pystyttiin selvästi osoittamaan ratkaisemalla optimaalinen kalkitus ja pH vuoden 1994 kesäkuun ohran hinnalla (283 €/t) sekä nykyisellä ohran hinnalla (100 €/t). Hintatuen aikana kalkitukseen oli suuremmat kannusteet kuin nyt. Hintasuhteiden muutos on vaikuttanut myös olennaisesti vuokraviljelijän kalkitusongelman ratkaisuun. Vuokrapeltojen kalkituksen kannattavuus on laskenut selvästi. Tulosta havainnollistavassa kuvassa 12 kalkituksen kannattavuusraja on siirtynyt selvästi oikealle. Esimerkiksi toimittaessa viiden vuoden vuokrasopimuksilla kannatti hintatuen aikana vuokrapeltoja kalkita, jos niiden pH oli alle 5,35. Nyt vuokrapeltoja kannattaa kalkita vasta, jos niiden pH on alle 5.

<sup>9</sup> Maatalousmaa, jolta maatalouden harjoittamiseen tarvittavat maatalous- ja asuinrakennukset kokonaan puuttuvat tai ovat tähän tarkoitukseen riittämättömät, voidaan antaa vuokralle pääasiallisesti maataloudellista käyttöä varten määrääjäksi, enintään kymmeneksi vuodeksi (Maanvuokralaki).



Kuva 12. Ohran hinnan vaikutus vuokraviljelijän kalkituskynnnykseen. pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvataan Mitscherlich -funktiolla.

## 4.2 Erot vuokrapelloilla ja omilla pelloilla

Fosfori- ja pH-arvoja analysoitaessa malli 6 (s. 28) osoittautui yleensä riittäväksi. Poikkeuksena oli vain C-tukialueen fosforiaineisto, jolla ”lopullinen” malli oli monimutkaisempi sisältäen mallin 6 termien lisäksi hallintaoikeuden yhdysvaikutukset tuotantosuunnan ja logaritmissen etäisyyden kanssa.

### 4.2.1 Fosfori

#### 4.2.1.1 A- ja B-tukialueet

Arviot omien ja vuokrattujen peltojen keskimääräisille fosforipitoisuuksille on esitetty taulukossa 9. Keskiarvoestimaatti on omilla pelloilla hieman suurempi kuin vuokrapelloilla. Testituloksen mukaan eroa voi pitää suuntaa-antavana.

Taulukko 9. Omien ja vuokrapeltojen keskimääräisten fosforipitoisuuksien vertailu A- ja B-tukialueella. Keskiarvoestimaatit ja keskiarvojen 95 % luottamusvälien päätepisteet on määrätty 2 ha:n kokoisille pelloille, jotka sijaitsevat 1 000 m etäisyydellä talouskeskuksesta.

	Lohko- määrä	Keski- arvo 1)	95 % luottamus- väli keskiarvolle 1)	Keskiarvo- jen ero log- asteikolla	Eron keski- virhe	p-arvo
	Oma	210	<b>10,6</b>	(8,9 - 12,5)	0,0614	0,0341
	Vuokrattu	101	<b>9,2</b>	(7,6 - 11,0)		
Savimaat (m)	Oma	53	10,6	(8,5 - 13,2)		
	Vuokrattu	30	8,6	(6,6 - 11,1)		
Savimaat (rm&erm)	Oma	71	9,5	(7,7 - 11,7)		
	Vuokrattu	40	7,9	(6,2 - 9,9)		
Karkeat kivennäismaat	Oma	86	11,7	(9,6 - 14,4)		
	Vuokrattu	31	11,4	(9,0 - 14,5)		

1) Logaritmitiset arvot on muunnettu takaisin alkuperäiselle asteikolle. Keskiarvot ja luottamusvälien päätepisteet sijoittuvat tyydyttävään viljavuusluokkaan lukuun ottamatta alleviivattuja arvoja, jotka sijoittuvat välttävään luokkaan.  
m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen



Fosforipitoisuuksien havaittiin riippuvan etäisyydestä ja peltokoosta siten, että fosforipitoisuus laskee, kun lohkon etäisyys talouskeskuksesta kasvaa ja nousee, kun peltokoko kasvaa (Taulukko 10). Aineistossa ei kuitenkaan ollut todistetta siitä, että omien ja vuokrapeltojen fosforipitoisuusero riippuisi etäisyydestä ja/tai peltokoosta.

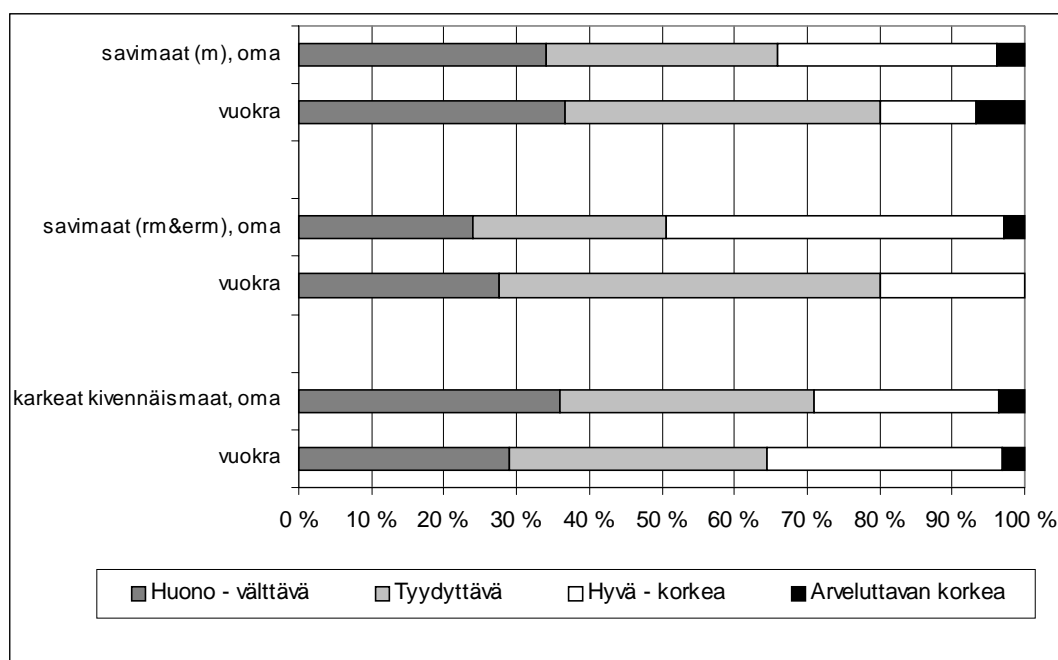
Taulukko 10. Mallitermien merkitsevyydet tukialueen A ja B tilastollisessa mallissa. Vastemuuttuja on  $\log_{10}(P)$ .

Mallitermi	Vapausasteet		F-arvo	p-arvo	Kulmakertoimen estimaatti	Estimaatin keskivirhe
	Osoittaja	Nimittäjä				
Tuotantosuunta	1	31,5	0,31	0,58		
Maa	2	294	4,31	0,01		
Hallintaoikeus	1	301	3,25	0,07		
Maa * Hallintaoikeus	2	296	0,73	0,48		
Log(etäisyys)	1	302	56,01	< 0,0001 <sup>1)</sup>	-0,2029	0,0271
Log(lohkokoko)	1	297	3,91	0,05 <sup>1)</sup>	0,0658	0,0332

Maa = maalaji ja multavuusryhmä

<sup>1)</sup> Nollahypoteesi on H0: kulmakerroin = 0

A- ja B- tukialueen aineistossa oli 10 fosforipitoisuutta, jotka viljavuusanalyysitulosten tulokinnassa luokiteltaisiin arveluttavan korkeiksi. Seitsemän näistä mittauksista oli peräisin viljelijöiden omilta lohkoilta ja kolme vuokralohkoilta (Kuva 13). Koska havainnot eivät edustaneet helppoliukoisien fosforipitoisuuden tavoitealuetta, niiden vaikutus tuloksiin tutkittiin poistamalla havainnot aineistosta. Havaintojen ei todettu vääristävän omien ja vuokrapeltojen vertailua.



Kuva 13. Omien ja vuokrattujen peltojen jakautuminen fosforin viljavuusluokkiin maalaji-multavuusryhmittäin A- ja B-tukialueella (Viljavuuspalvelu 2000, Liite 4).

m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

#### 4.2.1.2 C-tukialueet

Myös C-tukialueen aineistossa oli todistetta siitä, että fosforipitoisuudet ovat viljelijöiden omilla pelloilla suurempia kuin vuokrapelloilla. Eron suuruus riippuu kuitenkin tuotanto-suunnasta ja etäisyydestä talouskeskuksesta (Taulukot 11 ja 12).

Taulukko 11. Mallitermien merkitsevyydet C-tukialueen tilastollisessa mallissa. Vastemuuttuja on  $\log_{10}(P)$ .

Mallitermi	Vapausasteet		F-arvo	p-arvo		Kulmaker-	Estimaatin	p-arvo <sup>1)</sup>
	Osoit-taja	Nimit-täjä						
Tuotantosuunta	1	26,6	0,01	0,94				
Maa	2	314	1,01	0,37				
Hallintaoikeus	1	309	26,76	< 0,0001				
Maa * Hallintaoikeus	2	303	2,19	0,11				
Tuot.suunta * Hall.oikeus	1	302	4,25	0,04				
Log(etäisyys)	1	312	8,58	< 0,005				
Log(etäisyys) * Hall.oikeus	1	315	19,66	< 0,0001	Oma	-0,1730	0,0292	<0,0001
					Vuokrattu	0,0370	0,0367	0,31
Log(lohkoko)	1	308	0,21	0,65 <sup>1)</sup>		-0,0146	0,0320	

Maa = maalaji ja multavuusryhmä

1) Nollahypoteesi on H0: kulmakerroin = 0

Taulukko 12. Omien ja vuokrapeltojen keskimääräisten fosforipitoisuuksien vertailu C-tukialueella. Keskiarvoestimaatit ja keskiarvojen 95% luottamusvälien päätepisteet on määrätty 2 ha:n kokoisille pelloille, jotka sijaitsevat 1 000 m etäisyydellä talouskeskuksesta.

Tuotanto-suunta		Lohko-määrä	Keski-arvo <sup>1)</sup>	95 % luotta-musväli keskiarvolle <sup>1)</sup>	Keskiarvo- jen ero log-asteikolla	Eron keski- virhe	p-arvo
Kaikki	Oma	198	<b>10,5</b>	(8,9 - 12,5)	0,13	0,04	< 0,005
	Vuokrattu	129	<b>7,8</b>	(6,4 - 9,5)			
<i>Hiedat ja moreenit (rm&amp;erm)</i>	Oma	65	10,9	(8,9 - 13,3)			
	Vuokrattu	32	<u>7,1</u>	(5,6 - 9,0)			
<i>Muut karkeat kivennäismaat</i>	Oma	93	10,5	(8,7 - 12,6)			
	Vuokrattu	78	<u>8,8</u>	(7,3 - 10,7)			
<i>Eloperäiset maat</i>	Oma	40	10,2	(8,2 - 12,7)			
	Vuokrattu	19	<u>7,6</u>	(5,8 - 9,9)			
Kasvi	Oma		11,6	(8,5 - 15,8)	0,21	0,07	< 0,005
	Vuokrattu		7,2	(5,1 - 10,0)			
Kotieläin	Oma		9,6	(8,3 - 10,9)	0,05	0,03	0,10
	Vuokrattu		8,5	(7,2 - 10,0)			

<sup>1)</sup>Logaritmiset arvot on muunnettu takaisin alkuperäiselle asteikolle. Keskiarvot ja luottamusvälien päätepisteet sijoittuvat tyydyttävään viljavuusluokkaan lukuun ottamatta alleviivattuja arvoja, jotka sijoittuvat välttävään luokkaan.

rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

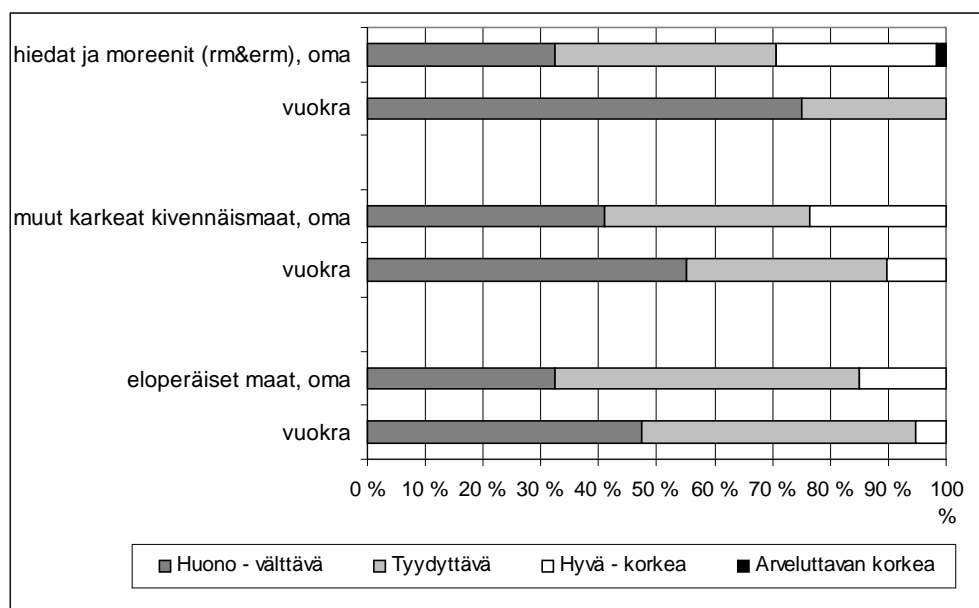
Omien ja vuokrapeltojen fosforipitoisuusero oli kotieläintiloilla pienempi kuin kasvinviljelytiloilla (Taulukko 12). Syynä saattaa olla se, että peltoa on vuokrattu kotieläintiloille nimenomaan lannanlevitysalaksi.

Vuokrapelloilla fosforipitoisuus ei juuri riipu etäisyydestä, mutta omilla pelloilla fosforipitoisuus laskee etäisyyden kasvaessa. Tämä näkyy kolmella eri etäisyydellä estimoiduista keskiarvoista (Taulukko 13). Omien peltöjen fosforipitoisuus on vuokrapeltojen fosforipitoisuutta suurempi etäisyyksillä 500 ja 1 000 m, mutta 2 000 m:ssä ero ei enää ole tilastollisesti merkitsevä (ero log-asteikoilla = 0,07, keskivirhe = 0,04 ja  $p = 0,13$ ). Pellon hallinta-oi-keuteen liittyvä epävarmuus ja suunnittelujänteen lyhyys todennäköisesti vaikuttavat vuokrapeltojen viljelyyn, vaikka ne olisivat lähellä vuokraisännän talouskeskusta. Tuloksen tulkintaa tosin rajoittaa se, ettei aineistoon sisältynyt tietoja siitä, kuinka kauan vuokralohko on ollut vuokraviljelijän viljelemänä, ja toisaalta, kuinka kaukana pellon omistajan talouskeskuksesta nyt vuokraviljelijän viljelemänä oleva pelto on.

Taulukko 13. Omien ja vuokrapeltojen keskimääräisten fosforipitoisuuksien vertailu C-tukialueella. Keskiarvoestimaatit on määrätty 2 ha:n kokoisille pelloille kolmella etäisyydellä talouskeskuksesta.

Hallinta-oikeus	Keskiarvo 500 m	95 % luottamusväli keskiarvolle	Keskiarvo 1 000 m	Keskiarvo 2 000 m	95 % luottamusväli keskiarvolle
Oma	11,9	(10,0 - 14,1)	10,5	9,3	(7,7 - 11,2)
Vuokrattu	7,6	( 6,2 - 9,3)	7,8	8,0	(6,6 - 9,7)

Tutkimuslohkojen jakautuminen helppoliukoisen fosforin viljavuusluokkiin on esitetty kuvassa 14. C-tukialueen 327 havainnon aineistossa esiintyi vain yksi arveluttavan korkeaan luokkaan sijoittuva fosforipitoisuus. Havainnon poistolla ei ollut olennaista vaikutusta tuloksiin.



Kuva 14. Omien ja vuokrattujen peltöjen jakautuminen fosforin viljavuusluokkiin maalaji-multavuusryhmittäin (Viljavuuspalvelu 2000, Liite 4) tukialueella C. rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

Se, että omien ja vuokrapeltojen fosforipitoisuuksien tasoero on tilastollisesti merkitsevä, tarkoittaa, että eroa voidaan pienellä erehtymisen riskillä pitää todellisena eikä sattumasta johtuvana. Eron käytännön merkittävyyden arvioimiseksi tasoeron vaikutusta täytyykin hienan konkretisoida. Jos esimerkiksi C-tukialueella fosforipitoisuuskeskiarvot 500 m:n etäisyydellä syötetään liitteessä 2 esimoituun Mitscherlich -satomalliin, saadaan ennustetuksi satoeroksi omilla ja vuokrapelloilla 120 kg (3 336 kg/ha – 3 216 kg/ha). C-tukialueen omien ja vuokrapeltojen fosforipitoisuuksista aiheutuva kasvupotentiaalinen ero on siten ohrasatona mitattuna noin 120 kg/ha omien peltojen hyväksi.

#### 4.2.2 pH

Tutkimusaineiston edustamassa laajemmassa joukossa A- ja B-tukialueella omien ja vuokrapeltojen pH-keskiarvojen ero voidaan tulosten perusteella arvioida olevan noin 0,2 pH-yksikköä (Taulukko 14). Aineistossa ei ollut todisteita siitä, että omien ja vuokrapeltojen pH-keskiarvojen ero riippuisi viljelyetäisyydestä, lohkokokoosta tai muistakaan käytettävissä olevista selittävästä muuttujista. Maan pH:n todettiin kuitenkin olevan yhteydessä lohkokokoon ja lohkon etäisyyteen talouskeskuksesta: pH nousee lohkokokoon kasvaessa ja laskee etäisyyden kasvaessa (Taulukko 15).

Taulukko 14. Omien ja vuokrapeltojen pH-keskiarvojen vertailu A- ja B-tukialueella. Keskiarvoestimaatit ja keskiarvojen 95 % luottamusvälien päätepisteet on määrätty 2 ha:n kokoisille pelloille, jotka sijaitsevat 1 000 m etäisyydellä talouskeskuksesta.

		Lohko- määrä	Keski- arvo	95 % luottamus- väli keskiarvolle	Keskiar- vojen ero	Eron keskivirhe	p-arvo
	Oma	210	<b>6,2</b>	(6,1 - 6,4)	0,22	0,05	< 0,0001
	Vuokrattu	101	<b>6,0</b>	(5,9 - 6,2)			
<i>Savimaat (m)</i>	Oma	53	6,2	(6,1 - <u>6,4</u> )			
	Vuokrattu	30	6,1	( <u>5,9</u> - 6,3)			
<i>Savimaat (rm&amp;erm)</i>	Oma	71	<u>6,2</u>	(6,1 - <u>6,4</u> )			
	Vuokrattu	40	5,9	( <u>5,7</u> - 6,1)			
<i>Karkeat kivennäismaat</i>	Oma	86	6,2	(6,0 - <u>6,3</u> )			
	Vuokrattu	31	6,0	(5,8 - 6,2)			

Keskiarvot ja luottamusvälien päätepisteet sijoittuvat tyydyttävään viljavuusluokkaan lukuun ottamatta alleviivattuja arvoja, jotka sijoittuvat välttävään tai hyvään luokkaan.

m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

Taulukko 15. Mallitermien merkitsevyydet tukialueen A ja B tilastollisessa mallissa. Vastemuuttuja on pH.

Mallitermi	Vapausasteet				Kulmakertoimen estimaatti	Estimaatin keskivirhe
	Osoittaja	Nimittäjä	F-arvo	p-arvo		
Tuotantosuunta	1	32,4	2,62	0,12		
Maa	2	300	1,06	0,35		
Hallintaoikeus	1	300	17,58	< 0,0001		
Maa * hallintaoikeus	2	291	1,27	0,28		
Log(etäisyys)	1	296	7,90	0,01 <sup>1)</sup>	-0,1164	0,0414
Log(lohkokoiko)	1	291	10,39	< 0,005 <sup>1)</sup>	0,1627	0,0505

Maa = maalaji ja multavuusryhmä

<sup>1)</sup> Nollahypoteesi on H0: kulmakerroin = 0

C-tukialueella omien ja vuokrapeltojen estimoidut pH-keskiarvot olivat hieman pienempiä kuin A- ja B-tukialueella, mutta keskiarvojen ero pysyi samansuuruisena kuin edellä (Taulukko 16). Maan pH ei riippunut lohkokokoista eikä lohkon etäisyydestä talouskeskuksesta, mutta muilta osin tulokset olivat vastaavanlaiset kuin A- ja B-tukialueella (Taulukko 17).

Taulukko 16. Omien ja vuokrapeltojen pH-keskiarvojen vertailu C-tukialueella. Keskiarvoestimaatit ja keskiarvojen 95% luottamusvälien päätepisteet on määrätty 2 ha:n kokoisille pelloille, jotka sijaitsevat 1 000 m etäisyydellä talouskeskuksesta.

		Lohko- määrä	Keski- arvo	95 % luottamus- väli keskiarvolle	Keskiar- vojen ero	Eron keskivirhe	p-arvo
	Oma	198	<b>6,0</b>	(5,9 - 6,2)	0,20	0,06	< 0,005
	Vuokrattu	129	<b>5,8</b>	(5,7 - 6,0)			
<i>Karkeat kiv.maat (vm&amp;m)</i>	Oma	91	<u>6,2</u>	(6,1 - <u>6,5</u> )			
	Vuokrattu	78	6,1	(6,0 - <u>6,4</u> )			
<i>Karkeat kiv.maat (rm&amp;erm)</i>	Oma	67	<u>6,2</u>	(6,0 - <u>6,3</u> )			
	Vuokrattu	32	5,9	(5,7 - <u>6,1</u> )			
<i>Eloperäiset maat</i>	Oma	40	5,7	(5,5 - <u>5,9</u> )			
	Vuokrattu	19	5,4	(5,2 - 5,6)			

Keskiarvot ja luottamusvälien päätepisteet sijoittuvat tyydyttävään viljavuusluokkaan lukuun ottamatta alleviivattuja arvoja, jotka sijoittuvat välttävään tai hyvään luokkaan.

vm = vähämultainen, m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

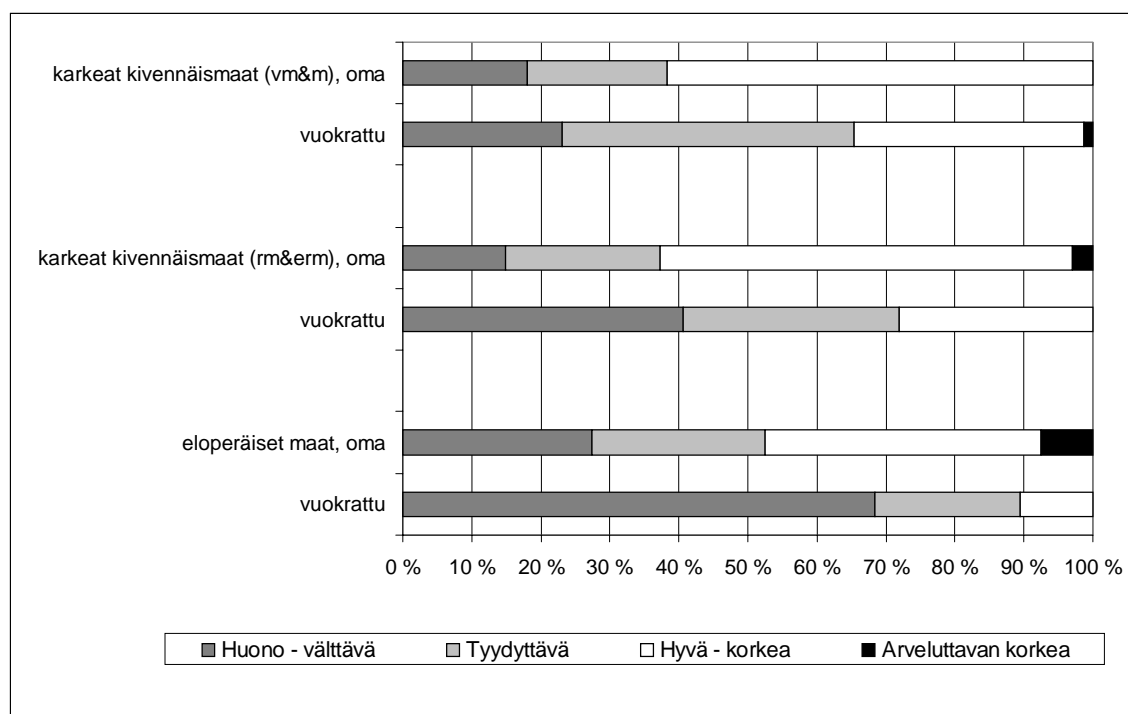
Taulukko 17. Mallitermien merkitsevyydet C-tukialueen tilastollisessa mallissa. Vastemuuttuja on pH.

Vapausasteet						
Mallitermi	Osoittaja	Nimittäjä	F-arvo	p-arvo		
Tuotantosuunta	1	26,9	2,07	0,16		
Maa	2	314	39,38	< 0,0001		
Hallintaoikeus	1	318	9,83	< 0,005	Kulmakertoimen	Estimaatin
Maa * hallintaoikeus	2	302	0,93	0,40	estimaatti	keskivirhe
Log(etäisyys)	1	313	0,08	0,78 <sup>1)</sup>	-0,0134	0,0477
Log(lohkokoko)	1	308	1,20	0,27 <sup>1)</sup>	0,0729	0,0666

Maa = maalaji ja multavuusryhmä

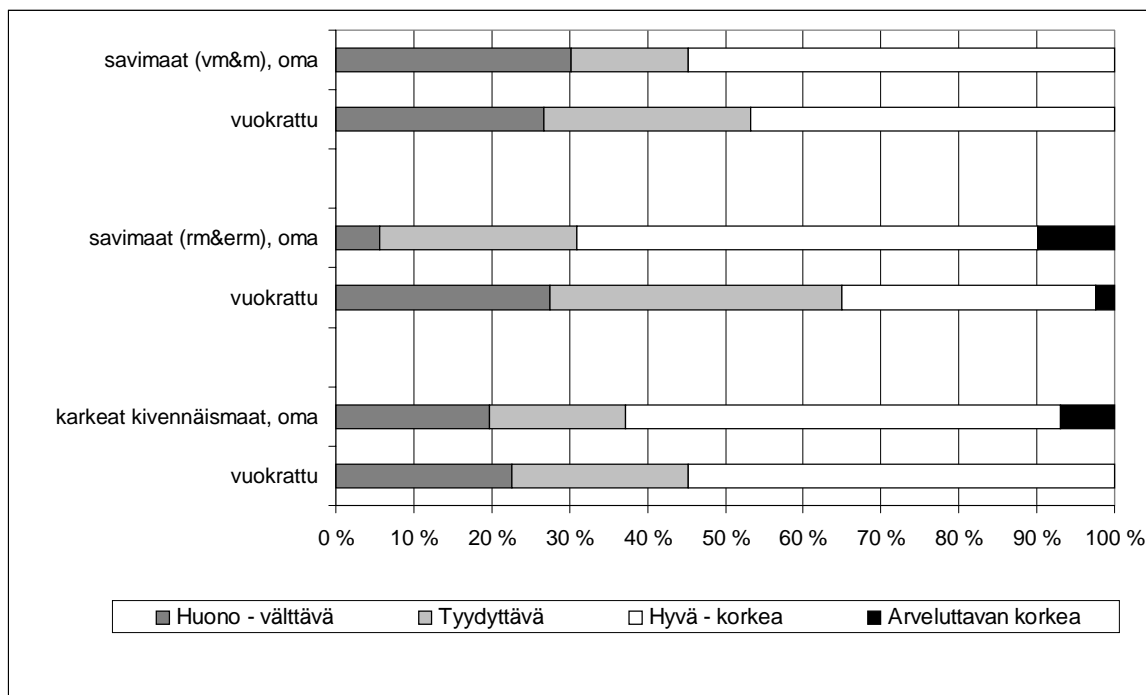
<sup>1)</sup> Nollahypoteesi on H0: kulmakerroin = 0

Aineistossa oli yhteensä 20 arveluttavan korkeaan luokkaan sijoittuvaa havaintoa, jotka edustavat tavoitetason ylittäviä pH-arvoja. Ne näkyvät kuvissa 15 ja 16. Havaintojen poistaminen ei vaikuttanut olennaisesti testituloksiin eikä estimaatteihin.



Kuva 15. Omien ja vuokrattujen peltojen jakautuminen pH:n viljavuusluokkiin maalaji-multavuusryhmittäin A- ja B-tukialueilla (Viljavuuspalvelu 2000, Liite 4).

vm = vähämultainen, m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen



Kuva 16. Omien ja vuokrattujen peltojen jakautuminen pH:n viljavuusluokkiin maalaji-multavuusryhmittäin C-tukialueilla (Viljavuuspalvelu 2000, Liite 4).  
vm = vähämultainen, m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

Pellon hallintaoikeudella on siis ilmeinen yhteys tehtyihin kalkituspäätöksiin. Tulosten perusteella tämä olisikin otettava huomioon esimerkiksi tehtäessä peltojen kasvukunnon kehitystä selvittävää aikasarjatutkimusta. Tehtäessä aikasarjatutkimusta jatkuvasti samoilla lohkoilla olisi tunnettava niiden hallintaoikeuksissa tapahtuneet muutokset ja niiden vastaavuus koko tutkittavassa populaatiossa tapahtuneeseen muutokseen. Tutkittaessa pelkästään omistajaviljelijän omistamien lohkojen kasvukunnon kehitystä saadaan aineiston perusteella harhainen kuva kaikkien Suomen peltojen kasvukunnon kehityksestä, koska pellonvuokraus on yleistynyt viime vuosina nopeasti.

Vaikka 0,2 pH-yksikön eroa voidaan pienellä erehtymisen riskillä pitää todellisena eikä sattumasta johtavana, ei eron vaikutus satoon havaituilla pH-tasoilla ole kuitenkaan vielä kovin suuri. Jos vuokrapeltojen estimoidut pH-keskiarvot (A- ja B-tukialueella 6,00 ja C-alueella 5,84) ja omien peltojen vastaavat arvot (6,23 ja 6,04) syötetään tukialueittain pH:n ja sadon välistä yhteyttä kuvaavaan Mitscherlich-malliin (Liite 3), saadaan vuokrapeltojen ohran sato potentiaalitappioksi A- ja B-tukialueella 4 kg/ha ja C-tukialueella 9 kg/ha. Tämän suuruisella satoerolla ei ole käytännön merkitystä. Todetulla 0,2 pH-yksikön erolla ei siis ole käytännön merkitystä, kun pH-tasot ovat yleisesti ottaen vielä näin hyviä. Jos tulevaisuutta simuloidaan käyttämällä lajikekoeaineistosta estimoitua<sup>10</sup> pH:n ja sadon välistä yhteyttä ja

<sup>10</sup> Estimointia ei ole esitetty tässä julkaisussa. Estimoinnin tulos kuvassa 4.

oletetaan, että pH-tasot laskisivat hintasuhteiden muutoksen ohjaamalla tavalla noin 0,4 pH-yksikköä (Kuva 10), kasvaa pH-eron vaikutus satoon huomattavasti. Se olisi A- ja B-alueella noin 150 kg/ha ja C-alueella noin 200 kg/ha.

Vuokramaiden ja omistajaviljelijän viljelemien peltojen pH-arvojen tasoeron kehitys on ollut ilmeisesti nopeaa. Tuotteiden ja panosten hintasuhteissa tapahtunut muutos näyttää vienneen lähes täysin vuokramiesten kannusteet vuokrapeltojen kalkitsemiseen. Tätä käsitystä tukee havainto, jonka mukaan vuokramaiden ja omien peltojen pH-ero on nyt noin 0,2 pH-yksikköä. Normaalilla peltomaan happamoitumisnopeudella kyseisen eron aikaansaamiseen menee 7 vuotta<sup>11</sup>, jos oletetaan, että viljelijöiden omia peltoja on kalkittu pH:ta ylläpitävällä tavalla. Normimallin tulokset tukevat vahvasti tilastoaineiston perusteella tehtäviä päätelmiä.

### 4.3 Yhteenveto

Tulokset osoittavat lyhyen suunnittelujänteen olevan yhteydessä maan kasvukunnosta huolehtimiseen. Normatiivisissa malleissa tämä ilmenee niin, että suunnittelukauden lyhentyessä sekä kalkitusta että fosforilannoitusta kannattaa nykyisillä hintasuhteilla vähentää. Mallit osoittavat, että taloudellisesti perustellut vuokraviljelijän kalkitus- ja lannoitus päätökset poikkeavat omistajaviljelijän vastaavista päätöksistä. Vuokraviljelijän viljelemien peltojen kasvukunnon havaittiin poikkeavan omistajaviljelijän viljelemien peltojen kasvukunnosta. Havaittu viljavuusero oli suuruudeltaan 1/3–1/2 viljavuusluokkaa (maan helppoliukoinen fosfori ja pH) omistajaviljelijän viljelemien peltojen hyväksi. Nykyisillä viljavuustasoilla vuokramaiden sadontuottokyky ei kuitenkaan ole jäänyt merkittävästi jälkeen viljelijän omistamien peltojen sadontuottokyvystä. Omien peltojen ja vuokrapeltojen välillä havaittu helppoliukoisen fosforin pitoisuuden tasoero on sadontuottokyvyllä mitattuna toistaiseksi merkittävämpi kuin pH-arvojen tasoero.

Normatiivisten mallien tulokset osoittavat, että viljavuusanalyysi on välttämätön muttei riittävä lähtötieto kalkituspäätöksiä tehtäessä. Mitä pidempivaikutteisista perusparannuksista on kysymys, sitä vaikeampaa yksinkertaisten päätössääntöjen antaminen on. Vuokraviljelijän tehtävänä oleva kalkituksen taloudellisuustarkastelu on tästä hyvä esimerkki.

Tutkimustiloilla havaittu peltojen pH- ja fosforitila oli huomattavasti parempi kuin normatiivisten mallien ennustamat taloudellisesti optimaalinen taso. Tulos on kuitenkin looginen, sillä toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset ovat olleet niin nopeita, että viljelijät ovat vasta sopeuttamassa toimiaan niihin. Karjatiloiilla maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus pysynee tulevaisuudessakin melko korkealla tasolla lannassa peltoon tulevan fosforin takia. Tulos kertoo myös viljelijöiden korkeasta moraalisesta ja ympäristöasenteista. Omien peltojen kasvukunnosta on haluttu pitää kiinni, vaikkei se olekaan ollut tutkijoiden näkemien perusteiden taloudellisesti perusteltavissa.

---

<sup>11</sup> 0,2 pH-yksikköä / (0,03 pH-yksikköä/vuosi) » 7 vuotta.



Tulokset paljastivat, ettei peltojen omistussuhteita ja niissä tapahtuvia muutoksia voida sivuuttaa peltojen kasvukunnan kehitystä tutkittaessa. Myös tilusrakennetekijöillä on yhteyksiä peltojen kasvukunnosta tutkimusaineistojen perusteella saatavaan kuvaan.

## 5 Johtopäätökset

Maataloustuotteiden ja tuotantopanosten hintasuhteen kääntyessä viljelijän kannalta epäedullisemmaksi tuotannon biologinen ja taloudellinen optimi loittonevat toisistaan. Tuottajahintojen laskiessa ja tuotantopanosten hintojen pysyessä ennallaan ei viljelijän kannata enää tehdä kaikkia uhrauksia, joita vaaditaan hyvän sadon saamiseksi. Tätä käsitystä tukevia havaintoja ovat esimerkiksi maanparannuskalkin myynnin väheneminen sekä havaittu lievä peltojen pH:n lasku. Tässä tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan se, että maan omistus- ja hallintaolot vaikuttavat viljelijöiden hyvän satomäärän saamiseksi tekemiin panostuspäätöksiin.

Tutkimuksen keskeisin tulos on se, että vuokraviljelijän viljelemien peltojen pH- ja fosforitiilan havaittiin poikkeavan omistajaviljelijän viljelemien peltojen kasvukunnosta. Maan helpoliukoisen fosforin ja pH:n osalta havaittu viljavuusero oli suuruudeltaan 1/3–1/2 viljavuusluokkaa omistajaviljelijän viljelemien peltojen hyväksi. Kasvupotentiaaliltaan vuokrapellot ja omistajaviljelijän pellot eivät toistaiseksi poikkea merkittävästi toisistaan. Tulos johtunee siitä, että pellonvuokraus on yleistynyt vasta viime vuosina, ja tutkimuksessa mukana olleet vuokrapellot lienevät olleet vuokraviljelijän viljeleminä vasta suhteellisen lyhyen ajan. Tulokset kuitenkin paljastivat sen, että toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset ovat merkittävästi alentaneet vuokraviljelijän kannusteita peltojen kasvukunnosta huolehtimiseen ja perusparannusten tekoon.

Lähellä talouskeskusta olevista isoista lohkoista on pidetty parempaa huolta kuin kaukana olevista pienistä lohkoista. Tulos tarkoittaa sitä, että jos näennäisviljely Suomessa alkaa, alkaa se kaukana talouskeskuksesta olevista pienistä vuokralohkoista. Tilusrakennetekijöillä ei ollut kuitenkaan vaikutusta omien ja vuokrapeltojen viljavuuseroihin, C-alueen fosforilukuja lukuun ottamatta.

Vaikka aineiston perusteella saatiin todisteita vuokrapeltojen pienemmistä fosfori- ja pH-luvuista omistajaviljelijän viljelemiin peltoihin verrattuna, jää vielä auki monta kysymystä. Eräs keskeisin kysymys on: Kuinka nopeaa nyt havaittu kehitys on? Jos oletetaan, että nyt vuokraviljelijän viljelemät ja viljelijän omistamat pellot ovat alun perin olleet kasvukunnoltaan samanlaisia, on kymmenessä vuodessa yleistyneen vuokraviljelyn vaikutus peltojen kasvukuntoon ollut nopeaa.

## Kirjallisuus

- Aaltonen, J., Järvenpää, M., Klemola, E. & Laurila, I.P. 1999. Viljan korjuu-, kuivatus- ja logistiikkakustannukset Suomessa. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Selvityksiä 2/1999. Helsinki: MTT. 22 s. ISBN 951-687-041-4.
- Bruce, J.W. 1998. Review of tenure terminology. Tenure Brief 1:1-8 Land Tenure Centre.
- Bäckman, S.T., Vermeulen, S. & Taavitsainen, V-M. 1997. Long term fertilizer field trials: comparison of three mathematical response models. *Agricultural and Food Science in Finland* 6(2): 151-160.
- Easter, K.W. & Cotner, M.L. 1981. Evaluation of current soil conservation strategies. University of Minnesota. Staff paper 81-14. 36 s.
- European Communities 2002. FADN (Farm Accountancy Data Network). Viitattu 19.3.2002. Saatavissa internetistä: <http://europa.eu.int/comm/agriculture/rica/>.
- Ervin, C.A. & Ervin, D.E. 1982. Factors affecting the use of soil conservation practises: Hypotheses, evidence and policy implications. *Land Economics* 58(1): 277-291.
- Featherstone, A.M. & Goodwin, B.K. 1993. Factors influencing a farmer's decision to invest in long-term conservation improvements. *Land Economics* 69(1): 67-81.
- Colwell, J.D., Suhet, A.R. & van Raij, B. 1988. Statistical procedures for developin general soil fertility models for variable regions Csiro. Australia. Division of soils. Divisional report 93:1-68.
- Kantola, J. 1979. Tutkimus maan hinnasta sekä rakennuksen omaisuusosa-arvon ja nykyarvon suhteesta Hämeenlinnan ympäristössä. Maanmittauslaitoksen julkaisuja 46. 172 s. ISBN 951-46-3870-0.
- Kemppainen, E., Jaakkola, A. & Elonen, P. 1993. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 15/93. ISSN 0359-7652. 44 s. + 29 liitettä + 7 kuvallitettä.
- Kennedy, J. 1986. Dynamic programming. Applications to agriculture and natural resources. Australia. 341 s.
- Kenward, M.G. & Roger, J.H. 1997. Small Sample Inference for Fixed Effects from Restricted Maximum Likelihood. *Biometrics*, 53, 983-997.
- Knuutila, K. 2002. Laajentaneiden sikatilojen talouden kehitys vuosina 1997-2000. Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopiston Taloustieteen laitos. 68 s.
- Laurila, I.P. 1988. Pellon markkinahinta. Maatilahallituksen julkaisuja 15. Helsinki. 134 s. ISBN 951-47-1437-7.
- Lichtenberg, E. 2001. Tenancy and soil conservation in market equilibrium. Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Assosiation, Chicago, IL, August 5-8, 2001. 20 s.
- Lichtenberg, E. 2002. Käsikirjoitus. Teoksessa: Gardner, B.L. & Rausser, G.C. (toim.). *Agriculture and the Enviroment*. Viitattu 17.10.2002. Saatavissa internetissä: <http://www.arec.umd.edu/elichtenberg/p-elichtenberg.htm>.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D. 1996. SAS System for Mixed Models. Cary, NC: SAS Insitute Inc., 633 pp.
- Lynne, G.D., Shonkwiler, J.S. & Rola, L.R. 1988. Attitudes and farmer conservation behavior. *American Journal of Agricultural Economics* 70(1):12-19.
- Maanvuokralaki. Viitattu 08.10.2002. Saatavissa internetistä: [http://finlex1.edita.fi/dynaweb/stp/stp/1995sd/@ebt-link?showtoc=false;target=IDMATCH\(id,19950548.sd\)](http://finlex1.edita.fi/dynaweb/stp/stp/1995sd/@ebt-link?showtoc=false;target=IDMATCH(id,19950548.sd)).

- Maataloustilastollinen vuosikirja 2002. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2002:65. Helsinki: MMM. 266 s.
- McConnell, K. 1983. An economic model of soil conservation. *American Journal of Agricultural Economics* 65(1):83-89.
- Myyrä, S. & Pietola, K. 2002. Economic importance of parcel structure on Finnish farms. *Agricultural and Food Science in Finland* 11(3):163-173.
- Mäkelä-Kurto, R., Sippola, J. & Grek, K. 2002. Peltomaiden viljavuus ja helppoliukoiset raskasmetallit. Teoksessa: Uusitalo, R. (toim.) & Salo, R. (toim.). *Tutkittu maa – turvalliset elintarvikkeet*. Maa- ja elintarviketalous 13: 30-46. ISBN 951-729-694-0.
- Mäntylähti, V. 2002. Peltomaiden ravinnetilan kehitys 50 vuoden aikana. Teoksessa: Uusitalo, R. (toim.) & Salo, R. (toim.). *Tutkittu maa - turvalliset elintarvikkeet*. Maa- ja elintarviketalous 13: 5-13. ISBN 951-729-694-0.
- MMM. 2001. Tavanomainen hyvä viljelykäytäntö. Helsinki: MMM. 23 s.
- MTT taloustutkimus / laskentatoimi. 2002. Intranet verkkotiedote.
- Paris, Q. 1992. The von Liebig Hypothesis. *American Journal of Agricultural Economics* 74(4): 1019-1028.
- Saarela, I., Järvi, A., Hakkola, H., & Rinne, K. 1995. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977-1994. Vuosittain annetun fosforimäärän vaikutus maan viljavuuteen ja peltokasvien satoon monivuotisissa kenttäkokeissa. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 16/95. ISSN 0359-7652. 94 s. + 14 liitettä.
- Seitz, W.D., Taylor, R.C., Spitz, R.G., Osteen, C. & Nelson, M.C. 1979. Economic impacts of soil erosion control. *Land Economics* 55(1): 28-42.
- Soule, M., Tegene, A. & Wiebe, K. 2000. Land tenure and adoption of conservation practices. *American Journal of Agricultural Economics* 82(4): 993-1005.
- Sumelius, J. 1993. A response analysis of wheat and barley to nitrogen in Finland. *Agricultural Science in Finland* 2(6):465-479.
- Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot. 2002. MTT Taloustutkimuksen julkaisuja 101. Helsinki:MTT. 94 s. ISBN 951-687-126-7.
- Tukey, J.W. 1977. *Exploratory Data Analysis*. Reading, MA: Addison-Wesley. 688 s. ISBN 0-201-07616-0.
- Viljavuuspalvelu. 2000. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. 31 s. ISBN 951-97434-4-8.
- Vuorinen, M. & Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeological Publications* 63: 1-44.
- Yli-Halla, M. 1989. Effect of different rate of P fertilization on the yield and P status of soil in two long-term field experiments. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61(3):361-370.
- Ylätaalo, M. 1996. (toim.) *Maatalousyritysten sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin*. Helsingin yliopisto. Taloustieteenlaitoksen julkaisuja No.12. ISBN 951-45-7554-7.

## Liite 1 (1/2). Lannoitefosforin hinta.

Fosforilannoituksen hinta on mallinnettu regressioanalyysillä käyttäen aineistona Tigoteam Oy:n hinnastoa, joka on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Lannoitteiden hinnat (<http://www.tigoteam.com/hinnasto.htm>, 1.7.2002).

Lannoite (koodaus ei vastaa Tigoteam Oy:n koodausta)	N%	P%	K%	€/100 kg	90 kg N/ha lannoituksen hinta	Fosforia kg/ha, 90 kg N/ha lannoituksen seurauksena *)
Ti1	27	4	5	17,63	58,78	13,33
Ti2	27	3	6	17,06	56,88	10,00
Ti3	27	2	7	16,49	54,97	6,67
Ti4	27	0	10	16,10	53,68	0,00
Ti5	25	6	4	18,54	66,74	21,60
Ti6	25	5	6	18,25	65,68	18,00
Ti7	25	4	7	17,67	63,63	14,40
Ti8	25	3	9	17,38	62,56	10,80
Ti9	25	0	13	16,43	59,15	0,00
Ti10	25	0	0	13,45	48,42	0,00
Ti11	22	4	12	18,29	74,81	16,36
Ti12	22	3	13	17,72	72,47	12,27
Ti13	22	2	14	17,14	70,13	8,18
Ti14	20	10	6	21,20	95,39	45,00
Ti15	20	7	11	20,04	90,17	31,50
Ti16	15	9	15	21,56	129,33	54,00

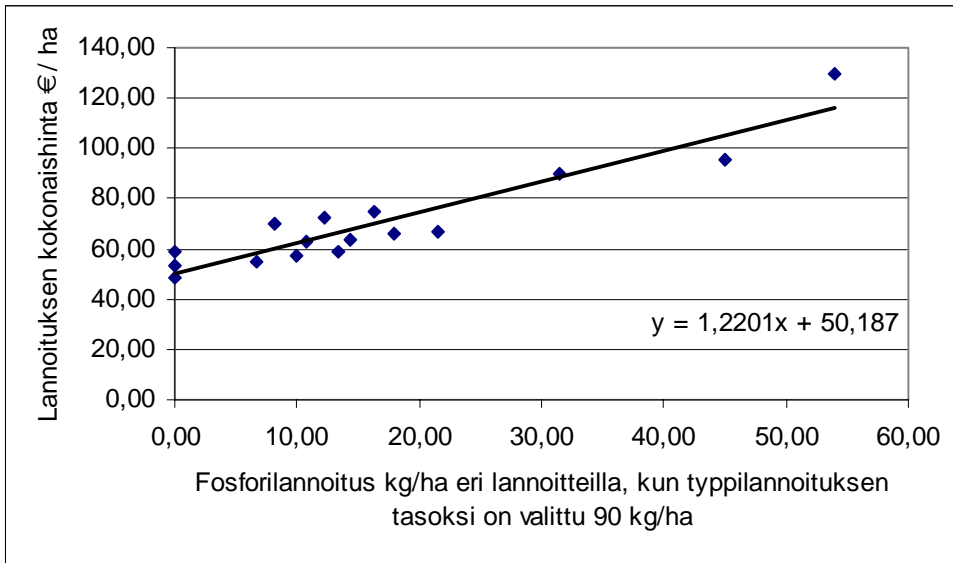
\*) Kun kaikilla taulukon lannoitteilla annetaan lannoitus, josta tulee typpeä 90 kg/ha, tulee lannoituksesta samalla fosforia kg/ha sarakkeessa ilmoitettu määrä.

Lannoituksen hinnan (Y) ja fosforilannoituksen määrän (X) välistä yhteyttä kuvattiin suoralla  $y_i = a + bx_i$  (Taulukko 2, Kuva 1).

Taulukko 2. Regressiosuoran estimointitulokset.

Parametri	Parametrin estimaatti	Estimaatin keskivirhe	95 % luottamusväli parametrille
a	50,19	2,80	(44,17 – 56,20)
b	1,22	0,13	(0,95 – 1,49)

**Liite 1 (2/2).**



Kuva 1. Fosforilannoituksen yhteys lannoituksen kokonaishintaan Tigoteam Oy:n hinnaston perusteella.

Pidettäessä typpitaso vakiona nostaa fosforin käytön lisääminen lannoituskustannusta 1,22 €/fosforikilo.

**Liite 2 (1/3). Maassa olevan helppoliukoisen fosforin (mg/l) yhteys ohran satoon** (aineisto: Saarela ym. 1995, s. 66).

Maassa olevan helppoliukoisen fosforipitoisuuden yhteys ohran satoon estimoitiin taulukossa 1 esitetystä aineistosta, joka perustuu Saarelan ym. (1995) tekemään yhteenvedoon vuoden 1970 jälkeen tehdyistä kokeista. Aluksi maan fosforitilan ja sadon välistä yhteyttä yritettiin kuvata toisen asteen polynomilla (Taulukko 2) (Kuva 1). Funktiomuodosta johtuva estimointitulokset näyttäisi kuitenkin yliarvioivan aineistoon verrattuna maan fosforitilan vaikutusta satoon, kun helppoliukoisen fosforin pitoisuus on välillä 15-45 mg/l (Kuva 1).

Taulukko 1. Sadon suhdeluvut (eivät edusta yksittäisiä havaintoja vaan kokeiden keskiarvotuloksia) maan helppoliukoisen fosforin suhteen Saarelan ym. (1995) mukaan sekä niistä johdetut sadot, kun viitesatona on käytetty 3 500 kg/ha.

P (mg/l)	sadon suhdeluku	sato = sadon suhdeluku * viitesato	
1,2	49,2	1 722	
3,2	78,9	2 762	Viitesato =100 %
6,2	84,4	2 954	Viitesato =
10,6	92,3	3 231	3500 kg/ha
17,7	96,9	3 392	
45,4	99,3	3 476	

Käytetty toisen asteen polynomifunktio:

$$y_i = a + bP_i + cP_i^2 + \varepsilon_i$$

Missä:

$y_i$  = ohrasato (kg/ha) kokeessa i

$P_i$  = maan fosforitila, helppoliukoista fosforia (mg/l)

a, b ja c = parametreja

$\varepsilon_i$  = virhetermi

Taulukko 2. Toisen asteen polynomin estimointitulokset.

Parametri	Parametrin estimaatti	Estimaatin keskivirhe	95 % luottamusväli parametrille
Selitysaste ( $R^2$ )	0,79	Jäännösvarianssi	145651
a	2030,49	316,08	(1024,60 – 3036,38)
b	126,80	45,66	(-18,50 – 272,11)
c	-2,10	0,93	(-5,05 – 0,84)

## Liite 2 (2/3).

EkspONENTTI funktiomuotoa (Mitscherlich) on yleisesti käytetty kuvaamaan lannoituksen ja sadon välistä yhteyttä (Ylätaalo 1996, Bäckman ym. 1997). Tässä sitä käytetään kuvaamaan maassa olevan ravinnevarannon ja sadon välistä yhteyttä. EkspONENTTIFUNKTIO lähestyy asymptoottisesti sadon maksimitasoa. Tällä ominaisuudella pyrittiin saamaan paremmin aineistoa vastaava kuva maan fosforitilan ja sadon välisestä yhteydestä.

Käytetty eksponenttifunktio:

$$y_i = m(1 - ke^{-bP_i}) + \varepsilon_i$$

Missä:

$y_i$  = ohrasato (kg/ha) kokeessa  $i$

$P_i$  = maan fosforitila, helppoliukoista fosforia (mg/l)

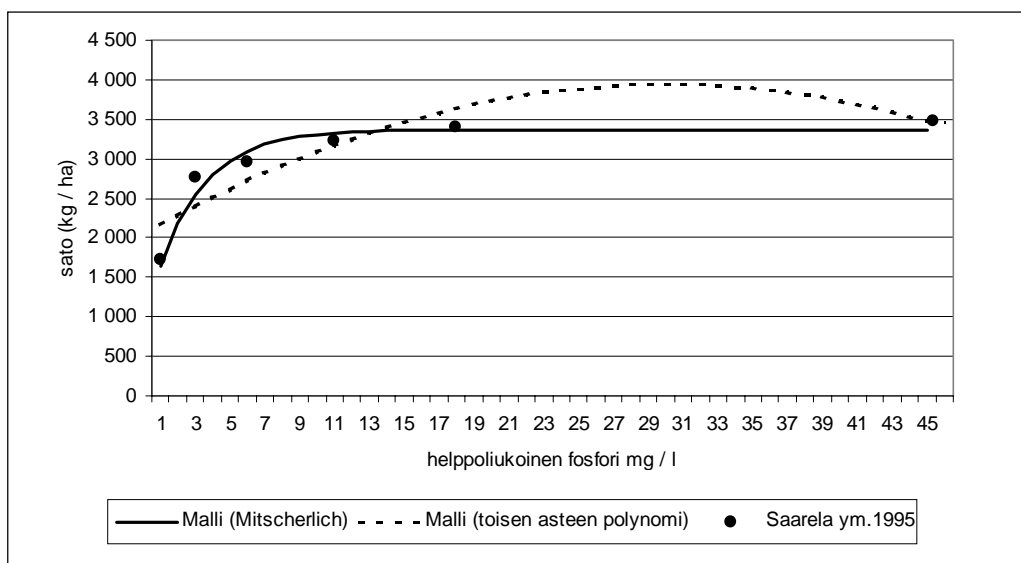
$e$  = Neperin luku

$m$ ,  $b$  ja  $k$  = parametreja

$\varepsilon_i$  = virhetermi

Taulukko 3. EkspONENTTIFUNKTION estimointitulokset.

Parametri	Parametrin estimaatti	Estimaatin keskivirhe	95 % luottamusväli parametrille
b	0,37	0,10	(0,04 – 0,70)
m	3366,94	97,91	(3055,34 – 3678,54)
k	0,74	0,13	(0,33 – 1,14)



Kuva 1. Sadon ja maan fosforitilan välinen yhteys kuvattuna toisen asteen polynomifunktiolla ja eksponenttifunktiolla (Mitscherlich).

## **Liite 2 (3/3).**

Ottaen huomioon Ylätalon (1996, ref. Colwell ym. 1988) esittämät Mitscherlich -funktio-  
muodon käyttöön liittyvät ongelmat näyttää siltä, että eksponenttifunktio kuvaisi paremmin  
maan helppoliukoisen fosforin ja sadon välistä suhdetta (Kuva 1). Bäckman ym. (1997) ovat  
osoittaneet, että esitettäessä lannoituksen ja sadon välistä yhteyttä eri funktio-  
muodoilla saat-  
taa niiden selityksasteet olla hyvinkin samanlaisia, mutta taloudellisesti optimaaliset lannoi-  
tukset voivat poiketa toisistaan merkittävästi.



### Liite 3 (1/2). Maan pH:n yhteys ohran satoon.

Aineiston (Kemppainen ym. 1993 s. 24, Taulukko 6, savimaat ja muut kivennäismaat) perusteella kuvattiin kahdella eri funktiomuodolla maan pH:n ja sadon välistä yhteyttä. Käytetyt funktiomuodot olivat toisen asteen polynomi ja eksponenttifunktio (Mitscherlich).

Taulukko 1. Maan pH:n ja viljasadon välinen yhteys (Kemppainen ym. 1993 s. 24, taulukko 6, savimaat ja muut kivennäismaat).

Maan pH	Viljasato kg/ha
4,97	3 220
5,20	3 840
5,27	4 140
5,36	3 860
5,47	3 600
5,77	3 040
5,80	3 500
5,92	4 450
6,64	3 610
4,48	210
5,09	2 550
5,29	3 960
6,07	3 490

Käytetty toisen asteen polynomifunktio:

$$y_i = a + bpH_i + cpH_i^2 + \varepsilon_i$$

Missä:

$y_i$  = ohrasato (kg/ha) koepaikalla  $i$

$pH_i$  = maan pH

$a$ ,  $b$  ja  $c$  = parametreja

$\varepsilon_i$  = virhetermi

### Liite 3 (2/2).

Taulukko 2. Toisen asteen polynomifunktion estimointitulokset.

Selitysaste ( $R^2$ )		Jäännösvarianssi	
0,71		394738	
Parametri	Parametrin estimaatti	Estimaatin keskivirhe	95 % luottamusväli parametrille
a	-54005	13973	(-85139 – -22871)
b	19745	5033	(8530 – 30959)
c	-1678	451	(-2683 – -673)

Käytetty eksponenttifunktio:

$$y_i = m(1 - ke^{-bpH_i}) + \varepsilon_i$$

Missä:

$y_i$  = ohrasato (kg/ha) koepaikalla i

$pH_i$  = maan pH

e = luonnollisen logaritmin kantaluku

m, b ja k = parametreja

$\varepsilon_i$  = virhetermi

Taulukko 3. Eksponenttifunktion estimointitulokset.

Selitysaste ( $R^2$ )		Jäännösvarianssi	
0,82		245852	
Parametri	Parametrin estimaatti	Estimaatin keskivirhe	95 % luottamusväli parametrille
b	3,85	1,71	(0,04 – 7,66)
m	3747,62	222,49	(3251,88 – 4243,36)
k	29147862,46	223885029,39	(-469699069,9 – 527994794,82)

Polynomifunktiossa kaikki parametriestimaatit ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0,05$ ), kun taas eksponenttifunktiossa 2/3 parametriestimaatista on merkitseviä. Pienestä keskiarvoaineistosta estimoitaessa molempien mallien selityskyky oli tilastollisessa mielessä hyvä. Kovin hyvää approksimaatiota todellisesta pH:n ja sadon välisestä yhteydestä ei tässä yhteydessä ehkä löydetty, mutta esitetyillä responsifunktioilla voidaan kuitenkin tarkastella suunnitelujänteen pituuden vaikutusta optimaaliseen kalkitukseen.

## Liite 4 (1/1). Viljavuusanalyysin tulosten tulkinta (Viljavuuspalvelu 2000).

Maalaji	Multavuus <sup>1)</sup>	V i l j a v u u s l u o k k a												
		Huono	Huonon- lainen	Välttävä	Tyydyt- tävä	Hyvä	Korkea	Arvelutta- van korkea						
Happamuus, pH														
Savimaat	vm	-	5,4	-	5,8	-	6,3	-	6,7	-	7,2	-	7,6	-
	m	-	5,2	-	5,6	-	6,0	-	6,4	-	6,9	-	7,3	-
	rm	-	5,0	-	5,4	-	5,8	-	6,2	-	6,6	-	7,0	-
	erm	-	4,8	-	5,2	-	5,6	-	6,0	-	6,4	-	6,8	-
Karkeat kivennäismaat	vm	-	5,1	-	5,5	-	5,9	-	6,3	-	6,7	-	7,1	-
	m	-	5,0	-	5,4	-	5,8	-	6,2	-	6,6	-	7,0	-
	rm	-	4,9	-	5,3	-	5,7	-	6,1	-	6,5	-	6,9	-
	erm	-	4,7	-	5,1	-	5,5	-	5,9	-	6,3	-	6,7	-
Multamaat		-	4,6	-	5,0	-	5,4	-	5,8	-	6,2	-	6,6	-
Turvemaat		-	4,4	-	4,8	-	5,2	-	5,6	-	6,0	-	6,4	-
Fosfori, mg/l														
Savimaat	vm	-	2,0	-	4,0	-	8,0	-	15	-	25	-	40	-
	m	-	2,0	-	3,5	-	7,0	-	14	-	23	-	40	-
	rm, erm	-	1,5	-	3,0	-	6,0	-	12	-	20	-	40	-
Hiesu, hiue, hieta	vm	-	3,0	-	7,0	-	13	-	22	-	35	-	50	-
	m	-	3,0	-	6,0	-	12	-	20	-	33	-	50	-
	rm, erm	-	2,5	-	5,0	-	10	-	18	-	30	-	50	-
Hiedat, moreenit	vm	-	2,5	-	5,0	-	10	-	18	-	30	-	50	-
	m	-	2,5	-	4,5	-	9,0	-	17	-	28	-	50	-
	rm, erm	-	2,0	-	4,0	-	8,0	-	15	-	25	-	50	-
Eloperäiset maat		-	2,0	-	4,0	-	8,0	-	15	-	22	-	30	-
Rahkaturve		-	1,3	-	2,7	-	5,3	-	10	-	15	-	20	-

Raja-arvot kuuluvat ylempään viljavuusluokkaan.

<sup>1)</sup> vm = vähämultainen, m = multava, rm = runsasmultainen, erm = erittäin runsasmultainen

## **MTT:n selvityksiä -sarjan Talous-teeman julkaisuja**

- No 7 Kröger, L. 2002. Osallistuva suunnittelu maatalouden ympäristöpolitiikassa – Viljelijöiden näkemyksiä osallistumisesta, vaikuttamismahdollisuuksista ja ympäristönhoidosta. 65 s., 1 liite.
- No 10 Tillgrén, S. & Kupiainen, T. 2002. Letuista samppanjaan – Mansikankuluttaja elämäntyyli tutkimuksen näkökulmassa. 98 s., 5 liitettä.
- No 12 Niemi, J.K. 2002. Eläintautiriskien ekonomiaa. 39 s.
- No 13 Österman, P. 2002. Talvitomaatin tuotantokustannus ja kannattavuus. 24 s., 6 liitettä.
- No 14 Rantamäki-Lahtinen, L. 2002. Monta rautaa tulella – Monialaisten tilojen vertailu muihin maaseutuyrityksiin. 40 s., 2 liitettä.
- No 19 Aakkula, J., Jokinen, P., Lankoski, L. & Nokkala, M. 2002. Kestävä kehitys – Pilottitutkimus tieto- ja viestintäteknologisen muutoksen vaikutuksista maatalouden kestävyteen. 80 s., 3 liitettä.
- No 20 Mustakangas, E. 2002. Maatalous menestyy, maaseutu menettää? Tapaustutkimus Etelä-Pohjanmaan maataloudesta. 66 s., 1 liite.
- No 24 Kuorikoski, R. 2002. Perunantuottaja vähittäis- ja tukkukaupan tavarantoimittajana. 57 s., 4 liitettä.
- No 25 Aro-Heinilä, E. 2002. Joulukinkun ekotehokkuus – Tavanomaisen ja luonnonmukaisen tuotannon ekologinen selkäreppu sekä energiakulutus Etelä-Suomessa ja Tanskassa. 82 s.
- No 27 Risku-Norja, H. (toim.). 2002. Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnon tuotannon kestävä kilpailukyky. Aineiston ja menetelmän kuvaus. 112 s., 5 liitettä.
- No 30 Tiilikainen, S., Manninen, M., Pihamaa, P. & Heikkilä, A-M. 2003. Kokeita ja koettelemuksia - Emolehmä tuotanto ja sen tutkimus Suomessa. 62 s., 5 liitettä.
- No 32 Rikonen, P. 2003. Maatalouden tulevaisuus vuoteen 2025. Elintarvikeketjun asiantuntijoiden tulevaisuudenkuvia Suomen maataloudesta. Väliraportti. 51 s., 3 liitettä.
- No 33 Huan-Niemi, E. 2003. The EU Sugar Regime and Forthcoming WTO Obligations. 25 p., 5 appendices.
- No 37 Myyrä, S., Ketoja, E. & Yli-Halla, M. 2003. Pellon hallintaoikeuden yhteys maanparannuksiin – esimerkkinä kalkitus ja fosforilannoitus. 51 s., 4 liitettä.

