

TIEDONANTOJA 216 • 1997

**AJANKOHTAISTA
MAATALOUDEN
YMPÄRISTÖEKONOMIAA**

MAATALOUDEN TALOUDELLINEN TUTKIMUSLAITOS
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH INSTITUTE, FINLAND

RESEARCH REPORTS 216 • 1997



TIEDONANTOJA 216

**AJANKOHTAISTA
MAATALOUDEN
YMPÄRISTÖEKONOMIAA**

MAATALOUDEN TALOUDELLINEN TUTKIMUSLAITOS
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH INSTITUTE, FINLAND
RESEARCH REPORTS 216

ISBN 952-9538-82-0
ISSN 0788-5199

Esipuhe

Ympäristötukijärjestelmä koskettaa valtaosaa suomalaisista maatiloista. Sen merkityksestä viljelijöiden talouteen sekä ympäristöön on toistaiseksi olemassa suhteellisen vähän tietoa. Tämän tiedonannon ensimmäisessä artikkelissa on selvitetty viljelijöiden mielipiteitä ympäristötuen vaikutuksesta käytännön viljelytoimenpiteisiin, tuen taloudellista merkityksestä ja mahdollisen poisjäännin motiiveja. Artikkelit tuo viljelijöiden omiin näkemyksiin perustuvaa lisävalaistusta ympäristötuen merkittävydestä.

Tiedonannon toisessa artikkelissa, joka perustuu Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan taloustieteen laitokselle tehtyyn pro gradu -työhön, käsitellään nurmiviljelyn energiataloudellisen ja yksityistaloudellisen optimin suhdetta. Artikkelissa verrataan apilapitoisen ja puhtaan timotei säilörehunurmen energiankulutusta. Oletuksena on, että apilapitoinen nurmi kuluttaa vähemmän energiaa ilmakehän tyyppä sitovien ominaisuuksiensa vuoksi. Ero nurmisekoitusten energian nettokulutuksessa näyttää kuitenkin olevan suhteellisen pieni. Tosin jos apilanurmea ei typpilannoiteta lainkaan, energiataseissa syntyy eroa apilanurmen hyväksi.

Helsingissä marraskuussa 1996

Jouko Sirén

John Sumelius

Sisälllys

SUOMEN MAATALOUDEN YMPÄRISTÖTUKI- JÄRJESTELMÄN SISÄLTÖ JA TOIMINTA 7

Juha Siikamäki

1. Johdanto	8
2. EU:n maatalouden ympäristötukijärjestelmä	9
3. Ympäristötukijärjestelmän toteuttaminen Suomessa	11
3.1. Suomen maatalouden ympäristötukijärjestelmä 1995-1999	11
3.2. Perustukijärjestelmä, maatalouden ulkoisvaikutukset ja maaseutuympäristö	13
3.3. Osallistuminen perustukijärjestelmään ja perustuen kattavuus	18
3.4. Tuki suhteessa tilojen talouteen	22
3.5. Kokonaismenot ympäristötukijärjestelmän rahoitukseen	24
4. Viljelijöiden mielipiteitä ympäristötukijärjestelmästä	25
4.1. Aineisto	25
4.2. Perustuen ehtojen vaikuttavuus viljelytoimenpiteisiin	26
4.3. Perustuen taloudellinen merkitys	27
4.4. Perustuesta poisjäännin motiivit	29
4.5. Tiedonsaanti ympäristötuesta	30
5. Yhteenvedo	31
Lähteet	34

KVÄVEGÖDSLINGENS INVERKAN PÅ ENERGI- ANVÄNDNINGEN VID ENSILAGEPRODUKTION 37

Rikard Korkman

1. Inledning	38
1.1. Bakgrund	38
1.2. Förutsättningarna för att minska beroendet av fossil energi inom jordbruket	39
1.3. Syfte	40

2. Undersökningens teoretiska bakgrund	41
2.1. Energianalys	41
2.1.1. Några allmänna definitioner	41
2.1.2. Definition av den energioptimala kvävegödslingen	42
2.1.3. Beräkningsunderlag och metod för energianalysen	42
2.2. Teoretisk referensram	44
3. Forskningsdel	45
3.1. Presentation av det empiriska materialet	45
3.2. Analysmetoder	46
3.2.1. Undersökningens uppbyggnad	46
3.2.2. Regressionsanalys	47
3.2.2.1. Estimering av produktionsfunktionerna	48
3.2.3. Energianalys	50
4. Resultat	53
4.1. Kvävegödslingens inverkan på energibalansen	53
4.1.1. Användningen av fossila energiinsatser	54
4.1.1.1. Energianvändningens fördelning mellan produktionsinsatser	55
4.1.2. Energikvoten	56
4.1.3. Nettoenergiskörden	57
4.2. Lönsamhetsjämförelse mellan ekonomiskt och energioptimum	58
4.2.1. Täckningsbidragsanalys	58
4.2.2. Alternativkostnaden för den energioptimala lösningen	59
5. Diskussion	59
6. Sammanfattning och slutsatser	62
Källförteckning	63

SUOMEN MAATALOUDEN YMPÄRISTÖTUKI- JÄRJESTELMÄN SISÄLTÖ JA TOIMINTA

JUHA SIIKAMÄKI

The Contents and the Implementation of the Finnish Agri-Environmental Programme

Abstract. This paper deals with the Finnish Agri-Environmental Programme (the FAEP) and its first year of implementation in 1995. The main emphasis is in examining participation in the FAEP and farm-level impacts of the participation. The analysis of the participation is based on the IACS -register, and the farm-level impacts are examined on the basis of farm survey data. The FAEP consists primarily of the General Agri-Environmental Protection Scheme (the GAEPS) and the Supplementary Protection Scheme (the SPS). Total expenditure on the FAEP was some FIM 1,408 million (ECU 247 million). The GAEPS accounted for the major part of expenditure of the FAEP. The SPS took some FIM 80 million, and its share can be expected to increase slightly in 1996-1999. Participation in the GAEPS in 1995 was high; 80 % of the farms (80,000 farms) and 90 % (2 mill. hectares) of the arable land were cultivated under the GAEPS criteria. The most common reasons the farmers stated for not participating the GAEPS among the animal husbandry farms was the need for investments and the criteria for a minimum area for manure spreading. It was found out that some 40 % of dairy farms in the GAEPS expected they have to invest in manure sorting and handling facilities. The average expected investment per investing farm would be some FIM 50,000-60,000. The main reason why some crop farms did not join the GAEPS was the need for investments and setting up buffer zones. According to farmers' point of view, setting up buffer zones affected farming methods the most of all the GAEPS criteria in 1995. The GAEPS is financially significant especially for farms in area A. The impact of the SPS can be seen in, for instance, a substantial increase of organic production, which is expected to continue in 1996. Long term environmental impacts of the FAEP cannot be verified yet, but as farms participate the FAEP in very large numbers, positive environmental impacts are expected to be achieved in the near future due to e.g. reduced nutrient use and leaching.

Key words: agriculture, environment, EU, policy

1. Johdanto

Maatalouden ympäristöpolitiikka sai käyttöönsä joukon uusia keinoja, kun EU:n ympäristötukijärjestelmä otettiin käyttöön Suomessa vuoden 1995 alussa. Vaikka ympäristöpainotteisia ohjauskeinoja on käytetty maatalouspolitiikassa jo aiemminkin, ympäristöohjaus ei ole ollut niiden ensisijainen tarkoitus. Esimerkiksi vuosina 1976-1994 lannoiteverotuksen päätavoitteena oli viljan ylituotannon leikkaaminen ja varojen kerääminen vientikustannusten kattamiseen (SUMELIUS 1994, 23). 1990-luvulla käyttöön otetun korkean fosfori- ja typpi-veron myötä lannoiteveroa kuitenkin muutettiin ympäristöveron suuntaan. Kotieläintuotannossa ns. perustamislupajärjestelmä eli laki kotieläintuotannon ohjaamisesta oli myös ympäristöpainotteinen toimenpide. Lailla mm. velvoitettiin suuret kotieläinyksiköt 3/4 rehuomavaraisuuteen ja estettiin teollismaisen kotieläintuotannon syntyminen Suomeen.

Käyttämällä perinteistä ulkoisvaikutuskehikkoa kuvaamaan maatalouden ympäristövaikutuksia (esim. HANLEY 1990), Suomen maataloutta luonnehtivat maatalouden maaseutua ja maaseutumaisemaa ylläpitävä positiivinen ulkoisvaikutus ja ravinteiden huuhtoumiin liittyvä negatiivinen ulkoisvaikutus. Maatalouden ympäristövaikutukset Suomessa poikkeavat muusta EU:sta erityisesti siksi, että maatalous ei ole Suomessa pääasiallinen maankäyttömuoto eikä viljely ole niin voimaperäistä kuin esim. Keski-Euroopan tehotuotantoalueilla. Toisaalta ravinnekuormituksen vaikutukset kärjistyvät Suomessa, koska sisä- ja rannikkovedet ovat matalia ja suurin osa maataloudesta on sijoittunut vesistöjen ääreen. Avoimen peltomaiseman niukkuus on myös leimallista Suomelle.

Suomen maatalouden ympäristövaikutukset ja ympäristöohjauksen tarve on ollut paljon esillä 1990-luvulla ja esim. Maaseudun ympäristötyöryhmän muistio (YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 1992) käsittelee aihepiiriä laajasti. Vuonna 1995 maatalouden tavoitteiksi kestäväällä kehitysuralla asetettiin ravinnepäästöjen tuntuva vähentäminen, torjunta-aineiden käytön vähentäminen ja maaseudun maiseman ja biologisen monimuotoisuuden ylläpitäminen ja edistäminen (Ympäristöohjelma 2005). Maatalouden ympäristötukijärjestelmä on ensisijainen väline näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

Tämä raportti on MATEUS-tutkimushankkeeseen kuuluvan tutkimuksen ”Ympäristötukijärjestelmän perustuen piiriin kuuluminen: osallistuvien ja ei-osallistuvien viljelijöiden motiivit ja profiilit” loppuraportti. Raportin sisältö on seuraava: Kappaleessa 2 kuvataan EU:n maatalouden ympäristötukijärjestelmä, kappaleessa 3 esitellään Suomen ympäristötukijärjestelmä ja sen toteuttaminen ja kappaleessa 4 raportoidaan tuloksia kyselystä, jolla selvitettiin viljelijöiden mielipiteitä ympäristötuen vaikutuksista. Raportin sisältö vastaa pitkälti Pohjoismaisten maataloustutkijoiden yhdistyksen NJF:n Alnarpissa, Ruotsissa pidettyyn seminaariin ”Integration of the New EU-countries” kesäkuussa 1996

tehtyä esitystä (SIKKAMÄKI 1996). Nyt käsillä oleva raportti on kuitenkin kirjoitettu suomeksi ja se on laajempi kuin NJF:n seminaariesitys. Lisäksi raporttiin on lisätty ympäristötukijärjestelmää, maatalouden ulkoisvaikutuksia ja maaseutu-ympäristöä käsittelevä teoreettinen osa.

Tutkimukseen kuuluneeseen kyselyyn liittyen MTTL:ssä on myös tekeillä pro gradu -työ Helsingin yliopistoon viljelijöiden ympäristöasenteista.

2. EU:n maatalouden ympäristötukijärjestelmä

Ympäristötukijärjestelmän luominen kuului osana vuoden 1992 CAP-reformiin, Euroopan unionin maatalouspolitiikan uudistukseen. CAP-reformin taustalla olivat pitkään jatkunut tuottajahintatuki (ns. korkeiden tuottajahintojen politiikka) ja sen mukanaan tuomat ongelmat, ennen kaikkea kannattamaton ylituotanto ja tuotannon voimaperäistymisestä seuranneet ympäristöongelmat. Ympäristötukijärjestelmän kannustimena on maatalouspolitiikan ”ympäristövaikutusten” huomaaminen ja yleisesti tunnustettu tarve maatalous- ja ympäristöpolitiikan integroimiseen (OECD 1989). Tukijärjestelmän tehtävä on kannustaa viljelijöitä siirtymään aiempaa ympäristöystävällisempien tuotantomenetelmien käytön korvaamalla heille muutoksen aiheuttamat kustannukset ja tulonmenetykset.

Maataloudesta peräisin olevan ympäristökuormituksen vähentämiseen tähdänneitä toimenpiteitä oli EU:ssa toki käytössä jo ennen vuoden -92 maatalouspolitiikan uudistustakin, esim. ympäristöltään herkkien alueiden tuki (EEC Regulation 797/85) ja maataloustuotannon laajaperäistämisen tuki (EEC Regulation 1760/87) perustuivat ympäristönsuojelullisiin tavoitteisiin. Uusi ympäristötukijärjestelmä (EEC Regulation 2078/92) poikkeaa aiemmin käytössä olleista järjestelmistä erityisesti siinä, että lähtökohtana on jäsenmaiden toisistaan hyvin poikkeavien maatalous- ja ympäristöolojen tunnustaminen ja tukitoimenpiteiden kohdentaminen paikallisten tarpeiden mukaan. Uusi tukijärjestelmä on myös huomattavasti laajempi kuin aiemmin käytössä olleet järjestelmät. Sen lisäksi, että ympäristötuki korvasi aiemmat järjestelmät, keinovalikoimaan sisältyy joukko uusia tukitoimenpiteitä.

Ympäristötukijärjestelmän tavoitteena on: 1) tukea EU:n markkinajärjestelmän muutosta (CAP-reformia), 2) edistää EU:n maataloutta ja ympäristöä koskevien tavoitteiden saavuttamista ja 3) edistää maanviljelijöiden kohtuullisen tulotason saavuttamista (Regulation 2078/92). Tukijärjestelmä tulee toteuttaa kaikissa jäsenmaissa monivuotisten (vähintään viisivuotisten) alueittaisten ohjelmien perusteella. Alueittaisten ohjelmien tulee heijastaa alueen erityisoloja niin ympäristön kuin maataloudenkin suhteen, ja ohjelmien tulisi ottaa huomioon myös EU:n ympäristötavoitteet. Ympäristötukijärjestelmän toteutuksen rahoittamiseen

osallistuvat sekä EU että kukin jäsenmaa omalla alueellaan. Yhteisön rahoitusosuus on pääasiassa¹⁾ 50 %.

Kuten edellä mainittiin, ympäristötuen periaatteena on kannustaa viljelijöitä käyttämään ympäristöystävällisiä viljelymenetelmiä ja ottamaan käyttöön ympäristöön positiivisesti vaikuttavia viljelytoimenpiteitä. Tuettavien toimenpiteiden lukumäärä ja kirjo on suuri; tuettavaksi kelpoisia toimenpiteitä ovat esim. maataloustuotannon laajaperäistäminen (esim. luonnonmukainen tuotanto, lannoitteiden käytön tai eläintiheyden alentaminen), maaseudun ylläpito, hylätyn maatalousmaan ylläpito, pitkäaikainen kesannointi, uhanalaisten alkuperäisrotujen tai -lajien kasvattaminen tai maatalousmaan hoitaminen virkistyskäyttöä varten. Jäsenmaiden on myös mahdollista tukea ympäristöystävällisiin viljelymenetelmiin liittyvää koulutusta, kursseja ja kokeiluhankkeita.

Paitsi tuettaville toimenpiteille, myös maksettaville tukisummille EU:n ympäristötukea koskeva asetus tarjoaa suhteellisen väljät puitteet. Suomen kannalta olennaisimpien tukien enimmäismäärät ovat:

- 150 ECU/ha kohden EU:n hehtaaritukeen oikeutetuille yksivuotisille kasveille
- 250 ECU/ha muille yksivuotisille kasveille sekä laitumelle, ja hylätyn maatalousmaan hoidolle
- 210 ECU/eläinyks. kutakin vähennettyä eläinyksikköä kohden
- 100 ECU/eläinyks. kutakin kasvatettavaa alkuperäisrodun eläintä kohden
- 700 ECU/ha monivuotisille kasveille
- 600 ECU/ha pitkäaikainen kesannointi.

Ympäristötukiasetuksen soveltaminen vaihtelee jäsenmaittain²⁾. Jo ennen vuotta 1995 ja uusien maiden liittymistä unioniin tukijärjestelmän soveltamisessa oli selvästi havaittavissa kansallisen näkökulman painottuminen. Suomen, Ruotsin ja Itävallan ympäristötukiohjelmat entisestään lisäsivät tätä painotusta. Uusille jäsenmaille on ominaista ympäristötukijärjestelmän soveltaminen laajemmassa mittakaavassa kuin useimmissa EU-12:n maissa. Osasyynä tähän menettelyyn on varmastikin se, että ympäristötukijärjestelmästä tuli uusissa jäsenmaissa yksi maatalouden EU-sopeutuksen väline.

¹⁾ Poikkeuksena tästä ovat ns. aliehkittyneet alueet (tavoitteiden 1 ja 6 -alueet), joilla EU:n rahoitusosuus on 75 %.

²⁾ Tässä ei kuvata ympäristötukijärjestelmiä muissa jäsenmaissa kuin Suomessa. Yksityiskohtaisempi selvitys asetuksen 2078/92 soveltamisesta EU 12:ssa on esitetty esim. julkaisussa KUHMONEN ym. 1994, s. 18-31.

3. Ympäristötukijärjestelmän toteuttaminen Suomessa

3.1. Suomen maatalouden ympäristötukijärjestelmä 1995-1999

Suomessa EU:n ympäristötukiasetuksen toimeenpano toteutetaan viisivuotisena ympäristötukijärjestelmänä, jolle antavat puitteet EU:n ympäristötukiasetus ja Suomen ja EU:n liittymissopimus. Liittymissopimuksessa määriteltiin Suomen voivan odottaa EU:n osallistuvan ympäristötuen rahoitukseen 135 milj. ECU:lla. EU:n rahoitusosuus ympäristötuesta on koko maassa 50 %, joten käytettäessä EU:n osarahoitus kokonaan, ympäristötukijärjestelmän kustannukset voivat olla maksimissaan noin 270 milj. ECU eli hieman yli 1,5 mrd. mk. Ympäristötukijärjestelmän yksityiskohtaisen suunnittelu annettiin pääasiassa maatalous- ja ympäristöhallinnon edustajista kootulle ympäristötukityöryhmälle.

Suomen ympäristötukiohjelma koostuu perustuesta, erityistukimuodoista, neuvontapalveluista sekä koulutus- ja esimerkkihankkeiden tuesta. Perustuki on koko järjestelmän ydin, jota erityistukimuodot täydentävät. Neuvonnan, koulutuksen ja esimerkkihankkeiden merkitys on kokonaisuuden kannalta lähes marginaalinen; esimerkiksi rahoituksesta yli 90 % kuluu perustukeen ja loput pääasiassa erityistukimuotoihin.

Suomen ympäristötukiohjelman tavoitteena on maa- ja puutarhataloudesta lähtöisin olevan, erityisesti vesistöihin ja ilmaan kohdistuvan ympäristökuormituksen ja torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien haittojen vähentäminen, luonnon monimuotoisuudesta huolehtiminen ja maaseutumaiseman hoito. Yleisenä tavoitteena on laajaperäinen ja ympäristöystävällinen tuotantotapa maa- ja puutarhataloudessa. Vaikka ympäristötuelle aikaan saadut parannukset ympäristön tilassa voidaan todentaa käytännössä vasta vuosien kuluttua, pitkällä aikavälillä esim. ravinteiden ja maa-aineksen huuhtoutumisen vesistöihin odotetaan vähenevän noin 20-40 %:lla ja johtavan positiiviseen kehitykseen sisä- ja rannikkovesien rehevöitymisen kuriin saamisessa (MMM 1996).

Ympäristötuen *perustuki* on kaikille³⁾ viljelijöille tarkoitettu yleinen tukimuoto. Tuki on hehtaarikohtainen ja sitä saadaksean viljelijän on sitouduttava noudattamaan ns. perustuen viljelyehtoja. Tukea hakeva viljelijä sitoutuu noudattamaan seuraavia ehtoja⁴⁾ koko sitoumuskauden eli viiden vuoden aikana:

³⁾ Perustuen säännöissä rajataan kuitenkin tukimuodon ulkopuolelle tilat, joiden viljelystä vastuussa olevista henkilöistä yksikään ei ole alle 65-vuotias.

⁴⁾ Tarkat perustuen ehdot, ks. esim. MMM:n (1996a) julkaisu ”Perustuki maataloilille”.

1. Tilalle laaditaan maatalan ympäristönhoito-ohjelma
2. Lannoitteita käytetään annettujen ohjeiden mukaisesti ts. lannoituksessa noudatetaan enimmillään kullekin viljelykasville määrättyä lannoituksen perustasoa, jota ei voi ylittää kuin viljavuustutkimuksen tai satoisuuden perusteella saatavalla poikkeusluvalla
3. Lanta varastoidaan hyväksyttävällä tavalla eikä sitä saa levittää lumiseen tai routaantuneeseen maahan. Käytännössä ehto tarkoittaa lantavarastojen mitoittamista koko vuoden tarpeen mukaiseksi sekä lannan varastointia siten, että ravinteiden virtaaminen varastosta tai niiden imeytyminen pohjavesiin varastosta on estetty
4. Vesistöjen, valtaojien, purojen ja kaivojen ympärille perustetaan suojakaistat
5. A- ja B-tukialueilla vähintään 30 % pelloista pidetään talvikautena kasvipeitteisinä tai kevennetysti muokattuina
6. Viljelymaisemaa ja luonnon monimuotoisuutta hoidetaan ja pidetään yllä
7. Torjunta-aineiden levitys hoidetaan testatulla kalustolla ja vain siihen käyttäjäkoulutuksen saaneen henkilön toimesta

Perustuki on porrastettu viljelykasvin ja tukialueen mukaan. Tukisummat ovat korkeimmat A-tukialueella ja alenevat kohden pohjoisempia tukialueita. Taulukossa 1 on lueteltu vuonna 1996 maksettavat tukisummat markkoina ja ECUina.

Vuonna 1996 perustuen ehtoja täydennettiin siten, että tukitasot riippuvat myös lannoitustason alenemisesta perustukeen osallistumisen myötä. Tuki maksetaan täysimääräisenä taulukon 1 mukaisesti, jos viljelijä ilmoittaa ja tarvittaessa pystyy myös osoittamaan vuoden 1994 lannoitustasojen olleen ns. peruslannoitustasoa korkeampia. Ehdon tarkoitus on eriyttää tukitasot ehtojen aiheuttamien tilakohtaisten kustannusvaikutusten perusteella, mutta käytännössä vuo-

Taulukko 1. Perustuki hehtaaria kohden tukialueittain ja kasveittain vuonna 1996.

Kasvi	Tukialue, tuki mk/ha (ECU/ha)			
	A	B	C1	C2-C4
Viljakasvit, herne, öljykasvit, tärkkelysperuna	1 053	597	400	253
Nurmi, muut peltoviljelykasvit	1 727	850	850	850
Yksivuotiset puutarhakasvit	1 727	1 727	1 727	1 727
Monivuotiset puutarhakasvit	4 409	4 409	4 409	4 409

den 1994 lannoitustasojen pitävä todentaminen on lähes mahdotonta eikä ehtositen ole valvottavissa.

Ympäristötuen *erityistuet* ovat perustukea tarkemmin tietyn ympäristöön positiivisesti vaikuttavan hankkeen toteuttamiseen tai viljelymenetelmän käyttöön ottoon kohdennettuja tukia. Erityistukiin osallistuminen edellyttää muutamaa poikkeusta lukuunottamatta myös perustukeen osallistumista ja sopimuksia voidaan tehdä seuraavista toimenpiteistä (MMM 1996a):

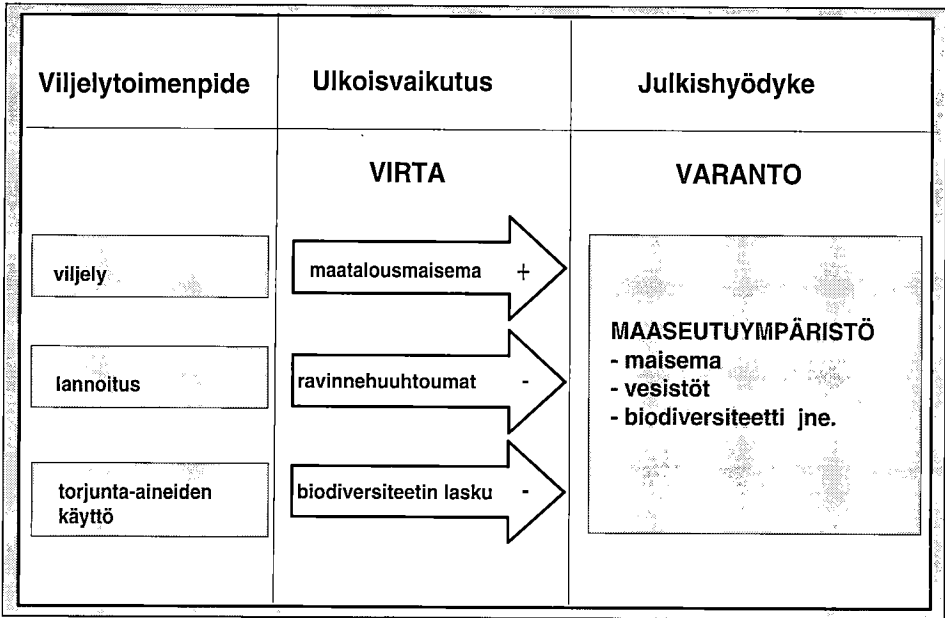
- luonnonmukainen tuotanto ja siihen siirtyminen
- lannan käytön tehostaminen
- maataloustuotannon laajaperäistäminen
- happamien sulfaattimaiden kalkitus
- säätösalaajitus tai kalkkisuodinojitus
- kosteikkojen tai laskeutusaltaiden perustaminen
- suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito
- maiseman kehittäminen ja hoito
- perinnebiotoopin hoito
- luonnon monimuotoisuuden edistäminen
- alkuperäisrotujen kasvattaminen.

Ympäristötukilainsäädännön mukaan viljelijän tulee ympäristötukijärjestelmään osallistuessaan saada korvaus kaikista osallistumisen aiheuttamista kustannuksista ja tulonmenetyksistä. Tukisummien tulisi siis heijastaa perustuen ehtojen noudattamisesta aiheutuvia kuluja. Ehtojen noudattamisesta aiheutuvat kustannukset ovat vaikeasti laskettavia ja ne vaihtelevat tilojen välillä. Kun asetuksessa 2078/92 lisäksi mainitaan, että viljelijän tulee saada itselleen korvaus maisemanhoitajan toimimisestaan, on ”oikean” tukisumman laskeminen varsin monimutkainen tehtävä. Perustuen tilataloudellisiin vaikutuksiin palataan vielä myöhemmin tämän raportin luvussa 3.4.

3.2. Perustukijärjestelmä, maatalouden ulkoisvaikutukset ja maaseutuympäristö

Arvioitaessa ympäristötukijärjestelmän toimivuutta ja tukien mitoitusta, on syytä kiinnittää huomiota järjestelmän taustalla olevaan maatalouden ja maaseutuympäristön suhteeseen. Kuviossa 1 on esitetty viljelytoimenpiteiden ja niiden ulkoisvaikutusten sekä maaseutuympäristön kausaaliketju⁵⁾. Oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että ”maaseutuympäristöllä” tarkoitetaan maatalouden ja

⁵⁾ Kuvio 1 mukaillee AAKKULAN (1996) kuvausta maatalouden ja biodiversiteetin suhteesta.



Kuvio 1. Maatalouden ulkoisvaikutukset ja maaseutu ympäristön tila.

ympäristön vuorovaikutuksen seurauksena syntyneitä ja jatkuvasti muuttuvaa kokonaisuutta, jonka osasia esim. viljelymaisema, vesistöt ja ympäristön sisältämä biologinen monimuotoisuus ovat. Sen voidaan lisäksi määrittellä olevan julkishyödyke (public good) eli hyödyke⁶⁾, jota kaikki voivat kuluttaa maksutta ilman että tarjolla oleva määrä vähenee kulutuksen myötä (JOHANSSON 1993). Julkishyödykkeelle ei tavallisesta yksityishyödykkeestä (private good) poiketen ole markkinoita eikä näin ollen markkinahintaakaan. Julkishyödykkeitä kutsutaankin usein markkinattomiksi (non market commodities) hyödykkeiksi. Normaali, markkinoilla vaihdettavat yksityishyödykkeet ovat puolestaan markkinahyödykkeitä (market commodities).

Maataloudessa käytettävien viljelytoimenpiteiden tavoitteena on saada aikaan viljelyssä mahdollisimman korkea tuotto eli tuotoksen arvon ja tuotantokustannuksien erotus. Viljelijän kannattaa käyttää esimerkiksi keinolannoitteita niin paljon, että lannoituksen rajakustannus on yhtäsuuri kuin sen rajatuotto eli lannoituksella saatavan sadonlisän arvo. Torjunta-aineita käyttämällä voidaan puolestaan alentaa satoriskiä ja minimoida esim. rikkakasvien tai tuholaisten

⁶⁾ Tässä tapauksessa voitaisiin tietysti kutsua maaseutu ympäristöä hyödykkeen asemasta hyödykekimpuksi, mutta selkeyden vuoksi käytetään nimitystä hyödyke.

aiheuttama satohävikki. Viljelytoimenpiteillä on toisaalta maaseutu ympäristöön vaikuttavia ulkoisvaikutuksia (externalities). Ulkoisvaikutukset voivat olla joko positiivisia tai negatiivisia eli ne voivat joko lisätä tai alentaa maaseutu ympäristön tilaa. Ulkoisvaikutuksia voidaankin pitää virtasuureina (flow), jotka vaikuttavat maaseutu ympäristön tarjolla olevaan määrään eli sen varantoon (stock) (HANLEY 1991). Esimerkiksi lannoitteiden käytöstä voi aiheutua vesistöjä rehevöittäviä ja maaseutu ympäristön tilaa alentavia ravinnehuuhtoumia. Viljelyn positiivisena ulkoisvaikutuksena syntyy puolestaan monia viehättävä maatalousmaisema, jota ilman maaseutu ympäristön varanto olisi alhaisempi (kuvio 1).

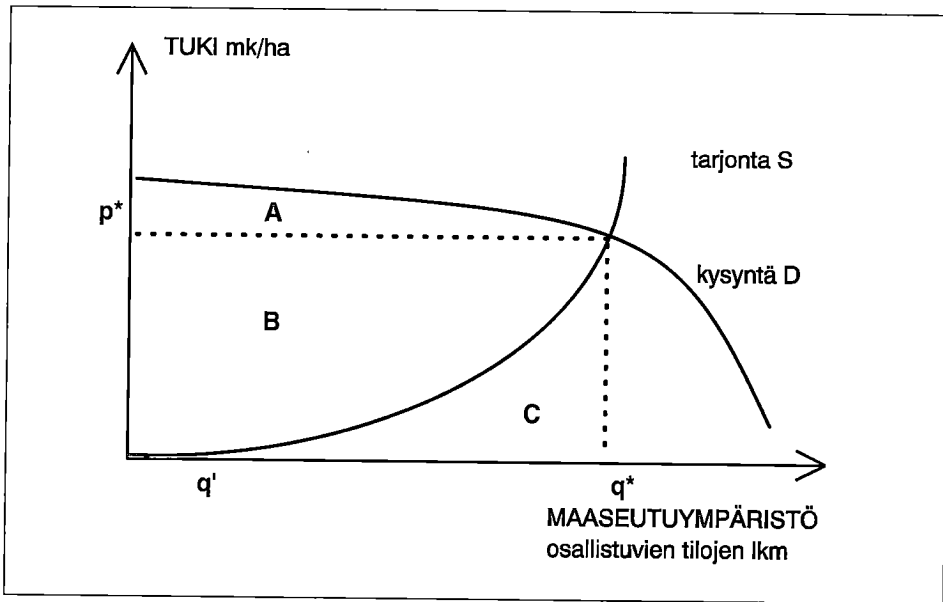
Ulkoisvaikutukset ovat tuotoksia, jotka saavat aikaan joko hyödyn lisäystä tai vähennystä, mutta joiden arvo ei kuitenkaan välity markkinamekanismin kautta (VARIAN 1993, 545). Se, että ulkoisvaikutusten arvo ei välity hintamekanismin kautta, ei kuitenkaan tarkoita, etteikö ulkoisvaikutuksilla olisi arvoa taloudellisessa mielessä. Koska ne vaikuttavat hyötyä lisäävästi tai alentavasti, niillä on myös taloudellista arvoa. Jos ulkoisvaikutusten arvo ei kuitenkaan välity markkina- tai minkään muunkaan mekanismin kautta, ne eivät sisälly tuotantopäätöksiin. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että jos esim. viljely on tappiollista pitkällä aikavälillä, viljelyn ulkoisvaikutuksena syntyvä maatalousmaisema ei vaikuta tuotannon lopettamispäätökseen, olipa se maaseutu ympäristön kannalta kuinka tärkeä tahansa. Toisaalta, lannoituksen ulkoisvaikutuksena syntyvät ravinnehuuhtoumat eivät vaikuta lannoitus päätökseen ja toteutuva lannoitus taso on todennäköisesti korkeampi kuin yhteiskunnallinen optimiratkaisu. Ulkoisvaikutuksista johtuen tuotannon yhteiskunnallinen rajatuotto/-kustannus poikkeaa tuottajan rajatuotosta/-kustannuksesta. Toteutunut tuotanto ei vastaa todellista yhteiskunnallista optimituotantoa, koska markkinat epäonnistuvat ulkoisvaikutusten taloudellisen arvon välittämisessä osaksi tuotantopäätöksiä.

Markkinoiden epäonnistuminen (market failure) voitaisiin periaatteessa korjata määrittämällä tuotannon kaikki ulkoisvaikutukset ja arvottamalla niiden tuottama haitta/hyöty rahamääräisesti. Ulkoisvaikutukset voitaisiin tämän jälkeen sisällyttää yritysten tuotantopäätöksiin määräämällä tuotannolle sen ulkoisvaikutuksia vastaava vero tai tuki. Taloudellisen ohjauskeinon avulla voitaisiin näin saattaa tuotannon yksityiset rajatuotot/-kustannukset yhtäsuuriksi vastaavien yhteiskunnallisten rajatuottojen/-kustannuksien kanssa. Ongelmana maatalouden ulkoisvaikutusten sisällyttämisessä viljelijöiden tuotantopäätöksiin edellä kuvatun ns. pigoulaisen veron/tuen avulla, on niiden vaikea havainnoiminen ja mittaaminen. Esim. pellolta tulevan ravinteiden hajakuormituksen mittaaminen ja taloudellisen arvon määrittäminen on vaikeaa ja tavattoman kallista saavutettaviin hyötyihin nähden. Lisäksi maatalouden ulkoisvaikutukset ovat niin monitahoinen kokonaisuus, että pigoulaisen ohjauskeinon käyttäminen johtaisi tukien ja verojen loputtomaan sekamelskaan ja valtaviin vaihdantakustannuksiin koko järjestelmän toimeenpanemisessa.

Ympäristötukijärjestelmän perustuen lähtökohtana on edistää tai pitää yllä maaseutu ympäristöä, jonka tilaan viljelytoimenpiteet vaikuttavat. Ulkoisvaikutusten yksityiskohtaisen määrittelyn ja arvottamisen sijasta maatalous- ja ympäristöhallinto on määrittellyt tietyt kriteerit, joiden katsotaan edustavan maaseutu ympäristön kannalta edullista viljelytapaa. Kriteereissä määritellään ehtoja, jotka mm. alentavat maataloudesta peräisin olevaa vesistöjen ravinnekuormitusta (lannan levitysehdot, suojakaistojen perustaminen, lannoituksen perustasot), edistävät biodiversiteettiä (suojakaistat, torjunta-aineiden käytön rajoittaminen) ja kohottavat tai ylläpitävät maaseutumaiseman tilaa (ympäristönhoitosuunnitelma, ympäristön kunnossapitoehto). Edelleen, perustukijärjestelmässä yhteiskunta tarjoaa nämä ympäristökriteerit täyttävälle maatilalle korvauksen, joka perustuu pitkälti em. kriteerien toteuttamisesta viljelijälle aiheutuviin kustannuksiin tai tulonmenetyksiin. Kukin viljelijä voi kohdaltaan päättää, vastaako yhteiskunnan tarjoama korvaus kriteerien noudattamisesta siitä aiheutuvia kustannuksia, ja haluaako hän liittyä perustukeen vai ei.

Ulkoisvaikutusten ongelman ns. coaselainen ratkaisun mukaan siinä tapauksessa, että omistusoikeudet ovat täydellisesti määrittellyt eikä vaihdantakustannuksia ole, markkinat hoitavat ulkoisvaikutusten sisällyttämisen tuotantopäätöksiin (RANDALL 1987). Maatalouden ulkoisvaikutusten ja maaseutu ympäristön muodostama kokonaisuus poikkeaa coaselaisesta tilanteesta käytännössä sen takia, että omistusoikeudet ovat epätäydelliset ja vaikka ne olisivatkin täydellisesti määrittellyt, markkinaratkaisuun liittyisivät valtavat vaihdantakustannukset. Viljelijöiden omistusoikeutta maaseutu ympäristöstä (sikäli kun kysymys on maatalouden ja ympäristön muodostamasta kokonaisuudesta) on kuitenkin nykyisellä järjestelmällä vahvistettu. Ratkaisu on keskitetty ja yhteiskunta toimii maaseutu ympäristön kuluttajien neuvotteluosapuolena. Viljelijät toimivat itsenäisesti päättäen kukin kohdaltaan onko järkevää liittyä perustukeen vai ei. Perustukijärjestelmä muistuttaa normaalin markkinahyödykkeen monopsonistisia markkinoita, joilla yksi ostaja ostaa suuren tuottajajoukon tuottamaa hyödykettä (kuvio 2).

Perustuessa yhteiskunnan viljelijöiltä ostama hyödyke on maaseutu ympäristön laatu, josta perustuen ehtojen täyttäminen viljelyssä viestii. Koska ympäristön laadulle ei ole olemassa markkinoita, on perustettu järjestelmä, jossa yhteiskunta tarjoutuu maksamaan viljelijöille tietyn korvauksen saadakseen vastineena heidät sitoutumaan perustuen viljelyehtoihin ja toimimaan siten ympäristön tuottajina (kuvio 2). Koko maan tasolla ko. hyödykkeen laajuutta voidaan kuvata joko osallistuvien tilojen lukumäärällä tai perustuen piirissä olevilla peltohehtaareilla. Yhteiskunnalla on poliittisen päätöksenteon perusteella käytettävissään tietty määrä tuloja em. hyödykkeen ostamiseen viljelijöiltä. Nämä käytettävissä olevat tulot yhteiskunta on valmis allokoimaan tavalla, jota kuvion 2 maaseutu ympäristön laadun kysyntäkäyrä pyrkii kuvaamaan. Kysyntäkäyrä on nykyisessä viitekehysessä suhteellisen loivasti laskeva eli tukisummat olisivat



Kuvio 2. Ympäristötuen perustukijärjestelmä kysyntä/tarjontakehikossa.

lähellä toisiaan riippumatta siitä kuinka suuri tilajoukko perustukeen haluaisi osallistua. Kysyntäkäyrän loppuosa kääntyy voimakkaasti alaspäin, koska yhteiskunnalla on vain rajallinen määrä tuloja käytettäväksi tukijärjestelmän rahoittamiseen. Toisin sanoen, alueiden B ja C summa ei saa olla vuositasolla ylittää perustukeen varattua rahasummaa eli noin 1,5 mrd mk/v.

Maaseutu ympäristön tarjontakäyrä S kuvaa viljelijöiden käyttäytymistä. Tarjontakäyrä vastaa maaseutu ympäristön tuottamisen rajakustannuksia. Voidaan olettaa, että tarjontakäyrä on nouseva eli suuremman tilajoukon saaminen perustuen piiriin vaatii yhä korkeammat tukitasot. Lisäksi voidaan olettaa, että määrä q' tiloista on valmiita osallistumaan perustukeen jopa ilman korvausta. Tähän viittaa mm. se, että osa viljelijöistä on jo ennen ympäristötukijärjestelmää noudattanut ns. hyviä viljelymenetelmiä, jotka vastaavat pitkälti perustuen ehtoja. Tiloille on aiheutunut kustannuksia näiden viljelymenetelmien käytöstä, mutta viljelytavan muutoksesta saatavaa ympäristön laadun kohoamista on arvostettu kustannuksia enemmän. Toisaalta, osa viljelijöistä vastustaa ympäristötukea periaatteellisista syistä, ja tarjontakäyrän ”loppuosa” kääntyy jyrkästi ylöspäin. Liittyivätpä periaatteelliset syyt sitten kriittisyyteen ympäristönsuojelua, EU:ta tai yleensä tukijärjestelmiä kohtaan, näiden viljelijöiden korvausvaatimus perustukeen liittymisestä on huomattavasti korkeampi kuin muiden.

Tasapainotila perustukisopimusten markkinoilla muodostuu kysynnän ja tarjonnan vuorovaikutuksena. Yhteiskunta voi vaikuttaa tasapainotilaan pääsyyn

joko muuttamalla tukitasoja tai tukiehtoja. Tukitasojen muuttaminen ei vaikuta tarjonta- tai kysyntäkäyrien muotoon tai sijaintiin, mutta johtaa niin tarjotun kuin kysytyinkin määrään muutokseen. Tukiehtojen muuttaminen sen sijaan siirtää sekä tarjonta- että kysyntäkäyrää. Esimerkiksi perustuen ehtojen kiristäminen aiheuttaa tarjontakäyrän siirtymisen vasemmalle, koska ehtojen noudattamisen kustannuksetkin kohoavat. Kysyntäkäyrä sen sijaan tulisi ainakin periaatteessa siirtyä oikealle, koska ympäristön laadun kohoaminen tiukempien ehtojen myötä tuottaa lisähyötyä ja samasta määrästä tiloja perustuen piirissä oltaisiin maksamaan enemmän. Markkinoiden tasapaino vallitsee pisteessä (p^* , q^*), jossa viljelijöiden korvausvaatimus p^* määrästä q^* maaseutu ympäristöä on yhtä suuri kuin yhteiskunnan maksuhalukkuus p^* samasta määrästä q^* .

Alue A (kuvio 2) on ns. *kuluttajan ylijäämä*, jonka yhteiskunta saa tasapainotilassa osakseen järjestelmän toteuttamisesta. Se muodostuu yhteiskunnan maksimaalisen maksuhalukkuuteen ja toteutuneen tukitason p^* erotuksena. Yhteiskunta saa siis osakseen nettohyötyä, koska osasta kohonnutta ympäristön laatua olisi oltu valmiita maksamaan enemmän kuin todellisuudessa oli tarpeen. Osa perustukeen liittyneistä viljelijöistä saa puolestaan osakseen alueen B kokaisen *tuottajan ylijäämän*, koska he olisivat olleet valmiita osallistumaan perustukeen jo nykyisiä tukisummaa alhaisemmilla hehtaarikorvauksilla. Nämä tilat ovat syystä tai toisesta kyvykkäitä noudattamaan perustuen ehtoja tukitasoa alhaisemmin kustannuksin.

Jos ostajan tavoitteena on hankkia sellainen määrä hyödykettä, että ostettu hyödyke tuottaa vähintään saman rajahyödyn kuin samat tulot muualle kulutettuna, ei joidenkin tuottajien saamalla ylijäämällä ole merkitystä. Ostaja vertaa ostopäätöstään tehdessään hyödykkeen hintaa ja ostetun hyödykkeen tuottamaa tyydytystä, eikä hyödykkeen tuottajan mahdollisesti osakseen saamaa voittoa hyödykkeen tuottamisesta. Ylijäämästä nauttimaan pääsevät tuottajat ovat tehokkaita ympäristön laadun tuottamisessa ja tässä viitekehyksessä heidän hyödykseen koitua ylijäämä kuuluu heille. Edelleen, mahdollisuus päästä nauttimaan ylijäämästä on viljelijälle kannustin tehostaa tilansa toimintaa ympäristöhyödykkeen tuotannossa, koska sen avulla tuottaja voi lisätä hyödykseen koituvaa ylijäämää. Tämä johtaa pitkällä aikavälillä siihen, että haluttu määrä ympäristöhyödykettä voidaan tuottaa nykyistä alhaisemmalla hinnalla. Periaatteessa voidaan ajatella, että nykyinen ympäristöhyödykkeen määrä on tuotettavissa tulevaisuudessa alhaisemmillä tukitasoilla, koska ympäristötukijärjestelmän kannustaa tuotantoteknologian kehittämiseen niin, että perustuen ehtojen noudattamisen kustannukset ovat mahdollisimman alhaiset. Tilanne on vastaava kuin yritysten kyky valmistaa tuotannon tehostumisen myötä sama hyödykemäärä yhä alhaisemmin kustannuksin.

Ympäristön laadun edistämiseksi on tärkeää saada mukaan perustukeen nekin tilat, jotka vaativat osallistumisestaan suhteellisen korkean korvauksen. Nämä ovat tiloja, joilla perustuen ehdot muuttaisivat tuotantomenetelmiä eniten, ja

joilla perustuen ehtojen aiheuttamat kustannuksetkin ovat korkeimmat. Haluttaessa esim. 80 % tiloista mukaan perustukeen, on perustuki mitoitettava niin, että ”viimeisimpänä” mukaan tulevilla on riittävä kannustin osallistua järjestelmään.

Ympäristötuen, kuten minkä tahansa poliittiseen päätöksentekoon perustuvan järjestelmän kohdalla on tietysti kriittistä, edustaako järjestelmä ja sen toteuttamistapa kansalaisten preferenssejä. On kysymys siitä vastaako nykyinen tilanne tasapainotilaa (p^* , q^*) ja etenkin siitä, vastaako maaseutu ympäristön kysyntäkäyrä todellista kysyntäkäyrää. Jotta nykyinen tilanne olisi optimaalinen julkishyödykkeen nimeltä maaseutu ympäristö tarjonnan kannalta, kuviossa 2 olevan maaseutu ympäristön kysyntäkäyrän tulisi vastata kansalaisten yhteenlaskettuja maksimaalisia maksuhalukkuuksia kustakin määrästä maaseutu ympäristöä⁷⁾. Kysyntäkäyrän havaitseminen käytännössä on tietysti hankalaa, koska markkinoilla ei ole olemassa kaupan sellaista hyödykettä kuin maaseutu ympäristö. Maaseutu ympäristö on ns. markkinaton hyödyke, ja sen kysynnän määrittämiseksi tulisi käyttää markkinattomien hyödykkeiden arvottamismenetelmiä. Näistä menetelmistä käyttökelpoisin tässä tapauksessa olisi ns. contingent valuation⁸⁾ -menetelmä, joka perustuu kyselyjen käyttöön keino tekoisten markkinoiden luomiseksi markkinattomalle hyödykkeelle. Kyselyllä luodun koetilanteen avulla kerätään informaatiota esim. kuluttajien maksuhalukkuudesta ympäristön laatua parantavista toimenpiteistä. Markkinattomien hyödykkeiden arvottamiseen liittyy joukko ongelmia, mutta niistä huolimatta menetelmillä saadaan usein hyödyllistä tietoa päätöksenteon tueksi.

Maatalouden ympäristötukijärjestelmää on toisinaan kritisoitu julkisuudessa siitä, että tukia ei ole tarkoin mitoitettuja ehtojen noudattamisesta aiheutuviin kustannuksiin nähden. Monilla tiloilla ympäristötukeen osallistuminen tuottaa nettotuloa, eivätkä perustuen ehtojen noudattamisen kustannukset ole samat kuin niiden noudattamisesta maksettava korvaus. Joillakin tiloilla ehtojen noudattamisen kustannukset voivat puolestaan olla korkeammat kuin saatava ympäristötuki. Kyseinen kritiikki on tämän tarkastelun valossa ehkä hieman harhaanjohtavaa, sillä kuten esim. kuviossa 2 ja siihen liittyvästä tarkastelusta käy ilmi, osan tuottajista kuuluu saada osakseen ylijäämää järjestelmään osallistumisesta. Kuten edellä mainittiin, järjestelmän tarjoama mahdollisuus ylijäämään koituu lopulta ympäristön kuluttajankin eduksi, koska se kannustaa viljelijää tehostamaan tuotantoaan. Kritiikin todellista alkuperää vastanneekin edellä esitettyssä viitekehyksessä esim. viljelijöiden maaseutu ympäristön omistusoikeu-

⁷⁾ Julkishyödykkeen optimaalinen tarjonta, ks. esim. JOHANSSON 1991, s. 75.

⁸⁾ Markkinattomien hyödykkeiden arvottamisesta lisää esim. julkaisussa PEARCE ja TURNER 1992, tai BRADEN ja KOLSTADT 1991. Contingent valuation -menetelmää kuvaavat esim. CARSON ja MITCHELL 1989, MÄNTYMAA 1993 ja SIKAMÄKI 1996a.

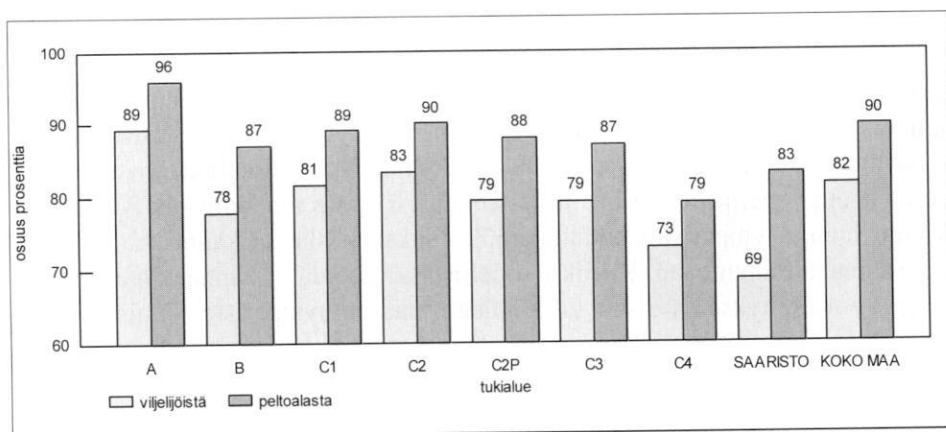
den vahvistamisen kritisointi tai epäily siitä, että poliittisesti päätetty maaseutu- ympäristön kysyntäkäyrä ja ”todellinen”, maksuhalukkuuksiin perustuva, kysyntä eroavat toisistaan.

3.3. Osallistuminen perustukijärjestelmään ja perustuen kattavuus

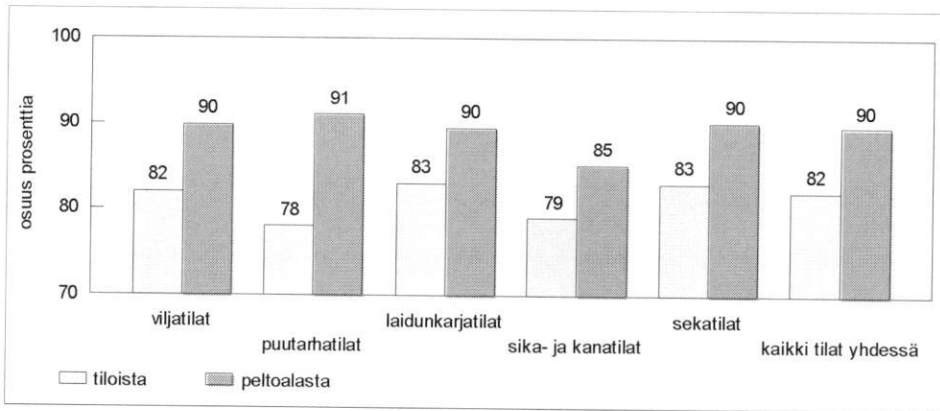
Tässä luvussa esittävät tilastot viljelijöiden osallistumisesta ympäristötukijärjestelmään on kerätty MMM:n Tietopalvelukeskuksen TIKE:n ylläpitämästä IACS-rekisteristä (Integrated Agricultural Control System). Perusjoukkoon kuuluvat kaikki tukien saamista varten rekisteröityneet maatilat, joilla on ollut v. 1995 viljelyksessä yli hehtaarin verran peltoa. Ympäristötukeen osallistumista on kuvattu osallistuvien viljelijöiden suhteellisella osuudella kaikista perusjoukon viljelijöistä. Tukijärjestelmän kattavuuden kuvaamiseksi on esitetty perustukeen kuuluvien tilojen viljelemän peltoalan suhteellinen osuus koko peltoalasta.

Viljelijät osallistuivat perustukeen odotettuakin enemmän ja yhteensä n. 80 000 tilaa eli 82 % kaikista tiloista teki keväällä 1995 sopimuksen perustuen ehtojen noudattamisessa. Toisin sanoen, alle viidenneksen tiloista päätti olla osallistumatta perustukeen. Keskimääräinen osallistumisprosentti perustukeen oli korkein (89 % tiloista) A-tukialueella. Tukialueilla B - C4 osallistumisprosentti vaihteli 73 % (C4) ja 83 % (C2 alueet) välillä.

Ympäristötuen perustuen ehtoja noudattavan viljelyn piirissä olevan peltoalan määrä kuvaa perustuen kattavuutta osin paremmin kuin tukijärjestelmään osallistuvien viljelijöiden lukumäärä. Ympäristötuen perustuki on tämän valossa vieläkin kattavampi kuin osallistuvien viljelijöiden lukumäärän perusteella



Kuvio 3. Ympäristötuen perustukeen osallistuminen ja tuen kattavuus peltoalasta 1995.



Kuvio 4. Perustukeen osallistuminen ja perustuen kattavuus tuotantosuunnan mukaan.

arvioiden. A-tukialueella vain noin 4 % (n. 15 800 ha) viljelymaasta ei kuulu perustuen ehtoja noudattavan viljelyn piiriin (kuvio 3). Perustuen ulkopuolelle A-tukialueella jääneiden tilojen keskipinta-ala on noin 12,2 ha, kun vastaavasti perustuen mukana olevien tilojen keskipinta-ala samalla alueella on noin 32,7 ha. Koska käytettyyn perusjoukkoon kuului myös perustukeen oikeuttamattomia tiloja⁹⁾, perustuen kattavuuden voidaan todeta olevan A-tukialueella lähes 100 % tukeen oikeutetusta peltoalasta. Koko maassa n. 90 % peltoalasta viljellään perustuen ehtoja noudattaen, joka on hieman alkuperäistä MMM:n tavoitetta 87 % kattavuudesta (1994) enemmän.

A-alueen ohella muillakin tukialueilla perustuen ulkopuolelle jääneet tilat ovat olleet peltoalaltaan pienempiä kuin perustuen piirissä olevat tilat. Perustuen kattavuus viljelypinta-alasta on siis korkeampi kuin tilojen lukumäärästä. Perustuen kattavuus viljelyalasta vaihtelee A-alueen ulkopuolella C4-alueen 79 %:sta C2-alueen 90 %:in. Koko maan peltoalasta yhteensä noin 89,6 % on perustuen ehtoja noudattavan viljelyn piirissä.

Ympäristötukeen osallistuvien viljelijöiden osuus kaikista jotakin EU-tukea saavista viljelijöistä vaihtelee koko maan tasolla 78 - 84 %, tuotantosuunnasta¹⁰⁾

⁹⁾ Ympäristötukeen eivät olleet 1995 oikeutettuja esim. tilat, joiden viljelystä vastuussa olevista henkilöistä yksikään ei ollut kyseisen vuoden lopussa alle 65-vuotias, sekä tilat, joiden peltoala oli alle kolme ha (pl. puutarhatilat).

¹⁰⁾ Tilat on jaettu seuraaviin yhdeksään eri luokkaan tuotantonsa perusteella: peltoviljely, puutarhaviljely, monivuotiset kasvit, laidunkarja, sika- ja siipikarja, yhdistetty kasvinviljely, sekakarjatilat, sekaviljely- ja -karjatilat ja tilat, joita ei voida luokitella (MMM/TIKE). Koska tähän tarkasteluun on otettu mukaan vain suurimmat tuotantosuunnat, tuotantosuuntia koskevat tiedot eivät ole kattavat, vaikkakin ne kuvaavat noin 95 % suomalaisista maatiloista.

Taulukko 2. Perustukeen osallistuvien viljelijöiden osuus viljelijöistä^{*)} ja perustuen kattavuus peltoalasta^{**)}.

Tuotantosuunta	A	B	Tukialue			
			C1	C2	C3	C4
Peltoviljely	90,4	79,7	80,9	80,2	76,7	71,4
	95,6	88,8	87,9	85,8	82,6	71,7
Laidunkarja	87,1	76,7	82,3	87,1	82,4	71,4
	93,4	84,7	88,6	91,9	87,9	79,7
Sika- ja siipikarja	90,2	74,4	83,9	73,6	52,9	-
	94,8	80,3	89,7	78,5	71,5	-
Sekaviljely/sekakarja	93,2	80,7	82,3	84,1	79,2	74,7
	97,3	88,0	89,0	90,5	86,8	75,6

*) perustukeen osallistuvien viljelijöiden %-osuus kaikista joitakin EU-tukia hakeneista viljelijöistä, taulukossa 1 kunkin kohdan ylempi luku

***) perustuen ehtojen noudattamiseen sitoutuneiden tilojen kokonaispeltopinta-alan suhde kaikkiin joitakin EU-tukia hakeneiden tilojen kokonaispeltopinta-alaan, taulukossa 1 kunkin kohdan alempi, kursivilla merkitty luku.

riippuen (kuvio 4). Vaihtelu eri tuotantosuuntien välillä ei näin tarkasteltuna ole voimakasta. Taulukossa 1 on esitetty perustukeen osallistuminen ja perustuen kattavuus peltoalasta yksityiskohtaisesti neljän suurimman tuotantosuunnan osalta. Kattavuus peltoalasta vaihtelee A-alueella tuotantosuunnasta riippuen välillä 93,4 - 97,3 % (taulukko 2). Pohjoisemmalla ja alhaisempien tukitasojen B-alueella n. 74 - 81 % tiloista on mukana perustuessa. Poisjääneiden tilojen keskittyminen melko pieniin tilakokoluokkiin näkyy esim. siinä, että B-alueellakin perustuen kattavuus peltoalasta on tuotantosuunnasta riippuen n. 80 - 89 %. Alhaisin osallistuneisuus ja kattavuus B-alueella on sika- ja siipikarjatililla, joista noin joka neljäs tila on jättäytynyt perustuen ulkopuolelle. Tukialueilla C1 - C4 osallistumisprosentti perustukeen on melko tasaisesti 80 - 85 %. Poikkeuksina ovat lähinnä alhaisen osallistumisprosentin sika- ja siipikarjatilat ja toisaalta C2-alueen laidunkarjatilat, joista lähes yhdeksän tilaa kymmenestä on mukana perustuessa. Kattavuus peltoalasta on korkein (91,9 %) C2-alueen tuotantosuunnassa laidunkarja.

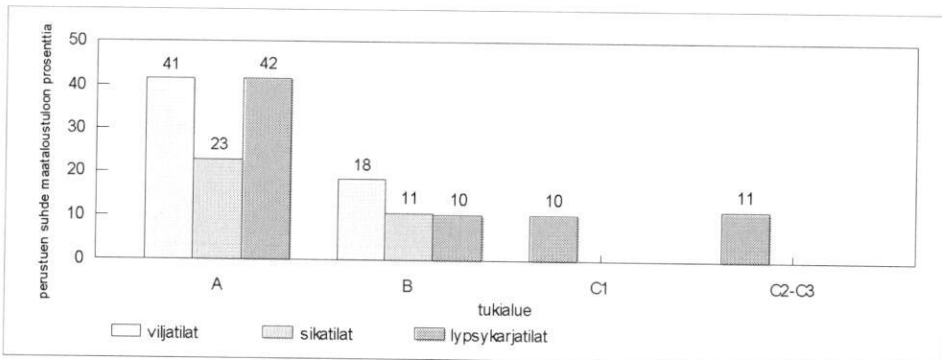
3.4. Tuki suhteessa tilojen talouteen

Ympäristötukijärjestelmän tilataloudellisten vaikutusten selvittäminen edellyttää tarkkaa tietoa perustuen aikaan saamista tuloista ja kustannuksista. Tulo-

komponentin selvittäminen ei tuota hankaluuksia, mutta perustuen ehtojen noudattamisesta aiheutuvien kustannusten yksityiskohtainen selvittäminen on vaikeaa. Tarkkoja lukuja perustukeen osallistumisen tilakohtaista kustannuksista ei ole käytettävissä, mutta joitakin arvioita asian tiimoilta on esitetty. Maatalouden ympäristötukiohjelmassa arvioitiin, että perustukeen osallistumisen kustannukset (MMM 1994) ovat A-tukialueella 400 - 800 mk/ha, B-tukialueella 300 - 600 mk/ha, ja C-alueilla 100 - 200 mk/ha. Todelliset kustannukset vaihtelevat myös tuotantomuodon mukaan, mutta muutoin arviot lienevät lähellä todellisia kustannuksia.

Ympäristötuen, erityisesti perustuen, taloudellista vaikutusta selvitetään yksityiskohtaisemmin MTTL:ssä suunnitteilla olevassa ”Yhteinen maatalouspolitiikka ja ympäristö” -tutkimushankkeessa. Tilataloudelliset vaikutukset selvitetään arvioimalla mm. lannoitteiden perustason noudattamisen vaikutus satoon, lantaloiden investointikustannukset, kasvipeitteisyyden aiheuttama sadonmenetykset, suojakaistojen perustamis- ja ylläpitokustannukset ja ympäristötukeen osallistumisesta aiheutuvat muut kustannukset.

Seuraavassa tarkastellaan MTTL:n kirjanpito-tila-aineiston pohjalta tilan saaman perustuen suhdetta koko maataloustuloon. Maataloustulo on korvaus viljelijän omasta työstä ja pääomasta ja se saadaan vähentämällä bruttotuloista kaikki muut tuotantokustannukset paitsi korvaus omalle työlle ja pääomalle. Kuviossa 5 on esitetty perustuen ja maataloustulon keskimääräinen suhde eri tukialueilla ja tuotantosunnissa. Perustuen sisältämän ns. tulokomponentin määrittämiseksi maksetusta tuesta tulisi vähentää kaikki perustuen ehtojen noudattamisesta aiheutuvat kustannukset. Kuvio 5 ei siis kuvaa varsinaisesta perustuen tulokomponenttia, mutta se antaa kuvan perustuen tilataloudellisen merkityksen vaihtelusta eri tukialueilla. Kustannusten huomioiminen alentaisi huomattavasti perustuen osuutta tilan tulonmuodostuksessa ja alentaisi tuen merkitystä todennäköisesti eniten karjatiloilta.



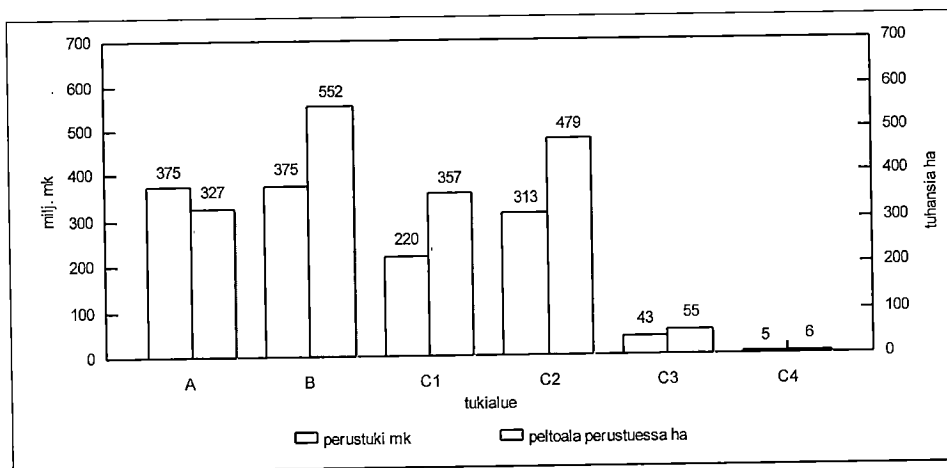
Kuvio 5. Perustuen ja maataloustulon suhde kirjanpito-tiloilta.

3.5. Kokonaismenot ympäristötukijärjestelmän rahoitukseen

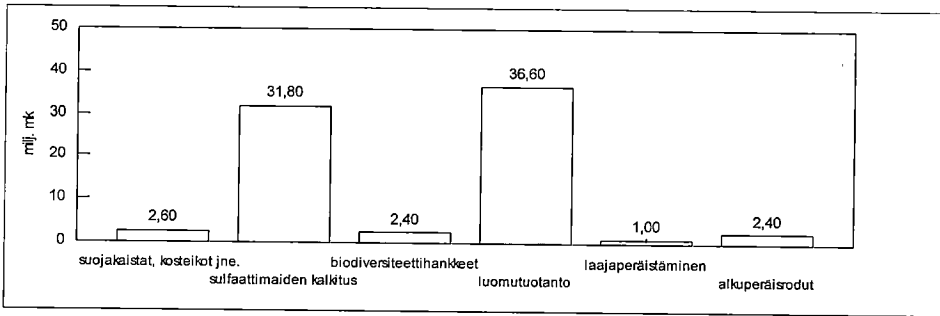
Vuosi 1995 oli maatalouden ympäristötukiohjelman toimeenpanon ensimmäinen vuosi eikä osallistuminen erityistukitoimenpiteisiin ollut aivan niin vilkasta kuin tulevina vuosina odotetaan. Perustuen rahoittamiseen kului odotettuaakin laajemmasta osallistumisesta johtuen 1 331 milj. mk eli lähes 95 % koko ympäristötukijärjestelmän rahoituksesta. Kaikkiaan ympäristötukijärjestelmän rahoitukseen kului 1 408 milj. mk, joista puolet on suoraan kansallisesta budjetista maksettavia varoja ja puolet EU:n budjettivaroja. Vuonna 1996 vastaava summa on noin 1 543 milj. mk, josta perustuekeen käytetään noin 1 350 milj. mk (MMM 1996c).

Kuviossa 6 on esitetty perustuen jakaantuminen tukialueittain ja perustuen piirissä olevat hehtaarinmäärät kullakin tukialueella. Markkamääräisesti eniten (375 milj. mk) perustukea maksettiin A- ja B-alueille. A-alueella perustuen piirissä oleva peltoala on noin 327 000 ha. B-alueella vastaava peltoala on huomattavasti suurempi eli 552 000 ha (kuvio 5). C2-alueille perustukea maksettiin 313 milj. mk ja siellä perustuekeen kuului yhteensä 478 000 ha peltoa.

Ympäristötuen erityistukiin kului vuonna 1995 yhteensä noin 80 milj. mk (kuvio 7). Suurin tukikohde oli luonnonmukaisen tuotannon tai siihen siirtymisen tuki, johon käytettiin yhteensä 36 milj. mk. Luomutuotantoa harjoitettiin vuonna 1995 noin 25 000 hehtaarin alalla, ja yli 30 000 hehtaaria oli siirtymäkauden tuotannossa (MMM 1996b). Myös happamien maiden kalkitus oli merkittävä erityistuen kohde ja siihen kului lähes 32 milj. mk. Erityistukimuotojen, etenkin luomutuotannon, suosio on ollut kasvussa ja niiden rahoitusosuuden kasvuun onkin paineita tulevina vuosina. Jos viljelijöiden aikomukset siirtyä



Kuvio 6. Perustuen jakaantuminen tukialueille ja kokonaispeltoala perustuessa.



Kuvio 7. Vuonna 1995 maksettujen erityistukien jakaantuminen.

luomutuotantoon toteutuvat sellaisina kuin ne olivat keväällä¹¹⁾ 1996, luomutuotannon piiriin haettu peltoala kasvaa edelleen voimakkaasti ja on jo v. 1996 noin 85 000 - 95 000 hehtaaria. Kiinnostus luomutuotantoon siirtymiseen on erityisen voimakas A- ja B-alueiden viljajiloilla.

4. Viljelijöiden mielipiteitä ympäristötukijärjestelmästä

4.1. Aineisto

Tässä kappaleessa raportoitavat tulokset perustuvat MTTL:n tekemään viljelijäkyselyyn. Kyselyllä kerättiin tietoa niin perustukeen osallistuvilta kuin sen ulkopuolelle jääneiltäkin tiloilta. Kyselyn suoritti Elintarviketieto Oy ennakkoinformoituna puhelinhaastatteluna helmikuussa 1996 ja sen rahoitti MATEUS-tutkimusohjelma. Kyselyn perusjoukon muodostivat kaikki IACS-rekisterissä olevat yli yhden peltohehtaarin tilat, joilla lisäksi ainakin joku viljelijästä vastaava henkilö on alle 65-vuotias vuonna 1996. Perusjoukkoon kuuluivat siis kaikki vuonna 1996 ympäristötukeen oikeutetut tilat. Kyselyyn otettiin mukaan viisi suurinta TIKE:n luokituksen mukaista tuotantosuuntaa eli viljatilat, nautakarjatilat, sika- ja kanatilat sekä tilat, joilla harjoitettiin sekatuotantoa. Perusjoukko ositettiin tuotantosuunnan (viisi tuotantosuuntaa), tukialueen (alueet A, B, C1, C2 ja C3-C4) ja vuonna perustukeen osallistumisen mukaan ja kaikkiaan ositteita tuli 40. Jokaisesta ositteesta valittiin tämän jälkeen satunnaisesti 15-50 tilaa, joille lähetettiin kyselylomake ennakkoon tutustumista varten. Kokonaisotos

¹¹⁾ Arvio luomutuotantoon siirtymishalukkuudesta perustuu MTTL:n kyselyaineistoon, joka on raportoitu tarkemmin luvussa 4.

oli 1 015 tilaa ja sen poimi IACS-rekisteristä maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus TIKE. Kyselylomakkeen postittamisen jälkeen ETT:n puhelinhaastattelijat soittivat kullekin tilalle ja keräsivät viljelijöiden vastaukset. Vastauskadon varalle IACS:sta oli poimittu toinen täsmälleen samoin perustein valittu kakkosotos. Jos ensimmäisestä otoksesta valitulta viljelijältä ei jostain syystä saatu vastauksia, kakkosotoksen vastaavasta ositteesta valittiin korvaava tila.

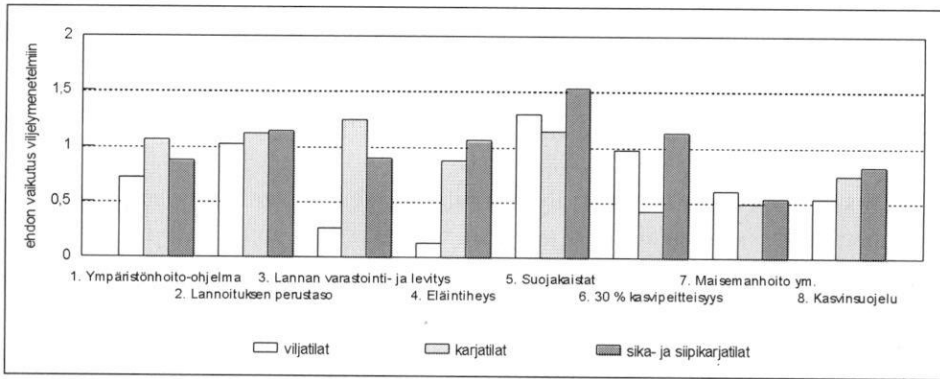
Kyselylomake oli jaettu kuuteen osioon. Kysymykset olivat suunniteltu vastaajan mukaan ja esim. perustukeen osallistuville oli eri kysymyksiä kuin perustukeen osallistumattomille, karjatilalliset puolestaan vastasivat joukkoon eri kysymyksiä kuin viljanviljelijät jne. Osioiden kysymysten sisältö oli seuraava:

- Osio I. Viljelijän ja tilan taustatiedot
 - tilan sijainti
 - päätuotantosuunta
 - viljelijän ammattikoulutus
 - tietoja tilan viljelymenetelmistä, mm. kasvinsuojelusta sekä lannan- ja puristenesteen varastoinnista
- Osio II. Viljelijän mielipide ympäristötuen ehtojen toteutettavuudesta ja vaikuttavuudesta ympäristön laatuun
- Osio III. Ympäristötuen perustukeen osallistuminen vuonna 1995
 - perustukeen osallistumisen vaikutus viljelymenetelmiin, mahdollisesti tarvittavat lisäinvestoinnit
 - pysyminen perustuessa ja osallistuminen erityistukiin
- Osio IV. Tiedonsaanti ympäristötuesta
- Osio V. Tilan tuotannon jatkamissuunnitelmat
- Osio VI. Viljelijän ympäristöasenteet
 - asennekysymyksiä maataloudesta, ympäristöstä ja maatalouspolitiikasta.

Viljelijäkysely onnistui hyvin eikä vastauksien saaminen tuottanut ongelmia. Puhelinhaastattelijat tallensivat aineiston, joka myöhemmin tarkistettiin ja puhdistettiin tallennusvirheistä. Aineistoon yhdistettiin tämän jälkeen IACS-rekisteristä kuhunkin tilaa liittyviä taustamuuttujia, kuten yksityiskohtaiset viljelypinta-alat, tilalle vuonna 1995 maksettu perus- sekä erityistuki. Aineiston tilastollinen analyysi suoritettiin SAS 6.11 -ohjelmistolla.

4.2. Perustuen ehtojen vaikuttavuus viljelytoimenpiteisiin

Kyselyyn vastanneita viljelijöitä pyydettiin vastaamaan yhdestä viiteen olevan skaalan mukaan, kuinka paljon perustuen ehdot muuttivat viljelytoimia vuonna 1995. Ehdon vaikuttavuutta viljelymenetelmiin kuvattiin seuraavasti: Ehto aiheutti viljelytoimissa: 0 = ei lainkaan, 1 = vähän, 2 = jonkin verran, 3 = paljon,



Kuvio 8. Viljelijöiden näkemys perustuen ehtojen vaikuttavuudesta viljelytoimiin.

tai 4 = hyvin paljon muutoksia. Kuvion 8 pylväät kuvaavat vastauksien keskiarvoa kullekin perustuen ehdolle.

Vastauksien keskiarvo vaihtelee välillä 0 ja 2,5 eikä perustuki aiheuttanut viljelijöiden näkemyksen mukaan radikaaleja muutoksia viljelytoimissa. Kasvinviljelyssä suurimmat muutokset katsotaan aiheutuvan lannoituksen perustuen noudattamisesta ja suojakaistojen perustamisesta. Ympäristöhoito-ohjelmien teko muutti myös hieman viljelymenetelmiä. Karjatililla lannan levitykselle ja varastoinnille asetetut ehdot vaikuttivat eniten tuotantomenetelmiin. Lohko-kohtaisen kirjanpidon ja lannoituksen vähintään 10 % alentamisvaatimuksen myötä vuosina 1996-1999 lannoituksen perustasoehdon merkitys tulee todennäköisesti kasvamaan.

4.3. Perustuen taloudellinen merkitys

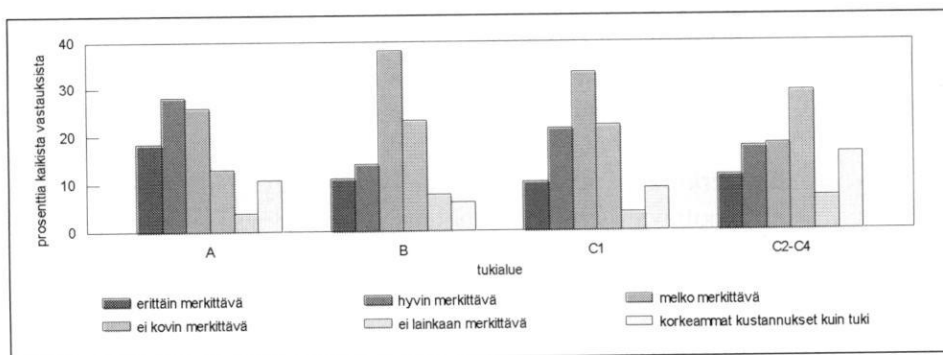
Kuviossa 9 on raportoitu vastaukset, jotka saatiin perustukeen osallistuvilta viljelijöiltä kysymykseen ”Mikä on saamanne ympäristötuen perustuen merkitys tilanne taloudelle ottaen huomioon ehtojen noudattamisesta aiheutuvat tulonmenetykset?”. Vastausvaihtoehdot olivat seuraavat:

- erittäin merkittävä (perustuki on edellytys viljelyn jatkamiselle)
- hyvin merkittävä (perustuki muodostaa merkittävän osan maatalouden tuloista)
- melko merkittävä (perustuki parantaa hieman tilan taloudellista asemaa)
- ei kovin merkittävä (perustuki ei paranna merkittävästi tilan taloutta)

- ei lainkaan merkittävä (perustuki ei paranna lainkaan tilan taloutta)
- saadun perustuen jälkeenkin ehtojen noudattaminen heikentää tilan taloudellista tulosta

Perustuen taloudellinen merkitys on viljelijöiden mukaan erityisen tärkeä A-tukialueella, jossa lähes 50 % viljelijöistä toteaa perustuen olevan joko ”erittäin tärkeä” tai ”melko tärkeä”. Lähes viidennes A-alueen viljelijöistä toteaa perustuen olevan edellytys viljelyn jatkamiselle. Muilla tukialueilla vastaava osuus on noin kymmenes. Perustuen taloudellinen merkitys alenee kohden pohjoisempia tukialueita, ja C2 - C4 alueilla jo yli 15 % perustukeen osallistuvista viljelijöistä oli sitä mieltä, että saadun tuenkin jälkeen perustuen ehtojen noudattaminen heikentää tilan taloudellista tulosta. Kaikkiaan voidaan sanoa, että viljelijöiden oman näkemyksen mukaan perustukeen osallistuminen on usein taloudellisestikin järkevää. Tätä kuvastaa myös perustukeen sitoutuneiden viljelijöiden suuri määrä. Melko suuri joukko viljelijöitä on halukkaita osallistumaan perustukeen siitäkkin huolimatta, että perustuki aiheuttaa heidän näkemyksensä mukaan tilalle nettokustannuksia. Osa viljelijöistä saattaakin arvostaa ympäristön huomiointia niin paljon, että he ovat valmiita hyväksymään nettokustannuksia ympäristön laadun parantamiseen tähtäävistä viljelytoimista.

Viljelijöiden näkemys perustuen taloudellisesta tärkeydestä vaihtelee selvästi tukialueesta riippuen. Toisaalta samankin tukialueen tilojen viljelijät pitävät perustuen taloudellista merkitystä hyvin erilaisena. Tukialueittaisten erojen selitys on luonnollinen, koska tukisummatkin vaihtelevat melko voimakkaasti tukialueesta riippuen. Sen sijaan tukialueen sisäinen vaihtelu kertoo mm. siitä, että perustuen ehtojen toteuttamisesta aiheutuvat kustannukset vaihtelevat tilojen välillä.



Kuvio 9. Viljelijöiden mielipide perustuen merkityksestä taloudelle.

Taulukko 3. Viljelijöiden odotuksia perustuen aiheuttamista investoinneista.

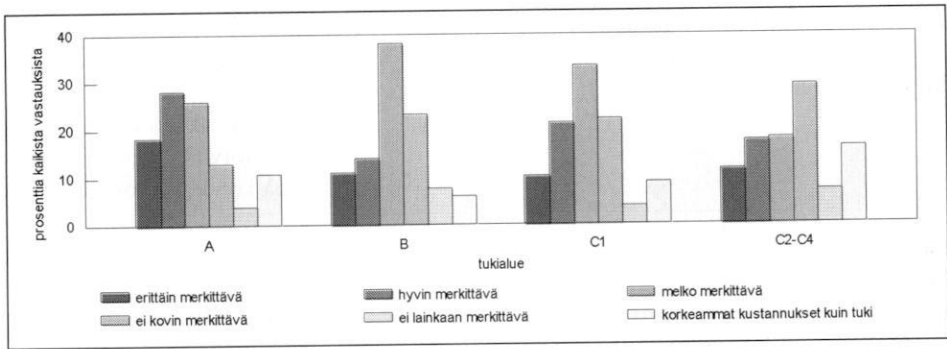
Investointikohde	Investointitarpeen yleisyys	Keskimääräinen investointitarve mk	
		investoivaa tilaa kohden	kaikkia tiloja kohden
<i>Laidunkarja-, sika ja sekatuotantotilat:</i>			
Lantalan laajennus	40 %	59 000	23 000
Lantalan rakennus	18 %	48 000	8 600
<i>Laidunkarja- ja sekatuotantotilat:</i>			
Puristenestevaraston rakentaminen	12 %	16 500	2 000
<i>Peltoviljelytilat:</i>			
Kasvinsuojeluruiskun uusiminen	26 %	12 000	3 100

Ympäristötuen perustuen ehdoista aiheutuvien investointien vaikutus tilojen taloudelle on tärkeä osa perustuen tilataloudellisia vaikutuksia. Kysyttäessä viljelijöiltä ”Aiheuttaako ympäristötuki tilallanne joitakin investointeja?”, saatiin vastauksina perustuen aiheuttavan lisäinvestointeja 29 %:lle peltoviljelytiloista, 64 %:lle laidunkarjatiloihin, 57 %:lle sikatiloista, ja 58 %:lle sekatuotantoa harjoittavista tiloista. Vastaukset osoittavat esim. karjatilojen jo aiemminkin todetun investointitarpeen.

Taulukossa 3 on viljelijöiden oma arvio perustuen vaatimista investoinneista omalla tilallaan. Sarake ”Investointitarpeen yleisyys” kuvaa, kuinka suuri osa tiloista olettaa tarvittavan lisäinvestointeja. Tulosten mukaan lantalan laajennus on suurin yksittäinen investointitarve, ja se on odotettavissa 40 %:lla laidunkarja-, sika- ja sekatuotantoa harjoittavista tiloista. Keskimääräinen investointi laajennukseen olisi lähes 60 000 mk. Peltoviljelyä harjoittavat tilat odottavat keskimäärin hieman yli kolmen tuhannen markan investointeja kasvinsuojeluruiskun uusintaan tai kunnostukseen, keskimäärin tehtävä investointi olisi 12 000 mk.

4.4. Perustuesta poisjäännin motiivit

Perustukeen osallistumattomien viljelijöiden osallistumattomuuden motiivit on raportoitu kuviossa 10. Perustukeen kuulumattomista laidunkarjatiloihin noin kolmannes ilmoitti poisjäämisen syyksi perustuen ehtojen täyttämisestä aiheutuvan investointitarpeen. Vastaavasti noin kolmannes perustukeen kuulumattomista sika- tai siipikarjatiloihin ilmoitti poisjäämisen syyksi vähimmäisvaatimuksen lannanlevitysalalle. Viljailoilla suojakaistojen perustamisvaatimus, investointitarve ja tiedon puute ympäristötuesta olivat yleisimmät ilmoitetut perustuesta poisjäämisen syyt.



Kuvio 10. Perustuen osallistumattomuuden motiivit.

4.5. Tiedonsaanti ympäristötuesta

Suurin osa niin perustukeen osallistuneista kuin osallistumattomistakin viljelijöistä koki saaneensa riittävästi tietoa ympäristötukijärjestelmästä ennen tukihakemusten jättöä vuonna 1995. Noin 2/5 viljelijöistä olisi kaivannut lisätietoa päätöstänsä varten (taulukko 4).

Taulukko 4. Viljelijän mielipide tiedonsaannista ympäristötuesta ennen tukihakemusten jättöä.

Tila oli vuonna 1995:	Tiedonsaanti ennen tuen hakemista oli:	
	riittävä	riittämätön
Mukana perustuessa	61 %	37 %
Ei mukana perustuessa	58 %	41 %

Taulukko 5. Viljelijän mielipide tärkeimmästä tietolähteestä perustukea koskien.

Tietolähde	luokiteltu tärkeimmäksi %
Maaseudun EU-opas (Käytännön maamiehen liite)	21,4
Ympäristötuen hakuohjeet	22,1
Ammattilehdistö (Maaseudun Tulevaisuus ym.)	33,3
Kunnan viranomaiset	9,3
Neuvontajärjestöt	4,9
Tuottajajhdistys	2,6

Maaseudun Tulevaisuus -lehti oli kolmannekselle viljelijöistä tärkein tiedon-
saantikanava ympäristötuesta. Seuraavaksi tärkeimmät tietolähteet olivat MMM:n
ympäristötuen hakuohjeet ja Käytännön maamiehen EU-opas (taulukko 5).

5. Yhteenveto

EU:n asetuksen 2078/92 mukaisen maatalouden ympäristötukijärjestelmän pe-
rustaminen Suomeen toi maatalouden ympäristöpolitiikkaan joukon uusia kei-
noja. Ympäristötukijärjestelmän taustalla on maatalouspolitiikan ”ympäristö-
vaikutusten” huomaaminen ja yleisesti tunnustettu tarve maatalous- ja ympäristö-
politiikan integroimiseen. Tukijärjestelmän tehtävä on kannustaa viljelijöitä siir-
tymään aiempaa ympäristöystävällisempien tuotantomenetelmien käyttöön kor-
vaamalla heille muutoksen aiheuttamat kustannukset ja tulonmenetykset.

Suomessa EU:n ympäristötukiasetuksen toimeenpano toteutetaan viisivuoti-
sena ympäristötukijärjestelmänä, jolle antavat puitteet EU:n ympäristötukiasetus
ja Suomen ja EU:n liittymissopimus. Suomen maatalouden ympäristötuki-
järjestelmän runko koostuu perustukijärjestelmästä ja erityistukitoimenpiteistä.
Perustukijärjestelmä on kaikille viljelijöille tarkoitettu yleinen tukijärjestelmä,
johon osallistuminen edellyttää ns. perustuen viljelyehtojen noudattamista
viljelyssä. Perustuki on porrastettu tukialueittain ja viljelykasveittain. Erityis-
tukimuodot ovat perustukea tarkemmin kohdennettuja, ja niitä myönnetään tiet-
tyjen ympäristön laatuun positiivisesti vaikuttavien hankkeiden toteuttamiseen.

Viljelijät osallistuivat perustukeen odotettuakin enemmän ja yhteensä n.
80 000 tilaa eli 82 % kaikista tiloista teki keväällä 1995 sopimuksen perustuen
ehtojen noudattamisessa. Keskimääräinen osallistumisprosentti perustukeen oli
korkein (89 % tiloista) A-tukialueella. Tukialueilla B - C4 osallistumisprosentti
vaihteli 73 % (C4) ja 83 % (C2 alueet) välillä. Ympäristötuen perustuen ehtoja
noudattavan viljelyn piirissä olevan peltoalan määrä kuvaa perustuen kattavuut-
ta osin paremmin kuin tukijärjestelmään osallistuvien viljelijöiden lukumäärä.
A-tukialueella vain noin 4 % (n. 15 800 ha) viljelymaasta ei kuulu perustuen
ehtoja noudattavan viljelyn piiriin. Perustuen ulkopuolelle A-tukialueella jää-
neiden tilojen keskipinta-ala on noin 12,2 ha, kun vastaavasti perustuessa muka-
na olevien tilojen keskipinta-ala samalla alueella on noin 32,7 ha. Koko maassa
n. 90 % peltoalasta viljellään perustuen ehtoja noudattaen, joka on hieman alku-
peräistä tavoitetta 87 % kattavuudesta enemmän.

Ympäristötukijärjestelmän tilataloudellisten vaikutusten selvittäminen edel-
lyttää tarkkaa tietoa perustuen aikaan saamista tuloista ja kustannuksista. Tulo-
komponentin selvittäminen ei tuota hankaluuksia, mutta perustuen ehtojen nou-
dattamisesta aiheutuvien kustannusten yksityiskohtainen selvittäminen on vai-
keaa. Tarkkoja lukuja perustukeen osallistumisen tilakohtaista kustannuksista ei
ole käytettävissä, mutta esim. ympäristötukiohjelmassa arvioitiin, että perustukeen

osallistumisen kustannukset (ANON. 1994) ovat A-tukialueella 400 - 800 mk/ha, B-tukialueella 300 - 600 mk/ha, ja C-alueilla 100 - 200 mk/ha. Todelliset kustannukset vaihtelevat myös tuotantomuodon mukaan, mutta muutoin arviot lievenvät lähellä todellisia kustannuksia. Ympäristötuen taloudellisia vaikutuksia selvitetään yksityiskohtaisemmin MTTL:ssä suunnitteilla olevassa tutkimushankkeessa. MTTL:n kirjanpito-aineiston perusteella tutkimuksessa arvioitiin, että perustuen merkitys tilojen taloudelle on erityisen merkittävä A-tukialueella, ja että merkitys alenee pohjoiseen mentäessä. Taloudellinen merkitys on todennäköisesti alhaisin karjatiloilta.

Perustuen rahoittamiseen kului vuonna 1995 odotettuakin laajemmasta osallistumisesta johtuen 1 331 milj. mk eli lähes 95 % koko ympäristötukijärjestelmän rahoituksesta. Kaikkiaan ympäristötukijärjestelmän rahoitukseen kului 1 408 milj. mk, joista puolet on suoraan kansallisesta budjetista maksettavia varoja ja puolet EU:n budjettivaroja. Ympäristötuen erityistukiin kului vuonna 1995 yhteensä noin 80 milj. mk. Suurin tukikohde oli luonnonmukaisen tuotannon tai siihen siirtymisen tuki, johon käytettiin yhteensä 36 milj. mk. Luomutuotantoa harjoitettiin vuonna 1995 noin 25 000 hehtaarin alalla, ja yli 30 000 hehtaaria oli siirtymäkauden tuotannossa.

MTTL:n keväällä 1996 tekemällä kyselyllä kerättiin tietoa niin perustukeen osallistuvilta kuin sen ulkopuolelle jääneiltäkin tiloilta. Kyselyssä kävi ilmi, että viljelijöiden oman mielipiteen mukaan perustuen ehtojen katsotaan aiheuttavan kasvinviljelyssä suurimmat muutokset lannoituksen perustuen noudattamisesta ja suojakaistojen perustamisesta. Karjatiloilta lannan levitykselle ja varastoinnille asetetut ehdot vaikuttivat eniten tuotantomenetelmiin.

Kyselyssä kävi myös ilmi, että perustuen taloudellinen merkitys on viljelijöiden mukaan erityisen tärkeä A-tukialueella, jossa lähes 50 % viljelijöistä toteaa perustuen olevan joko ”erittäin tärkeä” tai ”melko tärkeä”. Lähes viidennes A-alueen viljelijöistä toteaa perustuen olevan edellytys viljelyn jatkamiselle. Perustuen taloudellinen merkitys alenee kohden pohjoisempia tukialueita, ja C2 - C4 alueilla jo yli 15 % perustukeen osallistuvista viljelijöistä oli sitä mieltä, että saadun tuenkin jälkeen perustuen ehtojen noudattaminen heikentää tilan taloudellista tulosta. Viljelijöiden mukaan perustuki aiheuttaa lisäinvestointeja 29 %:lle peltoviljelytiloista, 64 %:lle laidunkarjatiloilta ja 57 %:lle sikatiloista. Lantalan laajennus on suurin yksittäinen investointitarve, ja se on odotettavissa 40 %:lla laidunkarja-, sika- ja sekatuotantoa harjoittavista tiloista. Keskimääräinen investointi laajennukseen olisi lähes 60 000 mk. Peltoviljelyä harjoittavat tilat odottavat keskimäärin hieman yli kolmen tuhannen markan investointeja kasvinsuojeluruiskun uusintaan tai kunnostukseen, keskimäärin tehtävä investointi olisi 12 000 mk.

Perustukeen kuulumattomista laidunkarjatiloilta noin kolmannes ilmoitti poisjäämisen syyksi perustuen ehtojen täyttämistä aiheuttavan investointitarpeen. Vastaavasti noin kolmannes perustukeen kuulumattomista sika- tai siipikarja-

tiloista ilmoitti poisjäämisen syyksi vähimmäisvaatimuksen lannanlevitysalalle. Viljatiloilta suojakaistojen perustamisvaatimus, investointitarve ja tiedon puute ympäristötuesta olivat yleisimmät ilmoitetut perustuesta poisjäämisen syyt.

Suurin osa niin perustukseen osallistuneista kuin osallistumattomistakin viljelijöistä koki saaneensa riittävästi tietoa ympäristötukijärjestelmästä ennen tukihakemusten jättöä vuonna 1995. Maaseudun Tulevaisuus-lehti oli kolmannekselle viljelijöistä tärkein tiedonsaantikanava ympäristötuesta. Seuraavaksi tärkeimmät tietolähteet olivat MMM:n ympäristötuen hakuohjeet ja Käytännön maamiehen EU-opas.

Suomen maatalouden ympäristötukiohjelma on toteutunut perustuen osalta erittäin kattavasti. Erityistukimuotojen suhteen luomutuotannon suosio on jatkuvassa kasvussa, ja voidaan odottaa luomuun halutun peltoalan jopa kaksinkertaistuvan pian. Perustuelle on luonteenomaista, että isot tilat ovat olleet keskimääräistä halukkaampia osallistumaan järjestelmään. Tämä pitää paikkansa erityisesti viljatiloilta. Sika- ja kanatiloilla suuret yksikkökoot ovat kuitenkin näyttäneet johtaneen vaikeuksiin perustuen ehtojen toteuttamisessa ja poisjääntiin perustukijärjestelmästä. Karjatiloilta yleensäkin on usein hankaluuksia lannan levitykselle ja varastoinnille asetettujen ehtojen täyttämässä.

Viljelijöiden mielipiteet ympäristötukea ja perustukea kohtaan ovat melko myönteiset. Perustuen ehtojen toteuttamisen ei useinkaan katsota johtavan kohtuuttomiin muutoksiin tuotannossa. Ei myöskään voida sanoa, että viljelijöillä olisi vahvoja aikomuksia jäädä pois perustuesta. Viimeaikaiset päätökset lantaloiden rakennus- ja laajennusinvestointien tukemisesta myös kannustanevat tiloja investoimaan ehdot täyttäviin lantaloihin.

Ympäristötukijärjestelmän yhteiskunnallisen oikeutuksen ja tulevaisuuden kannalta on tietysti olennaista, millaisia tuloksia tukijärjestelmällä saadaan aikaan. Luonnossa tapahtuvien muutosten todentaminen vie aikansa, mutta yhtä lailla on merkityksellistä kuinka perustukijärjestelmä toimii viljelijöiden ympäristöasenoitumisen edistäjänä. Aiheeseen liittyvää tutkimusta on käynnistetty MTTL:ssä ja saatavien tulosten avulla voidaan arvioida, ovatko viljelijöiden ympäristöasenteet muuttuneet sen myötä kun maatalouden ympäristökysymykset ovat olleet voimakkaasti esillä sekä julkisuudessa että maatalousneuvonnassa.

Maatalous tuottaa varsinaisten tuotosten, kuten viljan, maidon ja lihan ohella myös julkishyödykkeitä. Esimerkiksi maaseutuasutuksella ja maatalousmaiseamalla on merkitystä yhteiskunnalle. Maatalouden katsotaan myös edustavan joitakin kulttuurillemme tärkeitä arvoja. Edelleen, moni suomalainen haluaa varmistaa itselleen tulevaisuudessakin mahdollisuuden käyttää kotimaisia elintarvikkeita. Maatalouden vahva rooli muunakin kuin pelkkänä ravinnon tuottajana selittää osaltaan maatalouden ”erityisasemaa” niin kansallisessa kuin kansainvälisessäkin politiikassa. Tämä maatalouden erityisasema ja maatalouden heikko kansainvälinen kilpailukyky on johtanut hintatukipolitiikkaan ja siitä seuranneisiin muihin ongelmiin kuten kannattamattomaan ylituotantoon ja

ympäristöongelmiin. Viimeaikoina on paljolti siirrytty pois tuottajahintojen tukemisesta ja alettu kanavoimaan maatalouden tuki tuotannontekijöihin kuten peltolaan kytkettynä tukena. Riippumatta tuen maksujärjestelmästä, tuen tarkoitus on edistää maatalouden kehitystä tai estää sen alasajo heikon kansainvälisen kilpailukyvyn takia. Maatalouden heikko kansainvälinen kilpailukyky ja rakenneongelmat ei ole pelkästään suomalainen ongelma vaan tilanne on jokseenkin vastaava monissa muissakin Euroopan maissa. Koska maatalous on tärkeä useille valtioille muutenkin kuin pelkästään ravinnon tuottajana, onkin kysytty eikö tulisi tuotoksen tai tuotannontekijöiden tukemisen sijaan pyrkiä maksamaan maatalouden tuottamista julkishyödykkeistä. Jos maanviljelijä saisi maksunsa esim. maatalousmaiseman ylläpitämisestä tai peltojen tuotokunnossa pitämisestä, ei esim. BUCKWELLin (1996) mukaan enää tulisikaan puhua tuesta tai tulonsiirrosta vaan maksusta julkishyödykkeen tuottamisesta. Hän vertaa tilannetta markkinahyödykkeiden kauppaan ja toteaa, että esim. parturissa käynnistä maksettu hinta ei ole tulonsiirtoa kampaamoyrittäjälle vaan maksu hänen tuottamista palveluistaan. Maanviljelijöiden tulisi hänen mukaansa myös saada korvaus tuottamistaan palveluista eikä kiertoteitse hinta- tai pinta-alatukina. Tälläisen järjestelmän käytäntöönpano on tietysti erittäin hankalaa, koska se edellyttäisi maatalouden tuottamien julkishyödykkeiden objektiivista määrittämistä ja niiden arvottamista. Viljelijöiden saamat julkishyödykemaksut saattavat kuulostaa teoreettisilta pohdinnoilta, mutta käytännössä esim. nykyinen ympäristötukijärjestelmä sisältää elementtejä, joita voitaisiin kutsua maksuksi maatalouden julkishyödyistä. Tulevaisuudessa voidaankin odottaa, että ympäristötukijärjestelmän merkitys EU:ssa kasvaa entisestään ja että ympäristötuki on muissakin kuin vuoden 1995 uusissa jäsenmaissa erittäin merkittävä osa maatalouspolitiikkaa.

Lähteet

- AAKKULA, J. 1996. Biodiversiteetti, ympäristötukijärjestelmä ja päätöksenteko. Julkaisussa: Ajankohtaista maatalouden ympäristöekonomiaa. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 205.
- BUCKWELL, A. 1996. Agricultural Economics in a Brave Liberal World. Presidential Address of VIII Congress "Redifining the Roles for European Agriculture" of the European Association of Agricultural Economics. Edinburgh, Scotland. 3.-7. Sept. 1996.
- EEC Council Regulation 797/85 on improving the effcinecy of agricultural structures.
- EEC Council Regulation 1760/87 as regards agricultural structures, the adjustment of agriculture to the new market situation and the preservation of the countryside.

- EEC Council Regulation 2078/92 on agricultural production methods compatible with the requirements of the protection of the environment and the maintenance of the countryside.
- MITCHELL, R.C. & CARSON, R.T. 1989. Using surveys to value public goods. The contingent valuation method. Resources for the future. Washington D.C.
- HANLEY, N. (ed.). Farming and the Countryside. An Economic Analysis of external costs and benefits. CAB International.
- JOHANSSON, P-O. 1993. An Introduction to Welfare Economics. Cambridge University Press.
- KUHMONEN, T., SIIKAMÄKI, J. & KERÄNEN, H. 1994. EU:n maatalouden ympäristötukijärjestelmä ja sen soveltaminen Suomessa. Suomen Aluetutkimus. Raportteja no 1.
- MMM 1994. Ehdotus Suomen maatalouden ympäristötukiohjelmaksi. Työryhmämuistio 1994:4.
- MMM 1996a. Ympäristötuen perustuki maataloilille.
- MMM 1996b. Maatalouden ympäristötuen määrärahat jaettiin. Luonnonvaralehti 10/1993.
- MMM 1996c. Maa- ja metsätalousministeriön tiedote 20.3.1996.
- MÄNTYMAA, E. Ympäristöhyötyjen arviointi contingent valuation -menetelmällä. Research reports 109. Oulun yliopisto. Pohjois-Suomen tutkimuslaitos.
- RANDALL, A. 1987. Resource Economics. An Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy. John Wiley & Son. New York.
- SIIKAMÄKI, J. 1996a. Torjunta-aineiden käytön vähentämisen arvo - Contingent valuation -tutkimus kuluttajien maksuhalukkuudesta. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja. Käsikirjoitus.
- SIIKAMÄKI, J. 1996b. Finnish Agri-Environmental Programme in Practice - Participation and Farm-level Impacts in 1995. Contributed paper in the NJF-seminar "Integration of the New EU-member States", Alnarp, Ruotsi. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Julkaisuja no 81: 83-98.
- SUMELIUS, J. 1994. Controlling non-point source pollution of nitrogen from agriculture through economic instruments in Finland. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Julkaisuja no 74.
- VARIAN, H. 1993. Intermediate Microeconomics. Norton.
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 1992. Ehdotus maaseudun ympäristöohjelmaksi. Maaseudun ympäristöohjelmatyöryhmän muistio. Työryhmän mietintö 68, 1992.
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 1995. Ympäristöohjelma 2005.

KVÄVEGÖDSLINGENS INVERKAN PÅ ENERGI- ANVÄNDNINGEN VID ENSILAGEPRODUKTION

RIKARD KORKMAN

The Effects of Nitrogen Fertilization on Energy Use in Silage Production

Abstract. The purpose of the study has been to compare energy efficiency and the use of fossile energy in different seed compositions for Finnish silage production by means of energy analysis. The two seed compositions compared were 20 kg timothy per hectare and 6 kg + 14 kg of red-clover and timothy. Production functions for the spring harvest were estimated from 30 observations from research trials during the years 1984-86 for each seed composition. These two seed compositions could relatively easily be substituted for one another in the Finnish fodder production. Energy analysis was carried out for three nitrogen price levels. In these 3 alternatives the nitrogen use was optimized for current prices, 3.58 FIM/kg, +100 % price increase 7.16 FIM/kg, and a +200 % price increase 10.74 FIM/kg. The energy optimum of the production function was developed by maximizing the net energy yield (NE) (energy output - energy input) in the cultivation system. The alternative with no nitrogen fertilization was also included in the comparison.

The results show that the energy optimum was between the economic optimums 1 and 2. If production took place at the point of energy optimum, the net energy yield would grow a little compared to economic optimum 1 and the savings in the use of fossile energy would be about 600 MJ for both seed compositions. On yearly basis this would mean energy savings for the farmland in silage production in Finland (260,700 ha) of, roughly, 156 million MJ or equivalent to about 3.3 million liters of diesel fuel per harvest.

Keywords: agriculture, energy analysis, input-output analysis, silage, energy optimum

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Den ökade miljömedvetenheten har lett till ett behov att även granska jordbruksproduktionen ur allt mångsidigare synvinklar. Jordbrukets miljöbelastning kan vara av varierande slag. Det kan vara frågan om diffusa näringsutsläpp från åkrarna som medverkar till eutrofieringen av våra vattendrag. Det kan vara fråga om monokulturers negativa inverkan på biodiversiteten, eller som i denna undersökning användningen av fossil energi inom jordbruket. Efter ratifieringen av FN:s klimatkonvention 1994 har även Finland förbundit sig att skära ner utsläppen av växthusgaser bl a koldioxid, som är förknippade med användningen av fossil energi. I juli 1996 enades FN:s klimatkonferens om att "klimatförändringen måste bekämpas med bindande internationella avtal".

SCHROLL (1994) har undersökt det danska jordbrukets energiflöde under åren 1936-1990 och konstaterar att energiavkastningen i förhållande till insatserna har försämrats samtidigt som många miljöproblem i anknytning till jordbruksproduktionen har framkommit. Han konstaterar att det är svårt att avgöra vilket förhållande mellan avkastningen och insatserna som är optimalt för det danska jordbruket. Uppenbart är dock i en situation där energiavkastningen inte är avsevärt större än de energiinsatser som används att man kan ifrågasätta om produktionen är ekologiskt hållbar. Behovet av en analys förstärks av det faktum att jordbruksproduktionen är den enda produktionssektorn vid sidan av skogsbruket som pga växternas förmåga till assimilering kunde producera energi om energiinsatserna inte gjordes alltför stora.

CLEVELAND (1995) och UHLIN (1995) når likartade slutsatser om den senaste tidens utveckling i sina undersökningar rörande jordbrukets energiförbrukning i USA 1910-1990 respektive Sverige 1956, 1972 och 1993. UHLIN (1995) konstaterar att "utvecklingen sedan 1972 är både positiv och överraskande". Trots en starkt ökad produktion, minskade areal- och arbetsinsatser har mängden tillförd hjälpenergi minskat med totalt 20 % sedan 1972. CLEVELAND (1995) konstaterar i sin tur att energins produktivitet inom jordbruket har stigit under 1980-talet p g a minskad användning av energi, en minskning i åkerarealen och större jordbruksenheter.

Jordbruket är en marginell energikonsument i förhållande till de stora energikonsumerande sektorerna; industri, uppvärmning och trafik. 1994 var den totala energikonsumtionen i Finland 31,6 Mtoe (miljoner ton oljeekvivalenter) varav jordbrukets produktionsverksamhets andel var ca 2,5 % eller 0,8 Mtoe. Den fossila energins andel av totalkonsumtionen var 69 % och 74 % om torvenergin anses vara en fossil energiform (ENERGIKATSAUS 1995).

Det är de ekonomiska realiteterna som långt styr samhället. Ett problem har varit att sammanlänka miljö och ekonomi på ett sätt som i högre grad beaktar

miljöaspekter. Sådana miljökostnader som inte beaktas av marknadsmekanis- merna kallas externaliteter. Med detta avses en sådan samhällelig kostnad eller nytta som inte inverkar på beslutsfattarens (företagsledarens) ekonomiska resultat och hon därför inte beaktar i sina ekonomiska kalkyler (BAUMOL och OATES 1988). Kostnaden för fossil energianvändning i form av klimatförändring kan ses som ett klassiskt exempel på en negativ externalitet. Teoretiskt sett kan kostnaderna beaktas (internaliseras) genom att beskatta den miljöskadliga produktionen med så kallad Pigou-skatt (miljöskatt), som motsvarar den skada som åsamkas samhället. Inom den neoklassiska företagsekonomiska teorin används begreppet alternativkostnad för att beskriva den intäkt som produktionsresursen kan tjäna in om man använder den på bästa möjliga sätt, dvs maximerar vinsten. Detta möjliggör även att inom ramen för den företagsekonomiska teorin jämföra kostnaden för ett produktionsalternativ som beaktar miljöaspekter med det som uppfyller kraven om vinstmaximering.

Enligt en strikt tolkning av termodynamikens lagar förorsakar produktions- verksamhet dock alltid negativ extern påverkan och strävan till att eliminera alla utsläpp innebär därför att produktionen borde läggas ner helt och hållet. I de flesta fall är detta inget gott alternativ för samhället (PEARCE och TURNER 1990). Därför blir samhällets uppgift att hitta en balans där nyttan som erhålls från produktionen är så stor som möjligt och skadorna så små som möjligt.

1.2. Förutsättningarna för att minska beroendet av fossil energi inom jordbruket

Onekligen finns det en stor energiinbesparingspotential inom jordbruket som går att uppnå bl a genom valet av energisnåla odlingsteknologier och -växter. Ur den enskilda jordbrukarens synvinkel måste dock det energisnålare alternativet vara ekonomiskt sett lönsamt för att kunna antas. Ur samhällets synvinkel är det därför viktigt att man utvärderar lantbrukspolitikens betydelse för energianvändningen och att man understöder forskning och lovande ny teknologi på olika sätt (BUFFINGTON och ZAR 1977). På g a att det industriellt framställda kvävet är så energikrävande; det står för närapå en tredjedel av jordbrukets totala energiförbrukning (PIMENTEL 1992); har framförallt den biologiska kvävefixeringens förutsättningar till energiinbesparingar inom jordbruket varit föremål för rätt omfattande forskning (FORSTER och RASK 1977), (PIMENTEL m fl 1983), (ESS m fl 1994), (NGUYEN och HAYNES 1994).

FORSTER och RASK (1977) undersökte hur förändrade spannmålspriser och kvävepriser påverkar den relativa lönsamheten för majs respektive sojabönor i USA. PIMENTEL m fl (1983) jämförde energieffektiviteten i ekologisk och konventionell odling. ESS m fl (1994) undersökte hur energianvändningen och det ekonomiska resultatet sammanfaller i användningen av baljväxter som skyddssäd i majsproduktionen i Virginia, USA. NGUYEN och HAYNES (1994)

har utrett växtföljdens inverkan på energianvändningen inom ekologisk och konventionell odling på Nya Zeeland. Alla dessa undersökningar pekar på att det finns möjligheter att spara energi och att det kan ske på en sund ekonomisk grund.

1.3. Syfte

Målsättningen för detta arbete är att undersöka vilka förutsättningar det finns att spara fossil energi inom ensilageproduktionen i Finland. Klöverhaltig vallodling och timotejvallodling jämförs både ur ett ekonomiskt och energimässigt hänseende genom att simulera nuvarande kvävepriser, en miljöskatt om 100 % och 200 % för handelskväve och hur den ekonomiskt optimala lösningen inverkar på energianvändningen. Dessutom granskas ett energioptimi och hur den klöverhaltiga vallen förhåller sig till timotejvallen om kvävegödslingen uteblir helt och hållet. Dessa två växter är intressanta att jämföra med varandra pga att de långt kan ersätta varandra i foderstaten i husdjursproduktionen i vårt land. Odlingsteknologin skiljer sig inte heller nämnvärt från varandra. Ett större utnyttjande av klöverns förmåga att fixera kväve direkt ur luften kunde möjliggöra märkbara energimässiga inbesparingar. Ensilagearealen var 1993 ca 15 % (260 700 ha) av den totala ibrukvarande odlingsarealen (1 784 000 ha) (MAATILASTOLLINEN AIKAKAUSKIRJA 1995). Redan en liten inbesparing på gårdsnivå kan därför åstadkomma förhållandevis stora inbesparingar på samhällsnivå.

Undersökningen strävar till att ge svar på bl a följande forskningsproblem:

- Hur inverkar kvävepriset på den ekonomiskt optimala kvävegivan och hur påverkar detta energiutbytet och valet av odlingsväxt i klöverhaltig- och timotejvallodling?
- Hur förhåller sig den ekonomiskt optimala lösningen till den energimässigt optimala lösningen?
- Vilken betydelse har de övriga produktionsinsatserna för energins avkastnings/insatsförhållande?

Forskningshypotesen är:

- Stigande kvävepriser har liten inverkan på användningen av handelskväve, uttagna skördemängder och valet av odlingsväxt p g a hög marginalnytta.
- Stigande kvävepriser har en liten inverkan på skillnaden i energiutbytet p g a ovanstående forskningshypotes.

Som grund för undersökningens forskningsdel används Heikki Hakkolas försöksserie som genomfördes åren 1984-86 i Jockis, St Michel och Ruukki i

vilken man undersökte hur ensilageskördens mängd och kvalitet var beroende av kvävegivan och fröblandningen (NÝKÄNEN-KURKI 1988).

2. Undersökningens teoretiska bakgrund

2.1. Energianalys

2.1.1. Några allmänna definitioner

De allmänna definitionerna och terminologin för energibalansberäkningar finns redovisade på svenska av TÖRNER och DRUMMOND (1995). Definitionerna i denna undersökning avviker till vissa delar från de rikssvenska och redovisas i sin helhet här nedan.

Energiskörd

Energiskörden erhålls genom att redovisa ett energivärde för den från fältet bärgade biomassan och beräknas som den bärgade biomassans torrsbstans (kg/ha) gånger biomassans energiinnehåll (MJ/kg). Energiskörden redovisas som MJ/ha.

Energiinsats

Energivärdet för ett insatsmedel inkluderar både dess energiinnehåll och energiåtgången för framställningen, t ex utvinning, förädling och distribution. Här redovisas det som summa MJ/ha. Energiinsatsen innefattar i denna undersökning de rörliga produktionsinsatserna t ex bränsle, utsäde, gödsel, konserveringsmedel och -plast. Energiinsatser förknippade med tillverkning av jordbruksmaskiner är exkluderade p g a att de antas vara fasta produktionsinsatser för gården.

Nettoenergiskörd

Energiutbytet från en viss produktionsinriktning eller nettoenergiskörden, fås genom att energiinsatsen dras ifrån energiskörden.

Energikvot, energibalans eller verkningsgrad

Ett mått på produktionens energibalans är energikvoten, som fås genom att dividera energiskörden med energiinsatsen. Ju högre denna kvot är desto bättre är produktionens energibalans.

Det kanske mest använda energimåttet är energikvoten (FLUCK 1992a) som beskriver förhållandet mellan energiskörden och -insatserna. FLUCK (1979) har dock också riktat kritik mot användningen av energikvoten. Han anser att det är svårt att jämföra olika odlingssystem med en energikvot. Bristen i energikvoten är bl a att den inte beaktar den totala användningen av fossila energiinsatser. Energitvoten kan vara hög, men den fossila energianvändningen kan också samtidigt vara hög. FLUCK (1979) föreslår därför ännu ett annat mått som han kallar energiproduktivitet (energy productivity) och som mäter skördemängden per insatt energi, kg/MJ. Energitvoten kan enligt honom med fördel användas för att utvärdera hur effektivt energin används i ett produktionssystem som producerar en viss produkt.

2.1.2. Definition av den energioptimala kvävegödslingen

Definitionen av det energioptimala insats/avkastningsförhållandet beror långt på vilka värderingar som står som grund för bedömningen. Om man granskar den energioptimala kvävegödslingen med avsikt att minimera den fossila energianvändningen ligger energioptimumet vid lägsta kväveanvändning (0 kg N). Detta säger sig självt. Om man utgår från den neoklassiska teorin, som i denna undersökning, är en naturlig utgångspunkt att förhållandet mellan energiinsatser och energiskörd är sådant att man erhåller det maximala energimässiga utbytet.

Av energimåttet möjliggör nettoenergitvoten en sådan granskning. Genom att derivera nettoenergitvoten (NE) med avseende på kvävegödslingsinsatsen (X) kan man bilda sig en uppfattning om hur energitvoten beror av kvävegödslingsnivån. Punkten där energitvoten är som störst kan därför uttryckas som:

$$dNE/dX=0 \quad (1)$$

dvs nettoenergitvotens derivata med hänsyn till kvävegödsling är lika med noll.

2.1.3. Beräkningsunderlag och metod för energianalysen

PIMENTEL (1980) har uppgjort energibudgeter eller -analyser för ett antal olika jordbrukssystem. Även i Sverige har man nyligen (TÖRNER och DRUMMOND 1995) uppgjort energibalanser för tio gårdar. Den allmänna metodologin för att genomföra energianalysen kan enligt FLUCK (1992a) indelas i följande skeden: 1. gränserna för energianalysen fastslås 2. alla energiinsatser som överskrider gränsen, direkta eller indirekta identifieras och kvantifieras 3. produktionsinsatsernas fossila energiinnehåll fastslås 4. produktens energiinnehåll fastslås 5. energitvoten fastslås och 6. energianalysens resultat tillämpas.

PIMENTELS (1980) energibudgeter står som modell i denna undersökning. Beräkningsgrunden skiljer sig dock i det avseendet att energikostnaden för tillverkningen av maskinerna är exkluderad. Avsikten är att enbart betrakta de rörliga, växtvisa energikostnaderna. Maskinerna finns på gården i vilket fall som helst och kan inte inbesparas vid ett växtbyte. Arbetskraften ingår inte heller som en kostnadspost, utan granskningen gäller uttryckligen den fossila energins användning.

Tabell 1. Ett sammandrag över uppgifter erhållna från olika källor om produktionsinsatsernas energiinnehåll i vallodlingen, dvs frövaran, gödsel, konserveringsmedel, konserveringsplast och traktorarbete. Energiinsatserna uppges i MJ. Om uppgifterna i källan uppgivits i kWh har dessa omräknats till MJ genom att multiplicera med 3.6. Fördelningen mellan de olika skedena i livscykeln i de olika källorna uppges om de finns att tillgå. Om de ingår men fördelningen inte är specificerad utmärks detta med ett +. Om skedet i livscykeln inte ingår utmärks detta med ett -. Oklara fall utmärks med ett ?.

Insatsmedel	Produktion MJ/kg	Förpackning MJ/kg	Transport MJ/kg	Användning MJ/kg	Totalt MJ/kg	Källa
Klöver-gräsv.	+	+	+	-	92,9*	Börjesson 1994
Rödklöver	+	+	+	-	157,4	Heichel 1980
Timotej	+	+	+	-	45,4*	Heichel 1980
Kväve, N	+	+	+	-	43,2	Bertilsson 1992
"	?	?	?	?	69,1	Betänkande 1981
"	69,5	2,6	4,5	1,6	78,1*	Mudahar & Hignett 1987
(ammonium)					32-35	EFMA 1995
(urea prill.)	79,5	-	-	-	79,5	Madison 1987
(urea granul.)	76,1	-	-	-	76,1	Madison 1987
Fosfor, P	+	+	+	-	15,8	Böckman 1991
"	?	?	?	?	6,5	Betänkande 1981
"	7,7	2,6	5,7	1,5	17,4*	Mudahar & Hignett 1987
Kalium	+	+	+	-	5,0	Böckman 1991
"	?	?	?	?	1,8	Betänkande 1981
"	6,4	1,8	4,6	1,0	13,7*	Mudahar & Hignett 1987
Konserv. medel, MJ/l	+	-	-	-	29,2*	Saari 1995
Konserv. plastm, MJ/kg	+	+	+	-	99,7*	Fluck 1992
Dieselbränsle, MJ/l	9,1	-	-	-	47,8*	Cervinka 1980
"	+	+	+	-	41,8	Andersson 1981
"	?	?	?	?	35,6	Betänkande 1981

Tabell 2. Skördeprodukternas energiinnehåll angivet som ME/kg torrsubstans.

Skördeprodukt	Energivärde	Källa
Timotejvall	10,7-10,8 MJ	Tuori m fl 1995
Klövervall	10,8 MJ	Tuori m fl 1995

De energiposter som åtgår vid produktionen av den enskilda växten medtas. Energin kan uppdelas i direkt och indirekt. Till den indirekta energin räknas den fossila energi som används för att framställa, förpacka och transportera de olika produktionsinsatserna. Framförallt transporternas andel är svår att beräkna för alla insatser. I tabell 1 framgår vilka poster som ingår. Den direkta energin innefattar den fossila energi som åtgår för de olika arbetsskedena på gården. För en uppskattning av dessa används Arbetseffektivitetsföreningens normer för arbetsåtgången vid olika arbetsskeden (PALONEN och OKSANEN 1993).

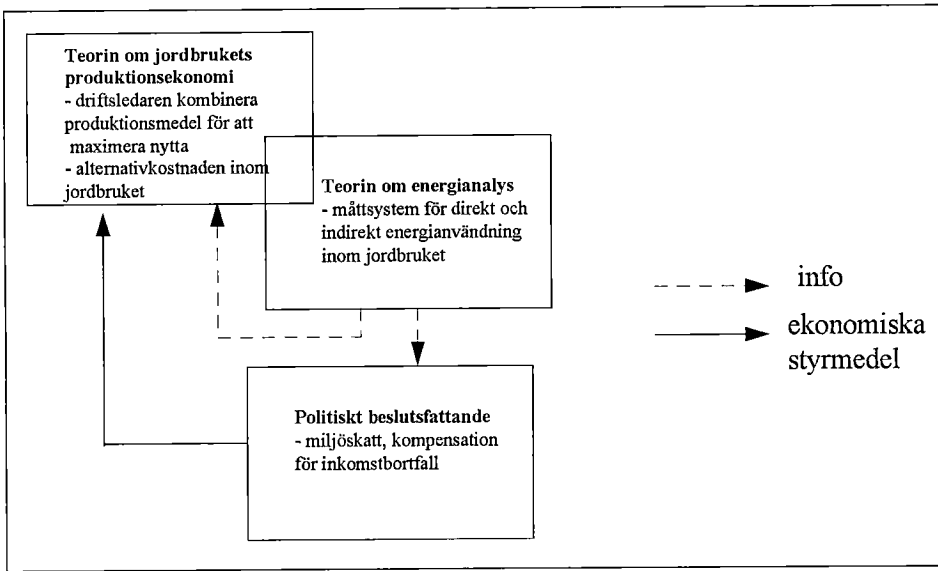
För gödselmedlens del bör noteras att det krävs 1,14 MJ/kg extra energi för att producera granulerade gödselblandningar t ex NPK i jämförelse med tillverkningen av enskilda gödselmedel (HELSEL 1992).

I energianalysen har jag använt de värden som är utmärkta med*. För gödselmedlens del är energin som åtgår för spridningen borträknad och istället har användningen av dieselbränsle beaktats.

Energiskörd erhålls genom att redovisa ett energivärde för den från fältet bärgade biomassan. Som måttstock i undersökningen används den metaboliska energin, (fi. muuntokelpoinen energia) ME som erhålls från skörden. Detta beskriver den del av energin som kommer husdjuren till nytta från ifrågasvarande foder. Skillnaderna i den klöverhaltiga- och timotejvallens energiinnehåll är obetydlig. Det är dock bra att hålla i minnet att energiinnehållet ensamt inte ger en fullständig bild av fodervärdet, som påverkas även av fodrets andra egenskaper. Energiskörden har också behandlats av FLUCK (1992b).

2.2. Teoretisk referensram

Med hjälp av energianalys uppmäts hur mycket energiutbytet och den fossila energiförbrukningen skiljer sig för två konkurrerande fröblandningar i ensilageproduktionen som förhållandevis enkelt kunde ersätta varandra. Den teoretiska referensramen finns schematiskt framställd i Figur 1. Med hjälp av energimåtten är det möjligt att göra bedömningar av alternativkostnaden som är förknippad med odlingen av ifrågasvarande växt. Utgångspunkten för undersökningen är att energisparande är eftersträvanvärt även inom jordbruket. Informationen om energiutbytet och den fossila energianvändningen möjliggör uppskattningar om ensilageproduktionens fossila energiinbesparingspotential. Denna information



Figur 1. Undersökningens teoretiska referensram.

kan fungera som stöd vid samhälleligt beslutsfattande som syftar att på att öka jordbrukets energieffektivitet och hur den enskilda jordbrukaren kan kompenseras för eventuella förluster.

3. Forskningsdel

3.1. Presentation av det empiriska materialet

Det empiriska materialet härstammar från fältförsök som genomfördes åren 1984-85 vid Södra Savolax forskningsstation i St Michel och Norra Österbottens försöksstation i Ruukki (NYKÄNEN-KURKI 1988). Till försökserien hörde ytterligare försök genomförda vid Jockis växtodlingsavdelning 1985-86. Med hjälp av fältförsöken undersöktes den optimala skördetidpunkten för både vår- och höstskörd för olika timotej/rödklöver sammansättningar och kvävegivor på ensilagevallen.

Försöksfaktorerna var 1) rödklöver, 14 kg/ha 2) rödklöver+timotej, 14+6 kg/ha 3) rödklöver+timotej, 6+14 kg/ha och 4) timotej 20 kg/ha. Kvävegödselgivorna var 0, 50, 100 kg/ha per skörd. Försöken hade två upprepningar.

I denna undersökning granskas kvävegödslingens inverkan på vårskörden för den klöverhaltiga vallen (rödklöver+timotej, 6+14 kg/ha) och timotejvallen (timotej 20 kg/ha). På att man i resultatbearbetningen i den ursprungliga

undersökningen gått in för att använda sig av ett medeltal av upprepningarna är försöksobservationernas antal endast 30 st per utsädesblandning (10 försök, 3 gödselgivor istället för möjliga 60 st per utsädesblandning.

I försöken användes som timotejsort Tarmo och som rödklöversort Tapa. Vallen anlades genom insådd med korn som skyddsäd våren 1983 i St Michel och Ruukki. Vallen övervintrade så dåligt i Jockis 1983/84 att försöken grundades på nytt våren 1984. P g a detta är skördeåren för Jockis 1985-86. Skörden har angetts som färskskörd i kalkylerna. I beräkningarna om skördens energiinnehåll används dock genomgående torrskörd. Som torrskörd beräknas 21 % av färskskörden.

Kvävegödslingen fungerade som försöksfaktor. Dessutom gödslades försöksfälten med 400 kg/ha per skörd spårämnes-PK-gödsel. Med den gödslingen erhöll växtbestånden 8 kg N/ha per skörd, 32 kg P/ha per skörd och 60 kg K/ha per skörd.

Skördetidpunkten var i slutet av juni, eller i början av juli när växttiden var ca 60 dygn. Denna skördetidpunkt visade sig vara optimal för vårskördens del.

3.2. Analyismetoder

3.2.1. Undersökningens uppbyggnad

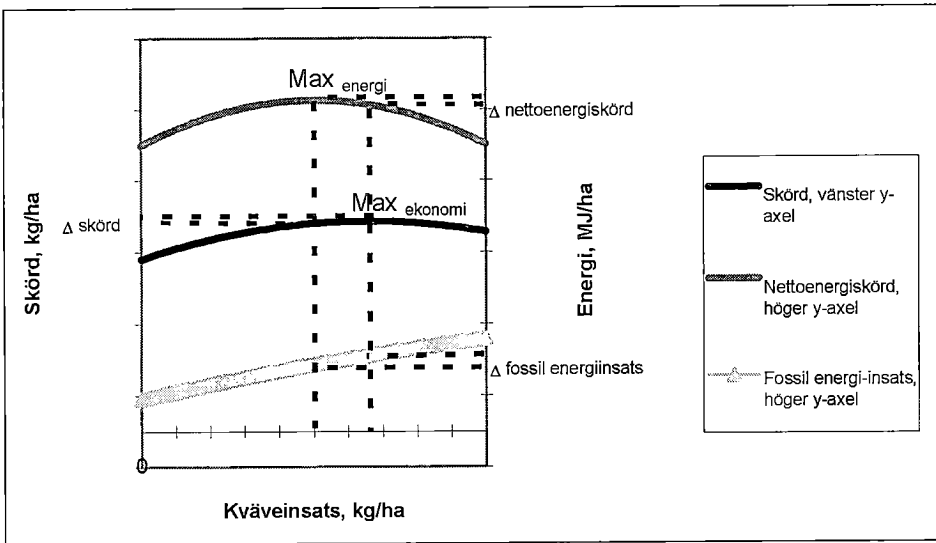
Med hjälp av regressionsanalys är det möjligt att estimerar produktionsfunktionen för respektive växt, dvs i detta fall skördens beroende av kvävegödslingen. Den ekonomiskt optimala kvävegödslingsnivån beräknas för båda växterna för 3 olika kvävepriser:

- *Ekonomiskt optimum 1: nuvarande kvävepris*
- *Ekonomiskt optimum 2: en förhöjning av kvävepriset om 100 %;
7,16 mk/kg*
- *Ekonomiskt optimum 3: en förhöjning av kvävepriset om 200 %;
10,74 mk/kg*

Dessa olika alternativ omnämns i texten som ekonomiskt optimum 1, 2 och 3.

Kvävepriset har uträknats utgående från priset på Finlandssalpeter (26-0-1) (gick tidigare under namnet Ulesalpeter) som i juli 1996 var 0,93 mk/kg. På basen av detta fastslogs kvävepriset till 3,58 mk/kg. Ensilagets pris har beräknats utgående från kornpriset som i juli 1996 var 0,76 mk/kg, enligt formeln: $0,21 \text{ fe/kg} / 1,00 \text{ fe/kg} \times 0,76 \text{ mk/kg} = 0,16 \text{ mk/kg}$.

För dessa olika ekonomiska optimipunkter genomförs sedan en energianalys för att fastslå 1) energikvoten, som beskriver energiavkastningens förhållande till användningen av energiinsatser, ju större energikvot desto större verkningsgrad för den i produktionssystemet insatta energin. 2) nettoenergin i skörden



Figur 2. Grafisk presentation av skillnaderna mellan ekonomiskt- och energi-optimum.

som beskriver skillnaden mellan energiavkastningen och energiinsatserna och 3) fossila energianvändningen fastslås genom att addera produktionsinsatsernas energiinnehåll. Som energistorhet används genomgåenden SI-systemets megajoule, MJ.

Energianalysen genomförs också för ett energioptimum. Energioptimum 1 står för den punkt där nettoenergiskörden är som störst. Dessutom granskas ett ekologiskt alternativ där kvävegödslingen uteblir helt och hållet. Alternativet betecknas som 0 kg N.

Till sist uppgörs även en enkel täckningsbidragsanalys för respektive växt. Intäkterna exkluderar stöd. Resultat 1 (TB 1) är intäkter minus rörliga kostnader.

3.2.2. Regressionsanalys

Med hjälp av regressionsanalys strävar man till att uttrycka sambandet mellan en eller flere oberoende eller förklarande variabler och den beroende eller förklarade variabeln. Den variabel som man vet eller antar att inverkar på en annan variabel betecknas ofta inom regressionsanalys med x , och den andra som bestäms av x -variabeln betecknas med y (RANTA m fl 1989).

Vid regressionsanalys söker man den funktion som antas beskriva hur den beroende variabeln varierar som en följd av att den oberoende variabeln varierar. Formen på funktionen har naturligtvis en stor betydelse för hur y beror av x .

Inom lantbruksekonomin är det många gånger svårt att avgöra vilken funktionsform som bäst beskriver forskningsmaterialet som kan vara behäftat med stora årliga och växtplatsvisa variationer (HEADY och DILLON 1972). Den funktionsform som kanske använts mest för att beskriva skördemängdens beroende av kvävegödslingen är den kvadratiske funktionen (HEIKKILÄ 1980). Funktionen har följande grundform:

$$Y=a+bX+cX^2 \quad (2)$$

Y = skörd, kg/ha

X = kvävegödsling, kg N/ha

a = konstant

b, c = koefficienter

Sedan mitten på 1970-talet har dock en viss tveksamhet framkommit gällande kvadratfunktionens lämplighet i förutspående av den optimala kvävegödslingsnivån för odlingsväxter. Bland annat SUMELIUS (1993) har kommit fram till att den kvadratiske funktionsformen ofta leder till alltför höga gödselrekommendationer för kväve. Kvadratfunktionen undervärderar sänkningen av N-gödselgivan till följd av en höjning i N-priset eller en sänkning av produktpriset. SUMELIUS' (1993) undersökning gällde både korn och vårvete. För kornets del visade det sig att Mitscherlich -funktionen var den bästa funktionsformen. För vetets del var resultaten inte lika entydiga.

Till funktionsform för denna undersökning valdes i alla fall den kvadratiske funktionen. Till beslutet medverkade att ensilagevallarna inte har varit föremål för en så omfattande forskning som spannmålsväxterna och det därför är svårt att dra några avvikande slutsatser. Dessutom talade en närmare granskning av förklaringsgraden (R^2) för kvadratfunktionen.

3.2.2.1. Estimering av produktionsfunktionerna

Regressionsanalyserna genomfördes med SPSS som är ett windowsbaserat statistikprogram enligt minsta kvadratmetoden. Till först genomfördes analyserna enbart med kvävegödslingen som förklarande variabel. Det visade sig dock att förklaringsgraden blev mycket låg. Därefter medtogs dummy-variabler för försökplatsen ($K1$ och $K2$) och försöksåret ($V1$ och $V2$). Estimaterna för de olika variablerna finns redovisade i tabell 3 och 4.

Konstanten a står för linjens intercept, dvs y -koordinaten för linjens skärningspunkt med y -axeln. Regressionskoefficienten b beskriver hur variabeln x inverkar variabeln y , i detta fall hur ensilageskörden ökar när man ökar N-givan med ett kg. Koefficienten c beaktar den avtagande meravkastningen i funktionen. I tabellen står konstanten a står för grundplatsen Jockis och grundåret 1984. Med

Tabell 3. Regressionskoefficienter, t-testvärden och signifikans för den estimerade produktionsfunktionen för klöverhaltig vall.

Variabel	Estimat	T-test	Signifikans
<i>b</i>	159,69	1,893	,07
<i>c</i>	-1,22	-1,501	,15
<i>K1</i>	14422	4,987	,00
<i>K2</i>	16535	5,068	,00
<i>V1</i>	-10056	-4,077	,00
<i>V2</i>	1348	0,346	,73
<i>a</i> (konstant)	20264	5,739	,00

hjälp av dummyvariablerna elimineras de stora årliga och växtplatsvisa variationerna i den statistiska modellen. *K1* står för Ruukki, *K2* står för St Michel, *V1* står för 1985 och *V2* står för 1986. Respektive dummy visar på växtplatsen respektive årets inverkan på skördens grundnivå.

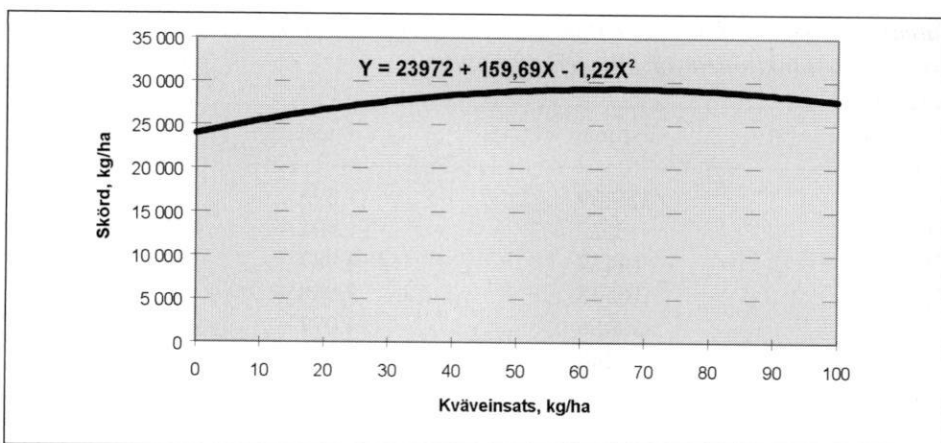
Ett representativt estimat för interceptet *a* för hela forskningsmaterialet beräknades enligt följande: $((K1 + a) + (K2 + a) + a + (V1+a) + (V2+a) + a)/6$. Som estimat för den klöverhaltiga vallen för hela samplet erhöles då $Y = 23972 + 159,69X - 1,22X^2$. För timotejvallen var motsvarande funktion $Y = 18563 + 206,55X - 1,23X^2$.

Förklaringsgraden för den klöverhaltiga vallen är 0,799 och för timotejvallen 0,854. Regressionskoefficienternas estimat är huvudsakligen statistiskt signifikanta på en signifikansnivå på 0,10 (eller 10 % risk).

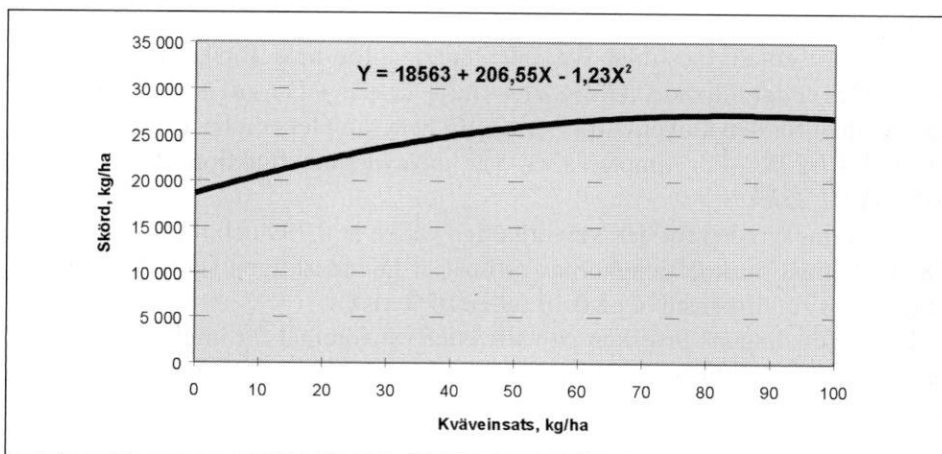
Kvävegödslingens inverkan på vallväxter var föremål för intensiv forskning på 1960- och 1970-talet, mindre på 1980-talet. I ljuset av undersökningarna har en riklig kvävegödsling en märkbar ökande inverkan på skörden. De estimerade produktionsfunktionerna i undersökningen i sin tur är förhållandevis flata

Tabell 4. Regressionskoefficienter, t-testvärden och signifikans för den estimerade produktionsfunktionen för timotejvall.

Variabel	Estimat	T-test	Signifikans
<i>b</i>	206,55	2,898	,01
<i>c</i>	-1,23	-1,796	,09
<i>K1</i>	11799	4,830	,00
<i>K2</i>	7168	2,601	,02
<i>V1</i>	-11191	-5,371	,00
<i>V2</i>	-8851	-2,687	,01
<i>a</i> (konstant)	18742	6,283	,00



Figur 3. Estimerad produktionsfunktion för klöverhaltig vall.



Figur 4. Estimerad produktionsfunktion för timotejvall.

(skördens grundnivå är hög) och väcker därför frågan om kvävegödslingen ges full rättvisa i materialet. Det är möjligt att kvävereserven i marken varit rätt hög beroende på vad som odlats tidigare i försöksrutorna.

3.2.3. Energianalys

Då man känner till produktionsförhållandena för respektive gröda och energiinnehållet för produktionsinsatserna och produkten är det möjligt att analysera energianvändningen. Skördens energiinnehåll är det samma för både klöverhaltig-

Tabell 5. Energibudgetens uppbyggnad för den klöverhaltiga vallens vårskörd.

Avkastning	Beräkningsgrund
Skörd	0,21 x skördemängd/ha x 10,8 MJ/kg
Insatser	
Utsädet	14 kg + 6 kg/ha/4 x 92,9 MJ/kg
Kväve	gödsl.mängd x 76,5 MJ/kg
Spårämnes PK	400 kg/ha x 5,0 MJ/kg
Konserveringmedel	6 liter/t x 29,2 MJ/l
Konserveringsplast	0,3 kg/t x 99,7 MJ/kg
Traktorbränsle	44,2 l/ha x 47,8 MJ/l
Totalt	
Energikvot	avkastningen/insatserna
Nettoenergiskörd	avkastningen-insatserna

Tabell 6. Energibudgetens uppbyggnad för timotejvallens vårskörd.

Avkastning	Beräkningsgrund
Skörd	0,21 x skördemängd/ha x 10,8 MJ/kg
Insatser	
Utsädet	20 kg/ha/12 x 45,4 MJ/kg
Kväve	gödsl.mängd x 76,5 MJ/kg
Spårämnes PK	400 kg/ha x 5 MJ/kg
Konserveringmedel	5 liter/t x 29,2 MJ/l
Konserveringsplast	0,3 kg/t x 99,7 MJ/kg
Traktorbränsle	39 l/ha x 47,8 MJ/l
Totalt	
Energikvot	avkastningen/insatserna
Nettoenergiskörd	avkastningen-insatserna

och timotejvall. Av produktionsinsatserna är energianvändningen i form av utsäde för den klöverhaltiga vallen 463 MJ/ha/skörd och för timotejvallens 76 MJ/ha/skörd. Skillnaderna beror på att det klöverhaltiga utsädet är ungefär dubbelt så energikrävande som timotejutsäde, men framförallt på att energiåtgången för

den klöverhaltiga vallens del har fördelats på 2 år och 2 skördar/år och för timotejvallens del fördelats på 4 år och 3 skördar/år. Den totala energianvändningen för utsädet är således 908 MJ för timotejvall och 1 858 MJ för den klöverhaltiga vallen.

Energien som åtgår till kvävegödsling beror på den ekonomiskt optimala gödslingsmängden för ifrågavarande växt. Kvävetets energiinnehåll är 76,5 MJ/kg.

Varje skörd gödslades med 400 kg spårämnes-PK-gödsel/ha (2-8-15), som innehåller 8 kg N, 32 kg P och 60 kg K per skörd och hektar, sammanlagt 1996 MJ fossil energi.

Användningen av konserveringsmedel är en aning högre hos den klöverhaltiga vallen pga högre buffertkapacitet i förhållande till timotejvallen. Den klöverhaltiga vallen använder 6 liter/ton ensilage i förhållande till 5 liter/ton för timotejvallen. Konserveringsmedlets energiinnehåll är 29,2 MJ/liter.

Tabell 7. Produktionstabell över bränsleåtgången vid ensilageframställning i Finland för en utvald maskinkedja, l/ha (PALONEN och OKSANEN 1993).

Fältoperation	Maskinkedja	Klöverhaltig vall l/ha/skörd	Timotejvall l/ha/skörd
Plöjning*, 1114	4 wd 65 kW, 3x16 växelpl.	20,2 1/4 skördar	20,2 l/12 skördar
Harvning*, 1222	4 wd 65 kW, pinnharv	6,1 1/4 skördar	6,1 l/12 skördar
Gödseltransport*, 5811	2 wd 45 kW, 1 km med släpvagn	0,5 1/4 skördar	0,5 l/12 skördar
Sådd*, 2111	2 wd 45 kW, kombis.	3,5 1/4 skördar	3,5 l/12 skördar
Vältring*, 1311	2 wd 45 kW	1,0 1/4 skördar	1,0 l/12 skördar
Gödseltransport**, 5811	2 wd 45 kW, 1 km med släpvagn	0,5 l	0,5 l
Gödsling**, 3212	2 wd 45 kW, centrifug.spr.	1,6 l	1,6 l
Skördearbete**, 4411	2 wd 45 kW, ensil.hack	23,5 l	23,5 l
Transport från åker**, 5412	2 wd 50 kW, släpvagn	4,8 l	4,8 l
Lagring**, 6231	4 wd 50 kW,	6,0 l	6,0 l
Totalt		44,2 l/ha	39 l/ha

* en gång på två år, fördelat på två skördar för den klöverhaltiga vallen och en gång på fyra år, fördelat på tre skördar för timotej.

** två gånger per år för klöverhaltig vall och tre gånger per år för timotejvall. Obs! När bränsleförbrukningen räknas för en skörd påverkar detta inte energiförbrukningen.

Konserveringsplast åtgår 0,3 kg/ton ensilage i plansilo. I plastet ingår 99,7 MJ/kg.

Den klöverhaltiga vallen använder en aning mera traktorbränsle (44,2 l/ha/skörd) än timotejvallen (39 l/ha/skörd). På samma sätt som för utsädet har de arbetsskedan som berör anläggningen av vallen fördelats på 4 respektive 12 skördar. Energiinnehållet för dieselbränsle är 47,8 MJ/l.

4. Resultat

4.1. Kvävegödslingens inverkan på energibalansen

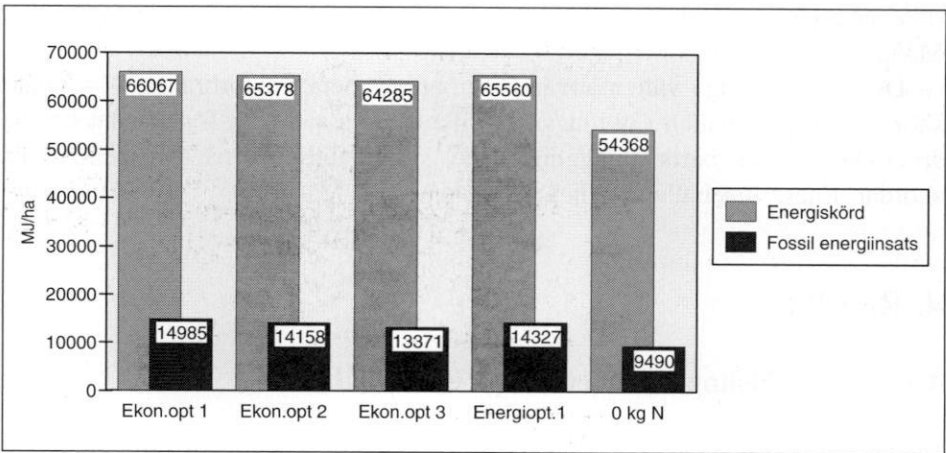
En jämförelse mellan kvävegödslingens inverkan på skörden, energikvoten, nettoenergiskörden och användningen av fossila energiinsatser i sammandrag för de olika optimipunkterna. När kvävemängden har avrundats till heltal erhålls följande resultat:

Tabell 8. *Energibalansen för klöverhaltig vall.*

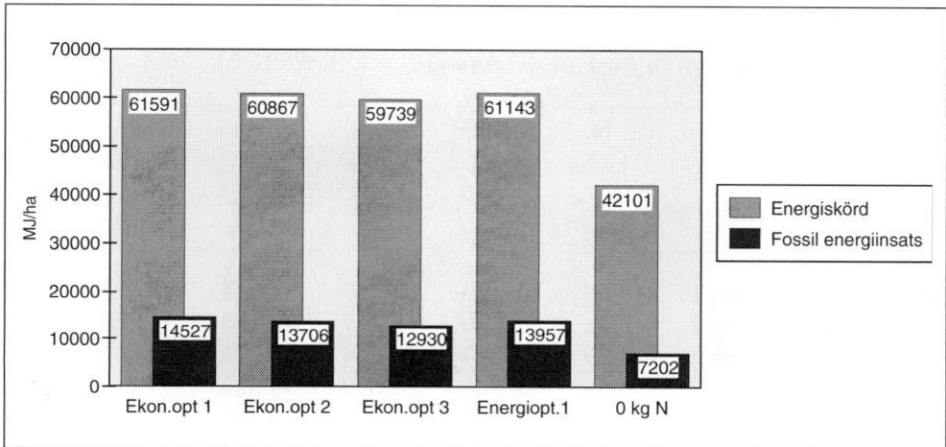
	N, kg/ha	Skörd, kg/ha	Skörd, MJ/ha	Fossil- energi- insats, MJ/ha	Netto- energi- skörd MJ/ha	Energi- kvot
Ekonomiskt optimum 1	58	29 130	66 067	14 985	51 081	4,41
Ekonomiskt optimum 2	48	28 826	65 377	14 158	51 220	4,62
Ekonomiskt optimum 3	39	28 344	64 284	13 371	50 914	4,81
Energioptimum 1	50	28 906	65 559	14 327	51 232	4,58
0 kg N	0	23 972	54 368	9 490	44 878	5,73

Tabell 9. *Energibalansen för timotejvall.*

	N, kg/ha	Skörd, kg/ha	Skörd, MJ/ha	Fossil- energi- insats, MJ/ha	Netto- energi- skörd MJ/ha	Energi- kvot
Ekonomiskt optimum 1	76	27 156	61 590	14 527	47 063	4,24
Ekonomiskt optimum 2	66	26 837	60 866	13 706	47 161	4,44
Ekonomiskt optimum 3	57	26 340	59 739	12 930	46 809	4,62
Energioptimum 1	69	26 959	61 143	13 957	47 186	4,38
0 kg N	0	18 563	42 101	7 202	34 899	5,85



Figur 5. Energiskörd och energiinsats, klöverhaltig vall.



Figur 6. Energiskörd och energiinsats, timotejvall.

4.1.1. Användningen av fossila energiinsatser

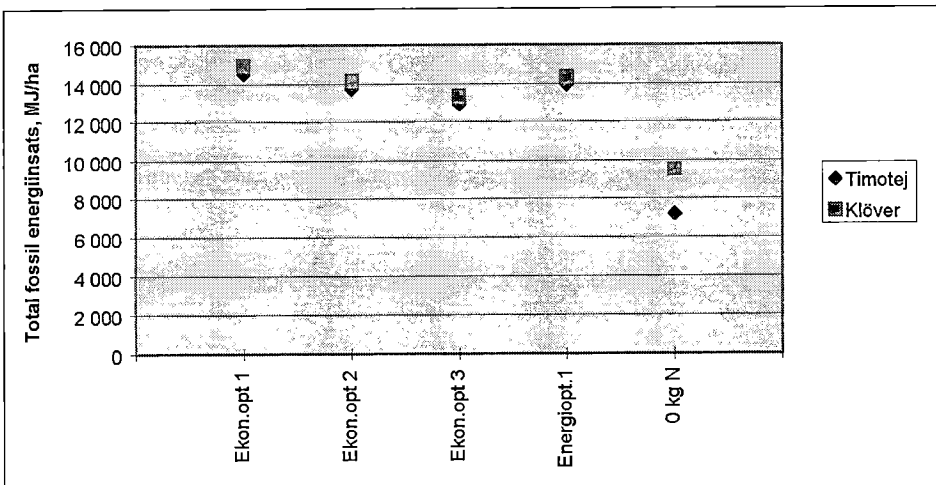
Den totala användningen av de fossila energiinsatserna skiljer sig inte märkbart för timotej- och den klöverhaltiga vallen om man jämför den optimala kvävegödslingsnivåerna för olika kvävepriser. Förhöjda kvävepriser sänker dock genomgående användningen av fossila energiinsatser. För den klöverhaltiga vallens del från 14 985 MJ/ha/skörd till 13 371 MJ/ha/skörd. Timotejvallen använder genomgående en aningen mindre fossil energi; från 14 527 MJ/ha/skörd till 12 930 MJ/ha/skörd. Detta trots att den klöverhaltiga vallens kvävegivor är mindre. Det beror på att skördens grundnivå är högre för den klöverhaltiga

vallen, med större förbrukning av konserveringsmedel och -plast som följd. En märkbarare skillnad kan observeras om man jämför 0 kg N för den klöverhaltiga vallen med timotejvallen enligt nuvarande kvävepris. Skillnaden blir 5 037 MJ/ha skörd, vilket motsvarar ca 105 l dieselbränsle. Skillnaden beror framförallt på att kvävegödslingen uteblir.

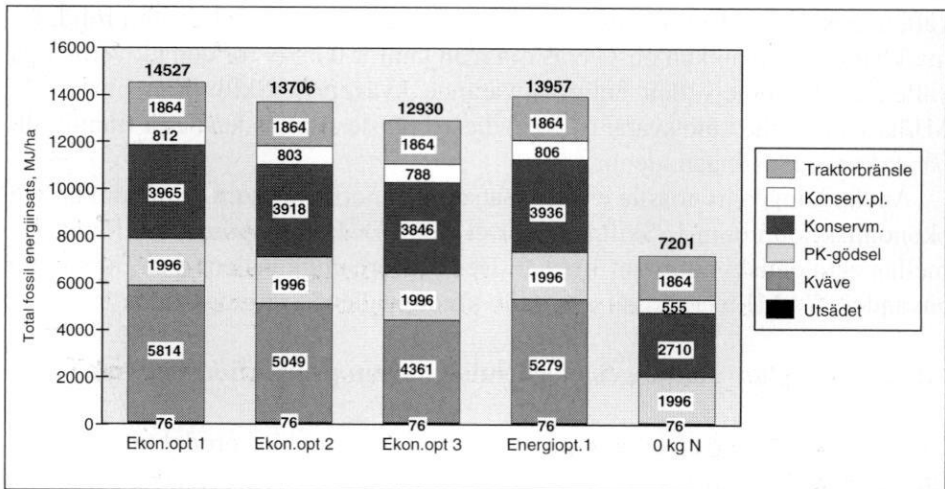
Användningen av fossila energiinsatser vid energioptimum är mindre än vid ekonomiskt optimum 1. Skillnaden är ca 500 MJ. Energioptimum befinner sig mellan ekonomiskt optimum 1 och 2. Den klöverhaltiga vallens energioptimum använder 370 MJ mera fossil energi än timotejvallens energioptimum.

4.1.1.1. Energianvändningens fördelning mellan produktionsinsatser

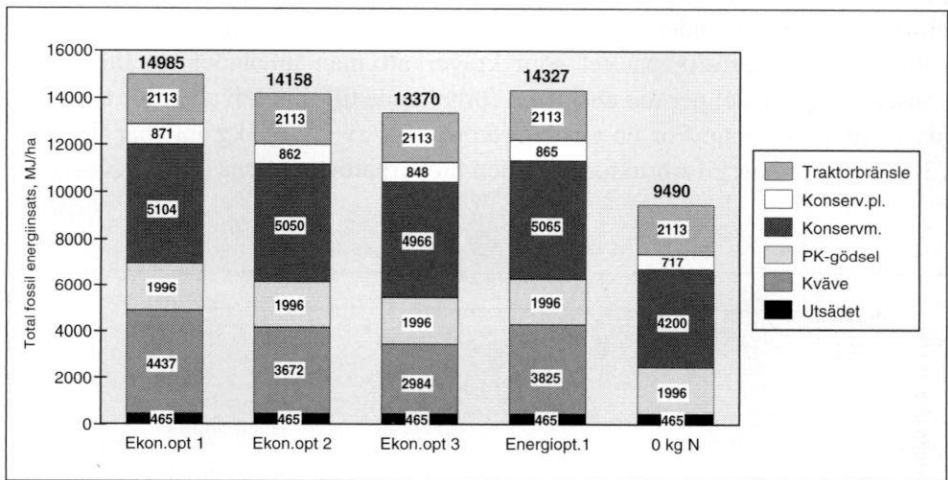
Den märkbaraste skillnaden i användningen av de olika produktionsinsatser finns i användningen av kväve och konserveringsmedel. Timotejvallens optimala gödslingsnivå med nuvarande kvävepriser är 75,6 kg/ha i förhållande till den klöverhaltiga vallens 57,8 kg/ha. Skillnaden är ca 1 362 MJ. Kvävet andel av produktionsinsatsernas energiinnehåll är för den klöverhaltiga vallens del 32 % och för timotejvallens del 39 % vid ekonomiskt optimum 1. Konserveringsmedlet visar på en omvänd andel 31 % respektive 27 %. Detta beror på den klöverhaltiga vallens högre buffertkapacitet som kräver att man använder en liter mera konserveringsmedel per ton ensilage i förhållande till timotejvallen för att sänka pH i tillräcklig mån. För en ensilageskörd på t ex 25 000 kg innebär detta en 730 MJ större energiförbrukning för den klöverhaltiga vallens del.



Figur 7. Användningen av fossila energiinsatser vid olika optimipunkter, klöverhaltig och timotejvall.



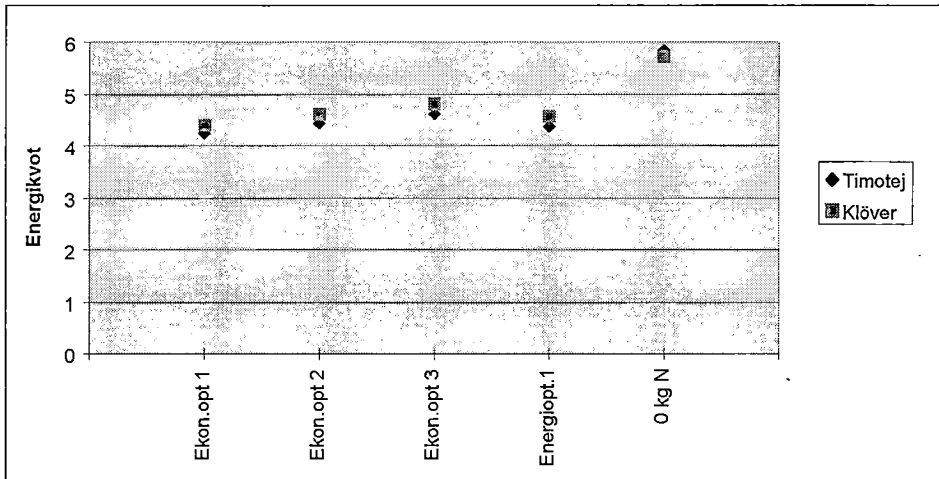
Figur 8. Produktionsinsatsernas fördelning vid olika optimipunkter, timotejvall.



Figur 9. Produktionsinsatsernas fördelning vid olika optimipunkter, klöverhaltig vall.

4.1.2. Energikvoten

Energikvoten, dvs avkastningen/insatserna är genomgående en aningen högre för den klöverhaltiga vallen då kvävepriset förändras. Skillnaden är störst vid ekonomiskt optimum 1; 0,17. Energikvoten för den klöverhaltiga vallens ekonomiskt optimum 2 är lika stor som timotejvallens optimum 3. Energikvoten tar



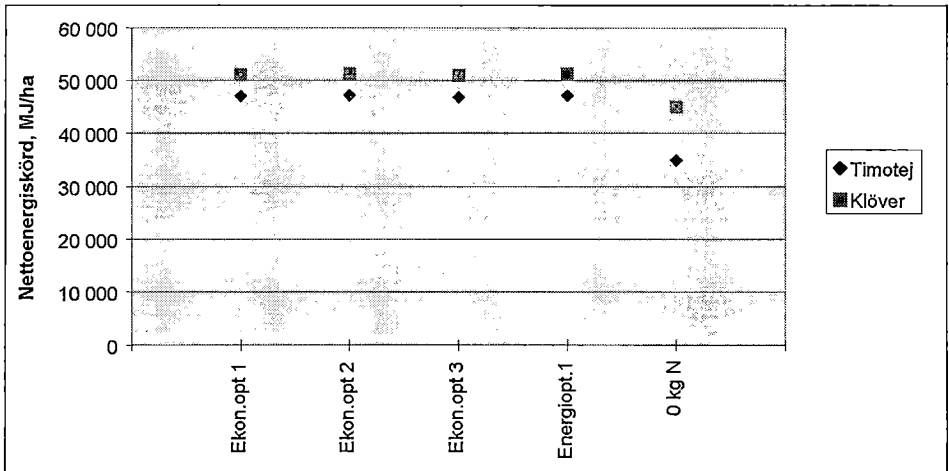
Figur 10. Energikvoten vid olika optimipunkter, klöverhaltig- och timotejvall.

ett märkbart hopp uppåt för den klöverhaltiga vallens del om man granskar balansen för 0 kg N. Energikvoten visar då på 5,73 vilket är 1,49 högre än vid ekonomiskt optimum 1 för timotejvallen. Ett förhöjt kvävepris, med mindre kväveanvändning som följd, verkar genomgående förhöjande på energikvoten för både den klöverhaltiga som timotejvallen. Av detta kan man dra slutsatsen att skördeökningen till följd av kvävegödslingen inte energimässigt är större än användningen av energiinsatser. En energikvot på t ex 4,41 för den klöverhaltiga vallen vid ekonomiskt optimum 1 visar dock att med en fossil energimängd som motsvarar ca 310 l dieselbränsle kan man åstadkomma en biologisk skörd som motsvarar ca 1 380 l dieselbränsle.

Energikvoten för den klöverhaltiga vallen är 4,58 och för timotejvallen 4,38 vid energioptimum. Detta innebär att trots den klöverhaltiga vallen använder mera fossila energiinsatser är energiskörden i förhållande dock större än för timotejvallen. Dvs med en energimängd som motsvarar 300 l dieselbränsle uppnås en energiskörd som motsvarar 1 374 l dieselbränsle för den klöverhaltiga vallen. Skillnaden är 1 074 l. Timotejvallen använder 292 l och skördar 1 279 l. Skillnaden är 987 l.

4.1.3. Nettoenergiskörden

Nettoenergiskörden, dvs avkastningen minus insatserna ger en absolut siffra över den energimängd som det är möjligt att få ut ur ett produktionssystem med hjälp av olika fossila energiinsatser. Den klöverhaltiga vallen har genomgående en högre nettoenergiskörd. För de olika ekonomiska optimi punkterna är



Figur 11. Nettoenergiskörden vid olika optimipunkter, klöverhaltig och timotejvall.

skillnaden ca 4 000 MJ. Den lägsta nettoenergiskörden erhålls för den ogödslade timotejvallen; 34 899 MJ.

Nettoenergiskörden är per definition störst vid energioptimum. Nettoenergiskörden är störst för den klöverhaltiga vallen; 51 232 MJ/ha. Timotejvallens nettoenergiskörd vid energioptimum är 47 186 MJ/ha.

4.2. Lönsamhetsjämförelse mellan ekonomiskt och energioptimum

4.2.1. Täckningsbidragsanalys

Kalkylerna är uppgjorda enligt samma principer som de modellkalkyler som publiceras årligen av MAASEUTUKESKUSTEN LIITTO (1995). Mängduppgifterna har delvis erhållits från modellkalkylerna. För traktorarbetets och arbetsåtgångens

Tabell 10. Täckningsbidrag 1 för klöverhaltig- och timotejvall.

	Klöverhaltigvall, mk/ha/skörd	Timotejvall, mk/ha/skörd
Ekonomiskt optimum 1	2 686	2 594
Ekonomiskt optimum 2	2 507	2 344
Ekonomiskt optimum 3	2 367	2 134
Energioptimum 1, 3,58 mk/kg N	2 687	2 594
Energioptimum 1, 7,16 mk/kg N	2 443	2 338
0 kg N	2 027	1 734

del hänvisas till PALONEN och OKSANEN (1993). Prisuppgifterna som står som grund är utan mervärdeskatt. För timotej används 13 mk/kg, rödklöver 47 mk/kg, kväve (Finlandssalpeter, 26-0-1) 0,93 mk/kg, PK-gödsel (3-10-20) 1,51 mk/kg, konserveringsmedel 4,80 mk/l, konserveringsplast 7,60 mk/kg, traktorarbete 17 mk/h, kalkylränta 7 % och arbete 50 mk/h.

4.2.2. Alternativkostnaden för den energioptimala lösningen

Vid ekonomisk optimering av kväveanvändningen visar det sig att den klöverhaltiga vallen ger ett aningen högre täckningsbidrag än timotejvallen (94 mk) vid ekonomiskt optimum 1. Således kan man konstatera att alternativkostnaden vid odling av timotejvall är 94 mk i förhållande till den klöverhaltiga vallen om man betraktar täckningsbidraget. Trots att skillnaden är marginell fås det bästa ekonomiska utbytet genom att gödsla den klöverhaltiga vallen.

Alternativkostnaden för att förflytta sig till energioptimum 1 under rådande prisförhållanden är för den klöverhaltiga vallen i detta exempel under noll mark, dvs energioptimum ger ett marginellt högre täckningsbidrag (1 mk). Den lägre skördenintäkten vid energioptimum 1 kompenseras av de lägre kostnaderna för kväve, konserveringsmedel och -plast.

För timotejvallen är skillnaden mellan energioptimum 1 och ekonomiskt optimum 1 noll mark.

En höjning av kvävepriset med 100 % försämrar täckningsbidraget med 179 mk för den klöverhaltiga vallen och 250 mk för timotejvallen i förhållande till nuläget. Alternativkostnaden för att förflytta sig till energioptimum under det nya prisförhållandet 64 mk respektive 6 mk.

5. Diskussion

Undersökningen sökte svar på vilken betydelse en höjning av kvävepriset har på kväveanvändningen, skördenivåerna, valet av odlingsväxt och därmed på energianvändningen i ensilageproduktionen för två olika växtsammansättningar. Kvävegödslingen hör till de mest energiintensiva produktionsinsatserna inom jordbruket. Forskningshypotesen var att stigande kvävepriser har en liten inverkan på dessa faktorer pga kvävegödslingens höga marginalavkastning. Undersökningen visade att om man tillämpar ekonomisk optimering vid kvävegödslingen har kvävepriset en förhållandevis liten inverkan på valet av odlingsväxt om man eftersträvar energiinbesparingar. Förskjutningarna i kväveanvändningen, skördenivåerna och energianvändningen försätter inte någondera växten i en märkbart bättre position. Med ett ensilagepris på 0,16 mk/kg medför en höjning av kvävepriset med 100 % en minskning i den fossila energianvändningen hos den klöverhaltiga vallen med ca 6 % (827 MJ) och en

skördeminskning på ca 1 % (304 kg). Motsvarande procenttal för timotejvallen är: ca 6 % (821 MJ) och 1 % (319 kg). Minskningen av den totala fossila energianvändningen till följd av prisförhöjningen är således lika stor för både den klöverhaltiga- och timotejvallen. För båda växtsammansättningarnas del medför en fördubbling av kvävepriset en energiinbesparing som motsvarar ca 17 l dieselbränsle/ha/skörd.

En förhöjning av kvävepriset om 200 % medför en minskning i skördemängden för den klöverhaltigavallen om 3 % (786 kg) och den fossila energianvändningen 11 % (1 614 MJ). De motsvarande talen för timotejvallen är 3 % (816 kg) och 11 % (1 597 MJ).

När skördemängdens grundnivå för den klöverhaltiga vallen i den estimerade funktionen är ca 2 000 kg större än för timotejvallen utjämnas energiförbrukningen från den kraftigare kvävegödslingen hos timotejvallen av en större användning av konserveringsplast och -medel hos den klöverhaltiga vallen. Även bränsleförbrukningen och energikostnaden för utsädet är en aning större för den klöverhaltiga vallen pga att vallen är mera kortlivad.

Nettoenergiskörden pga den högre skördenivån är för den klöverhaltiga vallen genomgående för de olika optipunkterna ca 4 000 MJ högre än för timotejvallen. Detta försätter den klöverhaltiga vallen i den energimässiga granskningen framom timotejvallen.

Den största inbesparingspotentialen finns dock onekligen i att minska beroendet av kvävegödslingen, som står för närmare 40 % (5 783 MJ) av energiförbrukningen för timotejvallen och närmare 30 % (4 422 MJ) för den klöverhaltiga vallen med nuvarande kvävepriser. Energiinbesparingspotentialen i användningen av de andra produktionsinsatserna: utsäde, spårämnesgödsling, konserveringsmedel, konserveringsplast och traktorbränsle är mindre. Detta är möjligt genom att i större grad utnyttja baljväxternas naturliga förmåga att fixera kväve ur luften. Kvävefixeringen hos rotknölsymbioser är av storleksordningen några tiotal till något eller några hundratal kg kväve per ha och år. Spännvidden i siffrorna beror på arten, åldern och individtalet av växten i fråga, men också på klimatfaktorer och på vilken mätmetod som använts (HUSS-DANELL 1990), (HELSEL 1992). En jämförelse mellan timotejvallen med nuvarande kvävepriser och den klöverhaltiga vallen när man bortlämnat kvävegödslingen ger vid handen att det är möjligt att spara in 5 037 MJ/ha/skörd. Detta innebär samtidigt en skördeminskning i förhållande till den ekonomiskt optimala i den klöverhaltiga vallen på 5 158 kg/ha och i förhållande till den ekonomiskt optimala i timotejvallen på 3 184 kg/ha.

Om man jämför energioptimum med den ekonomiskt optimala lösningen med nuvarande kvävepriser för timotejvallens del kan man notera att den maximala nettoenergiskörden befinner sig på en lägre kvävegödslingsnivå (69 kg N) än den ekonomiskt optimala lösningen (76 kg N). Nettoenergiskörden är 47 186 MJ (69 kg N/ha) respektive 47 063 MJ (76 kg N/ha). Skillnaden i

nettoenergiskörden är obetydliga 123 MJ/ha, medan den fossila energiförbrukningen är 571 MJ/ha mindre för energioptimum. För den klöverhaltiga vallen befinner sig energioptimum vid 50 kg N/ha när ekonomiskt optimum ligger vid 58 kg N/ha. Skillnaden i nettoenergiskörden är 151 MJ. Den fossila energiförbrukningen är 658 MJ mindre för energioptimum. En höjning av kvävepriset med 100 % skulle leda till att timotejvallen skulle hamna på en 3 kg lägre kvävegödslingsnivå (66 kg N/ha) än energioptimum (69 kg N/ha). Skillnaderna i nettoenergiskörden pga den avtagande meravkastningen är endast 25 MJ för dessa tre kvävekilon och inbesparingen i den fossila energianvändningen 251 MJ/ha. För den klöverhaltiga vallen innebär samma prishöjning att man hamnar på en 2 kg lägre kvävegödslingsnivå (48 kg N/ha) än den maximala nettoenergiskörden (50 kg N/ha). Skillnaden i nettoenergiskörden är endast 12 MJ/ha medan inbesparingen i den fossila energianvändningen är 169 MJ/ha.

Lagen om den avtagande meravkastningen innebär att om man vill uppnå en ytterligare avkastningsökning krävs en allt större merinsats av det produktionsmedel, tex kvävegödsel, som åstadkommer skördeökningen. Detta gäller likaväl sett ur en energimässig synvinkel och ter sig problematiskt när produktionsfunktionen är flat som i exemplen ovan. Det kan inte vara förnuftigt att t ex i timotejvallen använda 251 MJ/ha fossil energi för att uppnå en biologisk nettoenergiskörd på 25 MJ/ha när man rör sig nära den maximala nettoenergiskörden. Bl a DE WIT (1992), HELSEL (1992), OZKAN m fl (1981) och OKIGBO (1989) anser därför att jordbruksforskning som skall tjäna både jordbruket och miljön i högre grad borde vara inriktad på att söka lösningar som kan minimera användningen av produktionsresurser som behövs för att maximera utnyttjandet av alla andra produktionsresurser i frågavarande jordbrukssystem. Idag, anser de att jordbruksforskningen alltför inriktad på marginalavkastningen av rörliga produktionsresurser. Ett bärkraftigt jordbrukssystem bör sikta på att minimera de externa produktionsinsatserna i förhållande till skörden.

Ett möjligt sätt att se på saken med tanke på resursanvändningen skulle vara att söka den punkt på produktionskurvan där den biologiska nettoenergiskörden som erhålls vid marginalen är lika med eller större än den fossila energiinsatsen. För timotejvallens del ligger denna punkt vid 52 kg N/ha. I förhållande till den ekonomiskt optimala lösningen med nuvarande kvävepriser är skördeminskningen 1 178 kg/ha och inbesparingen i den fossila energianvändningen 2 043 MJ, motsvarande ca 43 l dieselbränsle. För den klöverhaltiga vallens del ligger punkten vid 32 kg N/ha. Skördeminskningen är 1 297 kg/ha och minskningen i energianvändningen är 2 255 MJ/ha. Sett ur den neoklassiska företagsekonomiska teorins perspektiv är detta resonemang högst teoretiskt så länge inte energipriserna tas med. Detta först skulle möjliggöra beräkningar var exakt på intervallet av avtagande meravkastning energioptimet befinner sig. I denna undersökning utsträcktes granskningen endast att gälla den maximala nettoenergiskörden.

Resultaten angående energioptimum väcker även spekulationer angående valet av funktionsform, när det verkar som den energioptimala lösningen skulle ligga på en lägre kvävegödslingsnivå än det ekonomiska optimet. Enligt SUMELIUS (1993) tenderar den kvadratiska funktionsformen ofta att leda till alltför höga gödselrekommendationer för kväve. En annan funktionsform kan möjligtvis föra det ekonomiska optimet närmare energioptimet.

Täckningsbidragsanalysen ger vid handen att skillnaderna i täckningsbidraget är förhållandevis små. Med nuvarande kvävepriser är täckningsbidraget 94 mk större för den klöverhaltiga vallen. Alternativkostnaden för att förflytta sig till den energioptimala kvävegödslingsnivån visar sig vara både för den klöverhaltiga och timotejvallen nära noll mark. Detta beror på att de lägre skördeintäkterna kompenseras av lägre kostnader för kvävegödsling, konserveringsmedel- och plast.

6. Sammanfattning och slutsatser

Sammanfattningsvis kan man konstatera att en ekonomiskt optimal kväveanvändning efter påförd miljöskatt i konventionell ensilageproduktion inte försätter klöverhaltigvall eller timotejvall i en märkbart bättre eller sämre position än den andra med tanke på den fossila energianvändningen. Nettoenergiskörden är dock betydligt högre för den klöverhaltiga vallen i det empiriska materialet; skillnaden i nettoenergiskörd är ca 4 000 MJ. En höjning av kvävepriset förändrar inte skillnaderna mellan växterna. Energiinbesparningen för en höjning om 100 % är ca 800 MJ/ha/skörd medan en höjning om 200 % leder till en inbesparing på ca 1 600 MJ/ha/skörd. Täckningsbidraget är en aningen bättre för den klöverhaltiga vallen. Miljöskattens inverkan på täckningsbidraget är marginell.

Den klöverhaltiga vallen kan också odlas utan kvävegödsling pga förmågan till biologisk kvävefixering. Då är energiinbesparningen märkbar i förhållande till timotejvallen med nuvarande kvävepriser; 5 037 MJ/ha/skörd. Skörde-minskningen i förhållande till timotejvallen är ca 3 000 kg. I Finland odlades 1993 ensilage på en areal om 260 700 ha, vilket skulle innebära en inbesparing om 1,3 mrd MJ, vilket motsvarar 27,5 milj. l dieselbränsle om hela arealen skulle övergå till "ekologisk" klöverhaltig ensilageproduktion. I strikt neoklassisk företagsekonomisk mening är det dock inte möjligt att försvara en förflyttning till denna punkt.

Punkten för den energimässigt optimala energianvändningen har i undersökningen definierats som punkten för den maximala nettoenergiskörden (NE), $dNE/dX=0$. Den anses vara välmotiverad. I undersökningen framkommer det att denna punkt befinner sig på en lägre nivå än den ekonomiskt optimala nivån med nuvarande kvävepriser. För timotejvallens del förskjuts kvävegödslingsnivån

till 69 kg N/ha och för den klöverhaltiga vallens del till 50 kg N/ha. Dessa kvävegivor ligger nära de ekonomiskt optimala kvävegivor som skulle vara följd av en miljöskatt om 100 % (66 kg N/ha och 48 kg N/ha).

Inom ramen för den granskning som genomförts verkar det motiverat att sträva mot den energioptimala lösningen. Nettoenergiskörden ökar en aning och man kan minska användningen av fossila energiinsatser. Inbesparingen (570 MJ) för timotejvallen motsvarar 11,9 l dieselbränsle och för den klöverhaltiga vallen (658 MJ) 13,7 l dieselbränsle. Detta innebär en inbesparing på mellan 148,6 milj. MJ och 171,5 milj. MJ eller mellan 3,1 milj. l och 3,6 milj. l dieselbränsle för hela den areal (260 700 ha) som är i ensilageproduktion i Finland.

Täckningsbidragsanalysen ger vid handen att den klöverhaltiga vallen med nuvarande kvävepriser ger en aningen högre täckningsbidrag än timotejvallen (94 mk/ha). En jämförelse mellan täckningsbidraget för ekonomiskt optimum och energioptimum för både nuvarande kvävepriser och en höjning på 100 % visar att alternativkostnaden för att förflytta sig till energioptimum är nära noll mark.

Källförteckning

- ANDERSSON, R. 1981. Energianalys av ett modernt jordbruk med mjölkproduktion. Fysisk resursteori. Chalmers tekniska högskola Göteborg. Examensarbete i energifysik.
- BAUMOL, W.J. & OATES, W.E. 1988. The Theory of Environmental policy. 2nd ed. Cambridge University press, New York, U.S.A.
- BERTILSSON, G. 1992. Environmental consequences of different farming systems using good agricultural practices. Hydro Supra. Landskrona.
- BETÄNKANDE avgivet av kommissionen för ett energiprogram inom gårdsbruket. 1981. Kommittébetänkande 1981:57. Ss 1-9. Helsingfors. 153 s
- BUFFINGTON, J.D. & ZAR, J.H. 1977. Realistic and unrealistic energy conservation potential in agriculture. I publikationen: Lockeretz, W. (ed.) Agriculture and Energy. Ss 695-711. Academic Press. New York, San Fransisco and London. 750 s.
- BÖCKMAN, O.C. m fl. 1991. Landbruk og gjödsling. Norsk hydro. Oslo.
- BÖRJESSON, P. 1994. Energianalys av biobränsleproduktion i svenskt jord- och skogsbruk. IMES/EESS Report No 17.
- CERVINKA, V. 1980. Fuel and energy efficiency. Ss 15-21. I publikationen: Pimentel, D. (ed.) Handbook of energy utilization in agriculture. CRC press, Florida
- CLEVELAND, C.J. 1995. The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990. Agriculture, Ecosystems and Environment 55 (1995). Ss 111-121.

- EFMA. 1995. Production of ammonia. Best available techniques for pollution prevention and control in European fertilizer industry, Booklet no 1 of 8. (EFMA) European fertilizer manufacturers' association. Belgium. 40 s.
- ENERGIKATSAUS. 1995. Nr 1, 1995. Handels- och industriministeriet. Helsingfors
- ESS, D.R. m fl. 1994. Energy and economic savings from the use of legume cover crops in Virginia corn production. American Journal of Alternative Agriculture, Volume 9, Number 4, 1994. Ss 178-185.
- FAIDLEY, L.W. 1992. Energy and agriculture. I publikationen: Fluck, R.C. (ed.) Energy in farm production. Ss 1-12. Elsevier. Amsterdam, London and New York.
- FLUCK, R.C. 1979. Energy productivity: a measure of energy utilisation in agricultural systems. Agricultural Systems 4 (1979). Ss 29-37.
- FLUCK, R.C. 1992a. Energy analysis for agricultural systems. I publikationen: Fluck, R.C. (ed.) Energy in farm production. Ss 45-52. Elsevier. Amsterdam, London and New York.
- FLUCK, R.C. 1992b. Energy of agricultural products. I publikationen: Fluck, R.C. (ed.) Energy in farm production. Ss 39-43. Elsevier. Amsterdam, London and New York.
- HEADY, E.O. & DILLON, J.L. 1972. Agricultural production functions. Ss 73-80. Fifth printing. Iowa State University Press, Iowa. 667 s
- HEICHEL, G. 1980. Energy attributable to seed. Ss 27-33. I publikationen: Pimentel, D. (ed.) Handbook of energy utilization in agriculture. CRC press, Florida. 475 s
- HELSEL, Z.R. 1992. Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use. I publikationen: Fluck, R.C. (ed.) Energy in farm production. Ss 177-201. Elsevier. Amsterdam, London and New York.
- HUSS-DANELL, K. 1990. Biologisk kvävefixering spar energi. Ss 91-101. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1990. Sverige.
- LOCKERETZ, W. 1980. Energy inputs for nitrogen, phosphorus, and potash fertilizers. I publikationen: Pimentel, D. (ed.) Handbook of energy utilization in agriculture. CRC press, Florida. 475 s.
- FORSTER, D.L. & RASK, N. 1977. Changes in fertilizer usage and crop production under scarce energy supplies. I publikationen: Lockeretz, W. (ed.) Agriculture and Energy. Ss. 75-83. Academic press. New York, San Fransisco and London. 750 s.
- MAASEUTUKESKUSTEN LIITTO. 1995. Mallilaskelmat 1995. Maaseutokeskusten Liiton julkaisu no 885. Helsinki. 111 s.
- MAATILATILASTOLLINEN AIKAKAUSKIRJA. 1995. Maa- ja metsätalous 1995:5. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Helsinki 1995. 252 s.
- MADISON, 1985. Fertilizer technology and use. WI Soil science society of America.

- MUDAHAR, M.S. & HIGNETT, T.P. 1987. Energy requirements, technology and resources in the fertilizer sector. Ss 25-61. I publikationen: Helse, Z.R. (ed.) Energy in plant nutrition and pest control. Energy in world agriculture, 2. Elsevier, Amsterdam.
- NGUYEN, M.L. & HAYNES, R.J. 1995. Energy and labor efficiency for three pairs of conventional and alternative mixed cropping (pasture-arable) farms in Canterbury, New Zealand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52 (1995). Ss 163-172.
- NYKÄNEN-KURKI, P. 1988. Apilaseosnurmen sadon määrän ja laadun muutokset kasvukauden aikana. Pro-gradu-avhandling för växtodlingsinstitutionen vid Helsingfors universitet. 78 s + bilagor.
- OKIGBO, B.N. 1989. Development of sustainable agricultural production systems in Africa. Ss 4-5. International institute of tropical agriculture, Nigeria. 66 s.
- OZKAN, H.E. m fl. 1981. Determining production policies for crops to maximize net energy return. *Agricultural energy* vol. 2, ASAE publ. 4-81.
- PALONEN, J. & OKSANEN, E.H. 1993. Labour, machinery and energy data bases in plant production. *Työtehoseuran julkaisuja* 330. Helsinki. 105 s.
- PEARCE, D.W. & TURNER, R.K. 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Great Britain.
- PIMENTEL, D. 1980. *Handbook of energy utilization in agriculture*. CRC press, Inc., Florida. 475 s.
- RANTA, E., RITA, H. & KOUKI, J. 1989. *Biometria-tilastotiedettä ekologeille*. Toinen korjattu painos. Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.
- SAARI, K. 1995. Skriftligt meddelande om konserveringsmedlets energiinnehåll. *Kemira engineering*.
- SCHROLL, H. 1994. Energy-flow and ecological sustainability in Danish agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 51 (1994). Ss 301-310.
- STEINHART, C. & STEINHART, J. 1974. Energy, sources, use and role in human affairs.
- SUMELIUS, J. 1993. A response analysis of wheat and barley to nitrogen in Finland. *Agricultural Science in Finland* 2 (1993). Ss 465-478.
- TUORI, M. mfl. 1995. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Helsingin yliopisto, Kasvintuotannon tarkastuskeskus ja Maatalouden tutkimuskeskus. Helsinki 1995. 88 s.
- TÖRNER, L. & DRUMMOND, N. 1995. Energibalans på tio gårdar. Odling i balans, rådet för integrerad växtodling, Vallåkra, Sverige. 36 s.
- UHLIN, H-E. 1995. Jordbrukets energibalans - några perspektiv på energiflöden i jordbruket 1956, 1972 och 1993. *Kungl. Skogs och lantbruksakademins tidskrift* nr 6, 1995. Ss 9-26.

Selostus

Typpilannoituksen vaikutukset energiankulutukseen säilörehuntuotannossa

Rikard Korkman

Ympäristötietoisuuden kasvaessa myös maatalouden resurssien käyttö ja sen seuranta tarvitsee yhä monipuolisempia tarkastelutapoja. Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut tutkia maatalouden energiatehokkuutta ja fossiilisen energian säästämismahdollisuuksia maataloudessa. Tutkimuksessa vertailtiin kahden eri siemenseoksen vaikutuksia säilörehuntuotannon energiankäyttöön energiatase-tarkastelun avulla, kun lannoitetyypin käyttö optimoidaan kolmella eri tyypin hinnalla: nykyhinnoin (3,58 mk/kg) sekä 2- ja 3-kertaisin hinnoin. Näistä eri vaihtoehdoista käytetään nimitystä taloudellinen optimi 1, 2 ja 3. Tämän lisäksi määriteltiin myös energiaoptimaalinen ratkaisu sekä tarkasteltiin vaihtoehtoa, jossa typpilannoitusta ei käytetä lainkaan.

Vertailun seokset olivat apilapitoinen nurmi (puna-apila+timotei, 6+14 kg/ha) ja timoteinurmi (timotei, 20 kg/ha). Nämä kaksi siemenseosta voisivat pitkälti korvata toisiaan rehuntuotannossa. Tutkimuksessa käytetyt tuotantofunktiot on estimoitu kenttäkokeista, jotka suoritettiin vuosina 1984-85 Mikkelissä ja Ruukissa sekä 1985-86 Jokioisissa. Koehavaintoja oli 30 kpl siemenseosta koh-ti. Kokeita oli 10 ja lannoitustasot olivat 0 kg N/ha, 50 kg N/ha ja 100 kg N/ha. Apilapitoisen nurmen tuotantofunktioksi saatiin $Y = 23972 + 159,69X - 1,22X^2$ ja timoteinurmen tuotantofunktioksi $Y = 18563 + 206,55X - 1,23X^2$.

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että lannoitetyypin optimaalinen käyttö eri siemenseoksilla ja eri tyypin hinnoilla ei aiheuta merkittäviä eroja fossiilisen energian käytössä. Estimoitujen tuotantofunktioiden perusteella apilapitoisen nurmen nettoenergiataso on timoteinurmea merkittävästi korkeampi johtuen korkeammasta satotasosta. Erotus vastaa noin 80 litraa dieselpolttoainetta/ha/sato.

Jos apilapitoinen nurmi viljellään ilman typpilannoitusta, energiasäästö on huomattava, verrattuna timoteinurmeen nykyisellä tyypin hinnalla noin 5 000 MJ/ha. Tuoresato on kuitenkin noin 3 000 kg/ha pienempi. Tuotantotaloudellisessa mielessä tähän siirtymistä ei voida puolustaa. Ympäristö- ja yhteiskuntatalouden kannalta energiansäästöpotentiaali on kuitenkin niin suuri, että sen kannattavuutta pitäisi arvioida. Säilörehuntuotannossa oli vuonna 1993 260 700 ha. Tämä merkitsee, että säästöpotentiaali on noin 1,3 mrd MJ/sato, joka vastaa noin 27 milj. litraa dieselpolttoainetta.

Tutkimuksessa kehitettiin käsite energiaoptimi, joka määriteltiin nettoenergiasadon maksimiksi. Nettoenergiasato (NE) on sadon energiasisältö vähennettynä tuotantopanosten energiasisällöllä. Tuotantofunktiolla optimipiste voidaan ilmaista $dNE/dX = 0$. Siirtyminen tähän pisteeseen, joka vähentää typpilannoitusta taloudellisten optimien 1 ja 2 välimaastoon, vaikuttaa olevan hyvin perusteltu. Nettoenergiasato kasvaa hieman ja fossiilinen energiansäästö on noin 600 MJ sekä apilapitoisella että timoteinurmella. Katetuottolaskelman mukaan energiaoptimaaliseen pisteeseen siirtymisen vaihtoehtoiskustannus on lähellä nollaa markkaa. Tämä johtuu siitä, että hieman alentunut satotaso kuitenkin kompensoituu tuotantopanosten säästöillä. Jos Suomen koko säilörehuala siirtyisi energiaoptimiin säästö olisi noin 156 milj. MJ eli noin 3,3 milj. litraa dieselpolttoainetta.

Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja
Research Reports of the Agricultural Economics Research Institute

- No 204 NIEMI, J., LINJAKUMPU, H. & LANKOSKI, J. Maatalouden alueellinen rakennekehitys vuoteen 2005. 184 s. Helsinki 1995.
- No 205 AJANKOHTAISTA MAATALOUDEN YMPÄRISTÖEKONOMIAA. 118 s. Helsinki 1996.
PIRTTIJÄRVI, R. Maatalouden ravinneongelmat Hollannissa, Saksassa ja Suomessa. s. 5-36.
LANKOSKI, J. Agricultural pollution control through economic instruments based on mineral balances. s. 37-52.
MIETTINEN, A. Herbisidien käytön vähentämisen vaikutus viljelyn tuottoon. s. 53-71.
AAKKULA, J. Biodiversiteetti, ympäristötukijärjestelmä ja päätöksenteko. s. 72-108.
PELTOLA, J. Kasvihuoneilmiö - bioenergian käyttönäkymät Yhdysvalloissa. s. 109-118.
- No 206 HIIVA, E. Maatilojen tulokehitys siirtymäkaudella 1995-2000. 95 s. Helsinki 1996.
- No 207 AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. Kirjanpitoltilojen tuloksia, tilivuosi 1994. 55 s. Helsinki 1996.
- No 208 AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. Kirjanpitoltilojen tuotantosunnitelmia tuloksia, tilivuosi 1994. 57 s. Helsinki 1996.
- No 209 TIAINEN, S. & KATAJAMÄKI, E. EU:n maatilatypologia Suomessa. 81 s. Helsinki 1996.
- No 210 KOIKKALAINEN, K. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn suhteellinen kannattavuus. 58 s. Helsinki 1996.
- No 211 AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. 108 s. Helsinki 1996.
LEMPIÖ, P. EU-jäsenyyden vaikutus lihasikatilojen talouteen. s. 5-45.
ESKELINEN, M. Maidon tuotantokustannus taloudellisesti hyvin ja heikosti menestyvillä tiloilla. s. 46-72.
MARJAMAA, S. & PUURUNEN, M. Arvonlisäveron vaikutus maatalon talouteen. s. 73-92.
LAURILA, I.P. EU:n kesannointiveloituksen väliaikainen alentaminen markkinointivuonna 1996/97: tausta ja seuraukset Suomen näkökulmasta. s. 91-108.
- No 212 AJANKOHTAISTA MAATALOUDEN INVESTOINNEISTA. Current issues on agricultural investments. 88 s. Helsinki 1996.
PIETOLA, K. Optimaaliset investointisäännöt stokastisin hinnoin - sovellus reaaliopitiosta. s. 8-31.
LEMPIÖ, P. Investment analysis: An application to Finnish dairy farms. s. 32-60.
HIRVONEN, A. Vakauttamislainoituksen ulkopuolelle jääneiden maatilojen talouden tarkastelu. s. 61-88.
- No 213 FORSMAN, S. Maaseudun pienyritysten hintastrategiat: esimerkkinä liha-alan pienyritykset. 94 s. Helsinki 1996.
- No 214 LAURINEN, H. Elintarvikkeiden hintamarginaalit vuosina 1985-1996. 66 s. Helsinki 1996.
- No 215 KUPIAINEN, T. Pienten elintarvikealan yritysten markkinointistrategiat. 114 s. Helsinki 1996.

