

TIEDONANTOJA 195 • 1994

VILJELYJÄRJESTELMIEN TALOUDELLINEN VERTAILU

JOHN SUMELIUS
OUTI KUOPPAMÄKI

MAATALOUDEN TALOUDELLINEN TUTKIMUSLAITOS
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH INSTITUTE, FINLAND

RESEARCH REPORTS 195 • 1994



TIEDONANTOJA 195

VILJELYJÄRJESTELMIEN TALOUDELLINEN VERTAILU

John Sumelius
Outi Kuoppamäki

MAATALOUDEN TALOUDELLINEN TUTKIMUSLAITOS
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH INSTITUTE, FINLAND
RESEARCH REPORTS 195

ISBN 952-9538-44-8
ISSN 0788-5199

Sisällysluettelo

	Sivu
John Sumelius	
FERTILIZER EXPENDITURE AND PROFITABILITY ON THE GRAIN PRODUCING BOOKKEEPING FARMS IN SOUTH OF FINLAND 1988-1990	5
References	12
Outi Kuoppamäki	
INTEGROIDUN VILJANVILJELYN SUHTEELLINEN KANNATTAVUUS	
1. JOHDANTO	13
2. VILJELYJÄRJESTELMÄT	16
2.1. Tavanomainen viljely	16
2.2. Ekologinen viljely	17
2.3. Integroidun viljelyn käsite Euroopassa ja USAssa	17
3. INTEGROIDUN VILJELYMENETELMÄN KEHITYMISEN SYITÄ	19
3.1. Kestävä kehitys	19
3.2. Ympäristöongelmat	20
3.3. Ylituotanto	23
3.4. Tuotantokustannussäästöt	24
3.5. Maaseudun elinvoimaisuuden säilyttäminen	25
4. INTEGROITU VILJELYMENETELMÄ KÄYTÄNNÖSSÄ	26
4.1. Integroitu monitorijunta	26
4.2. Lannoitus	27
4.3. Maanmuokkaus	28
4.4. Viljelykierto	28
4.5. Tilan talous	29

5. VILJELYMENETELMÄN KANNATTAVUUDEN ARVIOIMINEN	30
5.1. Tuotantoprosessin teoreettinen tarkastelu	30
5.1.1. Panos/tuotos-suhteet	30
5.1.2. Panos/panos-suhteet	31
5.2. Ei-taloudellisten tekijöiden vaikutus	32
5.3. Viljelymenetelmän kannattavuuden mittaaminen	33
6. TUTKIMUSAINEISTO	34
6.1. Koejärjestelmä	34
6.2. Tuotteiden ja tuotantopanosten hinnoittelu	36
7. TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	36
7.1. Koekasvien jyväsadon laatu ja määrä	37
7.2. Koekasvien keskimääräiset tuotot, muuttuvat kustannukset ja katetuotot	38
7.3. Viljelykiertojen kannattavuus	41
7.4. Loppupäätelmät	42
8. TIIVISTELMÄ	43
KIRJALLISUUS	45
LIITE	51

FERTILIZER EXPENDITURE AND PROFITABILITY ON THE GRAIN PRODUCING BOOKKEEPING FARMS IN SOUTH OF FINLAND 1988-1990

JOHN SUMELIUS

Abstract. Examining the farm records from a sample of approximately 130 grain producing farms in southern Finland 1988-1990 showed that, in this particular sample, yield level and gross return/ha varied directly in relation to fertilizer expenditure. The majority of farms in southern Finland specialized in grain production do not seem to be able to save substantial production costs by reducing fertilizer use. This seems to exclude the possibility of voluntary extensification. Part of the farmers in the subsample with the highest fertilizer costs, FIM/ha > 1,000, is likely to fertilize in excess, but the overall potential for voluntary extensification without change of technology or farming systems is limited. On the average, the farmers seemed to be optimizing fertilizer input rather well.

Key words: accounting, costs, efficiency, fertilizers, grain crops, profitability

Concern about the increased leakage of nutrients from agriculture raises questions about the fertilizer use on farms. Are farmers really optimizing the fertilizer input, are they using excessive levels of fertilizers, or can the profitability be increased by increasing fertilizer use? Is there any potential for lowering the fertilizer input in Finnish agriculture? Can farmers extensify fertilizer intensities profitably without receiving environmental management subsidies? Such premium payments are stipulated by an EC-regulation, and were adopted in Germany in the accounting year 1989/90 (see e.g. WÖHLKEN 1989 and THE OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES C 267, 1990).

In this article the farm records on profitability and fertilizer cost for some 130 grain producing farms in southern Finland in 1988-1990 will be examined in order to answer the following question: are cost reductions possible by cutting fertilizer expenditure under the assumption of no change in technology (i.e. switching to alternative agriculture, integrated production systems or other changes in technology).

An effort to answer similar questions was carried out by KÖGL (1990) in Germany. Kögl studied 800 bookkeeping farms in Lower Saxony engaged in sugar beet production on the basis of bookkeeping records and an opinion poll. He found out that the levels of intensity and profitability were negatively correlated, which he assumed could be due to excess fertilization on some of the farms. Farm size did not seem to explain the profitability or intensity differences. Natural conditions on the farm seemed to affect these only little. However, management capabilities seemed to be different within the two groups. On the basis of the opinion poll, it was concluded that farms with high profitability and low expenses showed less interest in information on extensification measures. An analysis of another sample consisting of 2,907 grain farmers in Lower Saxony gave similar results (KÖGL 1989).

A formal treatment would start from the assumption that a farmer maximizes profit and that he will extensify production only if it does not involve reduced profitability. On the other hand, if the fertilizer intensity is below the profit maximum he would intensify the fertilizer input. This can be stated as

$$(1) \quad \pi = p_f f(x_j) - w_j x_j$$

where π = profit
 p_i = price of y_i
 $y = f(x_j)$ the production function
 x_j = input j
 w_j = price of input j

Let $y = f(x_j)$ be the production function of the following general form:

$$(2) \quad y = f(L, A, F, P, O)$$

where y = physical output
 L = labor input
 A = cropping area
 F = fertilizers
 P = pesticides
 O = a vector of other inputs

We assume that the production function is concave and that it is defined over a convex set. As long as $\partial p_y / \partial x_i \geq w_j$, it will be profitable to increase the input of output j . On the other hand, if $\partial p_y / \partial x_i < w_j$, it is not profitable to increase the use of that input.

Examining aggregate fertilizer costs on farm level, however, means that there is no information on the different fertilizer prices. Since composite fertilizers of

various brands usually make up the major part of the fertilizer cost, it will in practice be impossible to disaggregate the fertilizer costs according to main nutrients. Therefore the profit function (1) cannot be derived. A different approach, similar to the one used by KÖGL, needs to be adopted.

Farms are divided into five groups with respect to aggregated fertilizer and lime expenditure per hectare. For each group the mean net return per hectare should be calculated according to (3):

$$(3) \quad (p_i y_i - w_j x_j) / A$$

Since information on prices is lacking, an approximation is made by the *taxable net return* per cropping area and *farm family income* per cropping area. The cropping area and the arable area in each group is quite similar, which makes such a comparison meaningful. The so-called *coefficient of profitability* as well as the *return from grain production* per cropping area will also be presented. For the whole sample, these measures, as well as some of the characteristics of the sample in the years 1988, 1989 and 1990, are presented in Tables 1 and 2.

From Table 1 it is evident that the cropping area is rather similar on the farms. Over 80 % of the cultivated area every year was sown with grain crops and over 10 % was sown with oilseeds. Cattle, pigs or other animals are almost non-existent on these farms. The bad weather conditions in 1988 and, respectively, good weather conditions in 1989 and 1990 are reflected in the total gross return/ha and also in the different profitability measures.

The fertilizer consumption and its profitability in grain production was investigated in the following way. The farms were divided according to fertilizer expenditure/ha into five groups according to the following classes: FIM/ha < 500, FIM/ha 500-649, FIM/ha 650-799, FIM/ha 800-999 and FIM/ha >1,000. The borders for the groups were formed so that the numbers of farms in each group should not differ more than +/- 7 a quintal. Then the average economic success measured by the different profitability measures was calculated for each group. The cross tabulation between fertilizer expenditure and the main indicators of farm profitability is presented in Table 2. Figure 1 presents the same facts in a comprehensive form.

From Table 2 and Figure 1 it is evident that taxable net return/ha, farm family income/ha, the return from grain production/ha and the coefficient of profitability in the sample increase according to total fertilizer cost up to FIM/ha 800-1,000. Marginal returns (i.e. the difference in return from grain production/ha or the difference in total gross return/ha between the groups) seemed to be higher than marginal fertilizer cost (i.e. the difference in fertilizer cost between the groups) in all four groups with a fertilizer cost below FIM/ha 1,000. It therefore seems unlikely that these farms could improve their profitability by cutting fertilizer expenditure. The group with highest fertilization costs, FIM/ha > 1000, clearly has

Table 1. Main indicators of farm profitability and agricultural land use in respective year in the sample.

	1988	1989	1990	Average 1988-1990
Fertilizer expenditure/ha ¹⁾	758	772	730	753
Total gross return/ha ²⁾	6,734	9,251	10,857	8,947
Taxable net return/ha ³⁾	314	2,604	2,841	1,919
Farm family income/ha ⁴⁾	1431	3,902	4,357	3,230
Coefficient of profitability ⁵⁾	0.65	1.51	1.50	1.22
Return from grain prod./grain area ha ⁶⁾	6,270	8,572	9,739	8,194
Number of farms	114	130	135	126
Cultivated area, ha	45	44	43	43
“ with grain, %	80	81	84	82
“ with oilseeds, %	14	10	9	11

1) *Fertilizer expenditure/ha* is the quotient between total expenditure on fertilizers and lime, and the arable land area.

2) *Total gross return* includes all cash receipts and accounts receivable, cash value of deliveries in kind to agriculture, as well as increases in stocks.

3) The *taxable net return* is the difference between gross return and production expenses, including labor. It is thus a measure of the return to capital.

4) *Farm family income* is a measure obtained by deducting from gross return all production expenses except the value of the family labor supplied by the farm family. It is the sum of the farm family labor and the return to capital.

5) The *coefficient of profitability* is the quotient obtained by dividing farm family income by the sum of interest on investments (5 %) and the value of labor supplied by the farmers and their families.

6) The *return to grain production* is the return from bread or feed grain. The quotient between the return from grain production and cultivated grain area is equal to the monetary value of grain yield.

lower taxable net return than the whole sample average in spite of higher yields and higher total gross returns. The difference in return from grain production/ha was still around FIM/ha 400 higher compared to the group with fertilizer cost of FIM/ha 800-1000 which is likely to imply higher marginal returns than marginal costs. It is likely that some of the farms in this group were fertilizing in excess. Anyhow,

Table 2. Profitability on grain producing farms in southern Finland according to fertilizer expenditure in 1988-1990.

	Fertilizer cost/total arable area, FIM/ha					All farms
	< 500	500-649	650-799	800-999	>1000	
Total gross return/ha	7,657	8,460	8,982	9,331	10,240	8,947
Taxable net return/ha	1,068	1,899	2,135	2,367	1,876	1,919
Farm family income/ha	2,575	3,120	3,405	3,612	3,261	3,230
Coefficient of profitability	0.94	1.26	1.28	1.36	1.18	1.22
Return from grain prod./ grain area ha	7,423	8,036	8,257	8,586	8,980	8,194
Sample size, average 1988-1990	19.0	32.3	27.3	24.7	23.0	126.3
Average arable area, ha	36	46	43	47	46	43
% of grain area bread grain	24 %	38 %	40 %	38 %	48 %	39 %
Oil seed area,ha	2.9	5.9	4.7	5.6	4.1	4.8

the high marginal returns mean it is unlikely that all of the farmers in the subsample (the sample included 18 % of all the farmers) were fertilizing in excess. We therefore have to conclude that, based on this sample, it seemed profitable to increase the fertilizer cost up to at least FIM/ha 800-1,000. What happened to profitability if the fertilizer input was increased more than this does not seem to be fully clear. While the marginal returns for the whole subsample with a fertilizer cost FIM/ha > 1,000 still seemed high, it seems likely that some of the farmers had applied excessive amounts of fertilizers since the taxable net return/ha as well as the family farm income/ha was lower for this group of farmers. Some farmers in the subsample may be able to save in fertilizer costs.

The group with the lowest fertilizer expenditure/ha, FIM/ha < 500 has the lowest profitability. It seems likely that taking into account their current farming

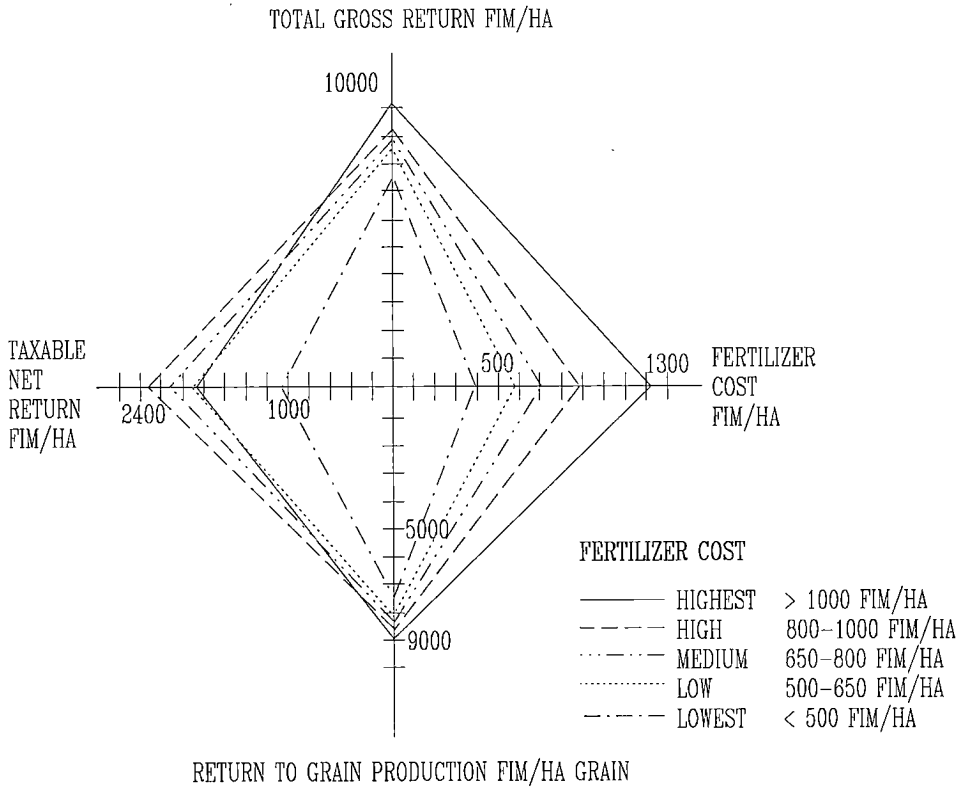


Figure 1. Profitability on grain producing farms in south Finland according to fertilizer expenditure in 1988-1990.

systems and farm technology fertilization on these farms is below the economic optimum level. This group might possibly improve its profitability by raising fertilizer doses. The second lowest fertilizer cost group, which has a fertilizer cost of FIM/ha 500-650, is achieving approximately the same profitability level as the highest fertilizer expenditure group, but marginal returns to grain production seemed high.

The average farm size in each class is not likely to have influenced the results (with the possible exception of the group with fertilizer expenditure FIM/ha < 500, which has a somewhat lower average arable area). Table 2 shows that the average farm size in the different groups is about the same. However, the differences in natural conditions have not been taken into account, a fact that might influence the result. It cannot be ruled out that the soil on the farms with lower fertilization cost FIM/ha possesses a lower yield potential, and, as a consequence, are not able to utilize as high a fertilization rate as on better quality soils. On the other hand since fertilizer

costs include lime and micronutrient, it is also possible that the group with the highest fertilizer expenditure to a higher extent includes farms that have made investments in land improvements.

The proportional grain cropping areas are presented in Table 2. The relative share of bread grain is almost equal (38-40 %) in the three middle groups with fertilizing expenditure between FIM/ha 500 and 1,000. The relatively low share of bread grain (28 %) in the group with the lowest fertilizer cost might to a certain degree explain the lowest fertilizer expenditure/ha. In the group with the highest fertilizer expenditure the bread grain area is biggest (48 %), which is logical since bread grain demands more fertilizer. But profitability is highest in the two groups with a relatively balanced share of feed grain and bread grain. The group with the lowest and the highest share of bread grain area had the lowest and second lowest taxable net return. Oil seed areas did not vary to a great extent between the groups. The area planted with other crops is only 7 % of the total area. It therefore seems like differences in cropping areas do not explain the differences in profitability between the groups.

The following conclusions can be made:

1. Yield level and gross return/ha vary directly in relation to fertilizer expenditure.
2. The farmers with the lowest (FIM/ha < 500) expenditure on fertilizers have the lowest profitability. These farmers are likely to fertilize less than the economic optimum level.
3. The farmers with the highest expenditure on fertilizers (FIM/ha > 1000) have lower taxable net return/ha and lower coefficient of profitability than the farmers fertilizing in the range of FIM/ha 800-1,000. Some of the farmers in the sample are likely to fertilize in excess. The high marginal returns (i.e. the difference in total gross return/ha between the two groups) compared to marginal costs (i.e. the difference in fertilizer cost) means that only part of the farmers in the subsample with fertilizer cost FIM/ha > 1,000 are likely to be able to save fertilizer cost by adjusting application rates.
4. Farmers in the sample do not, on the average, tend to fertilize in excess. The potential for extensification seems to be limited. The results from this sample indicate that, on farm level only, a minority of farms (in this sample somewhere between 0 % and 18 %) will be able to make production cost savings in grain production by adjusting fertilizer expenditure to a lower level. Instead the group with the lowest fertilization expenditure is likely to be able to improve profitability by raising fertilizer doses.

It can be concluded that the majority of farms in southern Finland specialized in grain production do not seem to be able to save substantial production costs by reducing fertilization. On the average, the farmers examined seem to maximize

their profits and optimize their fertilizer input rather well. This seems to exclude the possibility of voluntary extensification without changes in the output price/ input price relations. On the basis of this sample we do not arrive at a similar conclusion as Kögl, who found a negative correlation between fertilizer intensity and profitability in two German samples of sugar beet producers and grain producers.

The analysis is based on constant technology. Alternative farmers or farms applying integrated production systems are not included in the sample. We cannot make any statements of the possibilities to substitute these production systems for fertilizers. It is therefore not possible to evaluate the benefits a change in farming systems would have on the economic result.

References:

- KÖGL, H. 1989. Ansätze zur Reduzierung der speziellen Intensität in landwirtschaftlichen Betrieben. *Agrarwirtschaft* 38(11):327-339.
- KÖGL, H. 1990. Extensification of farming - will it be a successful strategy? VIth Congress of EAAE, Haag 3-7.9.1990. Theme 5. New Approaches to Farm Management pp 99-113.
- OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES C 267. Vol. 33, 23 October 1990.
- WÖHLKEN, E. 1989. Extensivierung der Agrarproduktion. *Agrarwirtschaft* 38(10):293

INTEGROIDUN VILJANVILJELYN SUHTEELLINEN KANNATTAVUUS

OUTI KUOPPAMÄKI

Relative profitability of integrated grain cultivation

Abstract. In Finland integrated farming means the development of cultivation techniques in order to reduce the load on the environment, because it is possible to reduce the leaching of nitrogen and phosphorus considerably through measures of the cultivation techniques. An integrated cultivation method includes the necessary pesticides, reasonable fertilization, lighter tillage, and diversified crop rotation. The profitability of integrated farming is largely dependent on the professional skills of the farmer.

The objective of this article is to clarify the concept of integrated farming, and to evaluate the relative profitability of integrated grain cultivation, compared to traditional and ecological farming. First, the different cultivation methods, reasons for the development of integrated farming, and integrated farming in practice are examined. The mutual profitability of the different cultivation methods is examined by means of the gross margin method.

Index words. Integrated plant production, ecological farming, intensive farming, cropping systems, trials, gross margins, profitability

1 Johdanto

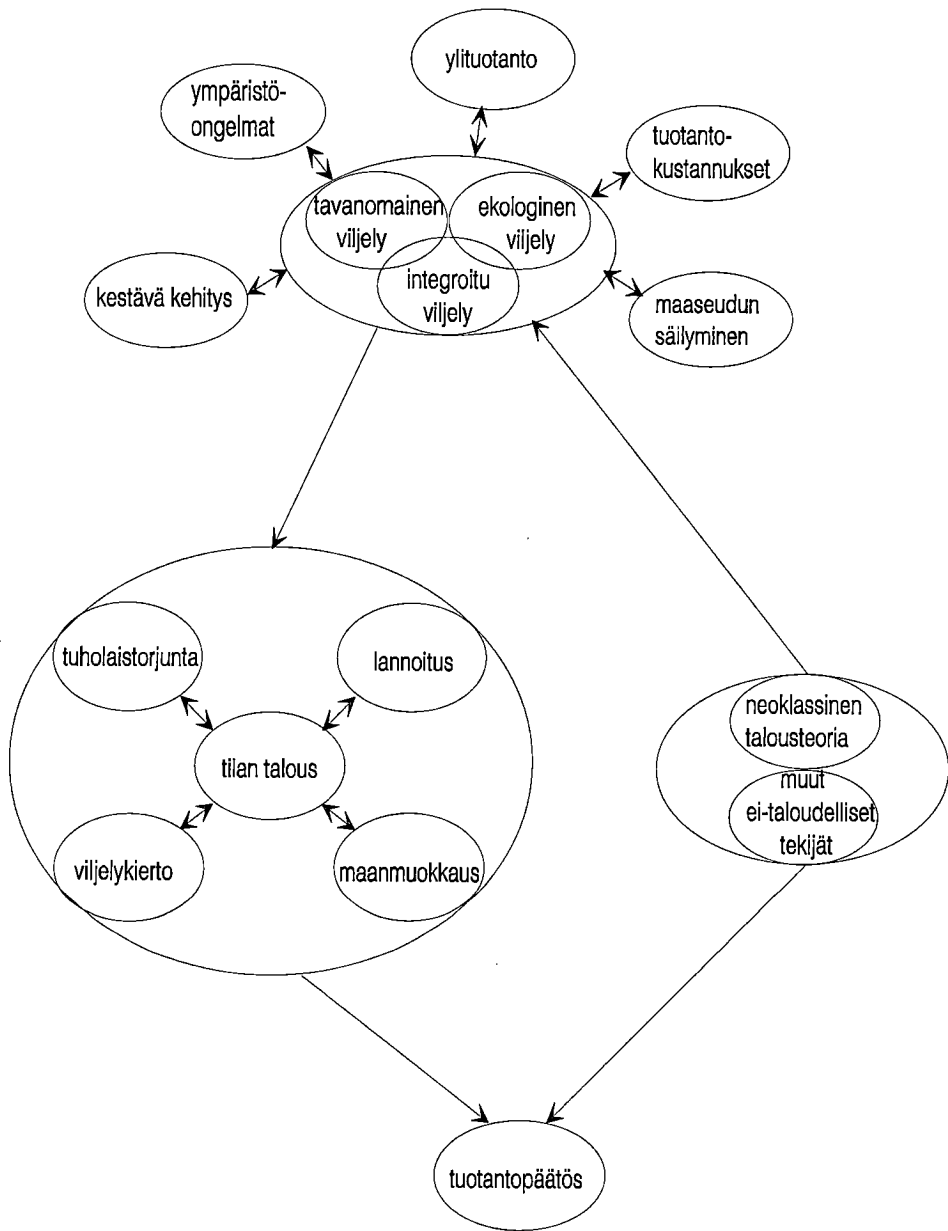
Integroitu viljelymenetelmä on tuotantomenetelmä, jossa pyritään luonnonvarojen säästämiseen ja suojelemiseen kuitenkin niin, että viljelijä pystyy toimimaan mahdollisimman taloudellisesti. Viljelymenetelmässä hyödynnetään ensisijaisesti luonnonmukaisia menetelmiä, mutta tarvittaessa kemiallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö on sallittua. Viljelijän ammattitaidon merkitys korostuu kyseisessä viljelymenetelmässä.

Maatalouden ongelmat sekä Euroopassa että USAssa ovat johtaneet integroidun viljelymenetelmän kehittämiseen. Kemiaallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden liiallinen käyttö on heikentänyt pohja- ja pintavesien laatua, elintarvikkeista on löytynyt torjunta-ainejäämiä ja joillakin alueilla eroosiosta on tullut ongelma. Ihmiset ovat huolissaan uusiutumattomien luonnonvarojen kulumisesta, joten tavanomaista viljelymenetelmää on ryhdytty julkisuudessa arvostelemaan. Yli-tuotanto ja sen seurauksena viljelijöiden tulotason aleneminen ovat myös osaltaan pakottaneet etsimään uusia ratkaisuja maatalouden ongelmiin. Maaseudun roolikin on muuttunut: maaseutu ei ole enää pelkästään maataloustuotannon harjoittamisen paikka, vaan se halutaan pitää asuttuna ja sen kulttuurihistoriallinen ympäristö säilyttää. Keski-Euroopassa maataloudelle on muodostunut paikallisesti maisemanhoidollinen tehtävä.

Suomessa viljantuotanto on keskittynyt lähinnä Etelä- ja Lounais-Suomeen sekä Etelä-Pohjanmaalle. Intensiivisintä kasvintuotantoa harjoitetaan Lounais-Suomessa, jossa on havaittavissa jonkin verran eroosiota ja vesistöjen laadun heikkenemistä, sillä savimailla esiintyy enemmän pintavalumia kuin muilla maala-jeilla. Suomea eivät vielä uhkaa vakava eroosio ja kohtuuttomat ympäristöhaitat, mutta ylituotanto ja viljelijöiden tulotason aleneminen sekä maaseudun autioitu-minen ovat meitäkin koskevia maatalouden vaikeuksia.

Integroidun viljelyn tutkiminen on vielä verrattain nuorta. Vanhin koejärjestelmä sijaitsee Saksassa Lautenbachissa, missä viljely aloitettiin vuonna 1978. Hollannissa Nagelessa integroitua viljelyä alettiin tutkia vuonna 1979. Muualla Euroopassa ja Pohjoismaissa integroidun viljelyn tutkimus on vasta alkuvaiheessa. Tällä hetkellä viljelykokeita tehdään 17 maassa. Yhdysvalloissa tutkitaan ns. LISAA (low-input/sustainable agriculture), joka on käytännössä sama viljelymenetelmä kuin eurooppalainen integroitu viljely. Eurooppalaisissa integroidun viljelyn koetuloksissa satotaso ja kokonaistuotot ovat pudonneet vain muutaman prosentin tavanomaiseen viljelyyn verrattuna. Muuttuvista kustannuksista lannoite- ja torjunta-ainekustannukset ovat alentuneet eniten. Katetuotto on pysynyt integroidussa viljelyssä suunnilleen yhtä suurena kuin tavanomaisessa viljelyssä.

Tämän tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena on **selventää integroidun viljelyn käsitettä**. Tutkimuksessa tarkastellaan aluksi eri viljelymenetelmiä, integroidun viljelyn kehittämiseen johtaneita syitä, integroitua viljelyä käytännössä ja viljelymenetelmän kannattavuuden arvioimista. Kuviossa 1 on esitetty eri viljelymenetelmien kannattavuuteen ja valintaan vaikuttavia tekijöitä. Kyseinen kuvio toimii samalla tämän työn viitekehyksenä.



Kuvio 1. Eri viljelymenetelmien kannattavuuteen ja valintaan vaikuttavat tekijät.

Tutkimuksen toisena tavoitteena on **arvioida integroidun viljanviljelyn suhteellista kannattavuutta** tavanomaiseen ja ekologiseen viljanviljelyyn verrattuna. Empiirisenä aineistona käytetään Helsingin yliopiston kasvintuotantotieteen laitoksen Suitian koetilalla vuosina 1989-1992 suorittamia viljelyjärjestelmäkokeita, joissa tutkittiin tavanomaista, integroitua ja ekologista viljanviljelymenetelmää. Koejärjestelmä on osa yhteiseurooppalaista tutkimusprojektia. Viljelyjärjestelmäkokeita käsittelevää vertailuaineistoa ei ole saatavissa, sillä Suitian koetilan koejärjestelmä on Suomessa ainoa integroitua viljelymenetelmää koskeva tutkimus. Tästä syystä tutkimus on rajattu koskemaan vain viljanviljelyä Etelä- ja Lounais-Suomen savimailla.

2 Viljelyjärjestelmät

Tässä tutkimuksessa viljelyjärjestelmät luokitellaan tavanomaiseen, ekologiseen ja integroituu viljelyyn. Ekologisella viljelyllä tarkoitetaan samaa kuin luonnonmukaisella viljelyllä, mikä nimitys on käytössä lähinnä Pohjoismaissa. Tässä tutkimuksessa käytetään ekologinen viljely -termiä, koska sen käyttö on yleistymässä.

2.1 Tavanomainen viljely

Tavanomainen viljely on MADDENIN ja O'CONNELLIN (1989, s. 7) mukaan erikoistunut viljelyjärjestelmä, jossa tavoitellaan korkeita satoja kemiallisten lannoitteiden, torjunta-aineiden ja muiden ostopanosten avulla. Tavanomainen viljely perustuu suurelta osin uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöön, sillä se vaatii runsaasti tilan ulkopuolista energiaa. Hollantilaisen WIJNANDSIN (1990, s. 1) mielestä tavanomainen viljely on nykyään liiaksi markkinaorientoitunutta, sillä siinä ei oteta huomioon yrittäjäperheen tulotasoa eikä yksipuolisen tuotantoteknologian aiheuttamaa ympäristön vaurioitumista.

Kritiikki tavanomaista viljelyä kohtaan on kasvanut. Viljelijät itse arvostelevat tavanomaista viljelymenetelmää tulotasonsa alenemisen vuoksi ja vaativat yhteiskunnalta toimia tilanteen helpottamiseksi. Kuluttajia huolestuttavat mm. tavanomaisen viljelyn ympäristöä saastuttava vaikutus, pohjavesien likaantuminen, elintarvikkeiden torjunta-ainejäämät ja niiden aiheuttamat terveysriskit. Tavanomaista viljelyä on kritisoitu myös siitä, ettei siinä oteta huomioon tulevien sukupolvien elinmahdollisuuksia. Onkin herännyt kysymys, pitäisikö tehokkuutta ja tuottavuutta edelleen kasvattaa vai tulisiko "pehmeät arvot" ottaa jollain tavalla mukaan viljelymenetelmän kannattavuuden arviointiin (SHEPARD 1985, s. 244; GAJEWSKI ym. 1992, s. 31). Edellä mainituista syistä johtuen kiinnostus vaihtoehtoisia viljelymenetelmiä kohtaan on lisääntynyt.

2.2 Ekologinen viljely

Vanhemmat vaihtoehtoiset viljelyjärjestelmät kuten orgaaninen, orgaanis-biologinen ja biodynaaminen viljelyjärjestelmä ovat olleet perustana uudemmille ekologisille viljelymenetelmille. KIVELÄN ja PÖYTÄNIEMEN (1984, s. 2) mukaan käytännössä kaikki suuntaukset ovat hyvin samanlaisia. Ainoastaan biodynaaminen viljelyjärjestelmä poikkeaa muista jonkin verran antroposofisen maailmankatsomuksen takia, mutta perusteiltaan ne sopivat yhteisen ekologinen viljely -nimikkeen alle. Saksalainen DIERCKS (1983, s. 218) toteaa, että laajasti määriteltynä luonnonmukaista, ekologista, orgaanista ja vaihtoehtoista viljelymenetelmää voidaan käyttää synonyymeinä.

Ekologisella viljelyllä on VARIKSEN (1987, s. 248) mukaan kaksi päätavoitetta: energiapanosten pienentäminen ja kemikaalien käytön minimointi sekä kasvin-suojelussa että lannoituksessa. Ekologisessa viljelyssä pyritään mahdollisimman suljettuun ravinnekiertoon. Typen saamiseksi viljellään palkokasveja ja kasvituholaisten hallitsemiseksi käytetään monipuolista viljelykiertoa. VOGTMANN(1985, s. 138) painottaa, että maan pitää olla aina viherkasvillisuuden peitossa, mikä ehkäisee ravinteiden liukenemista. Hänen mielestään myös markkinoinnin ja sosiaalisen rakenteen tehostaminen kuuluvat oleellisena osana ekologiseen viljelyyn.

Suomessa harjoitetaan luonnonmukaista viljelyä eli luomutuotantoa ja biodynaamista viljelyä. Suomessa oli vuonna 1993 yhteensä yli 1300 luomuviljelijää ja 22 000 ha peltoa luomuviljelyssä (ANON. 1993b, s. 1). KOTISALON ja TAURIAISEN (1991, s. 6-7) haastattelun mukaan 34 % viljelijöistä ei halua siirtyä luonnonmukaiseen viljelyyn siksi, että tulot pienenevät ja 24 % siksi, että luonnonmukainen viljely on liian työlästä. Luonnonmukaiseen viljelyyn siirtymistä viljelijät perustelivat sillä, että tuotteilla on varma menekki (vastaajista 29 % mainitsi tämän syyn), tuotteet ovat puhtaita (22 %), viljely on luontoystävällistä (21 %), ei tarvita ostolannoitteita (19 %), ravinto on terveellistä (18 %) ja maan kasvukunto paranee (17 %). Kotisalo ja Tauriainen ennustivat, että vuosikymmenen loppuun mennessä Suomessa olisi 27 000 ha luomuviljelyssä.

2.3 Integroidun viljelyn käsite Euroopassa ja USAssa

Euroopassa vaihtoehtoisten viljelymenetelmien käsitteistö on huomattavasti yhtenäisempi kuin USAssa. Erityisesti integroitua viljelymenetelmää kuvaavia termejä ja käsitteitä on syntynyt USAssa runsaasti.

Euroopassa käytetään yleisesti seuraavia integroitua viljelymenetelmää tarkoittavia termejä:

1. **integrated farming system, IFS** (integroitu viljelymenetelmä)
2. **integrated production, IP** (integroitu tuotanto)

Amerikkalaiset tutkijat käyttävät mm. seuraavia termejä integroidun viljelymenetelmän synonyymeinä:

1. **regenerative agriculture** (uusiutuva maatalous) (RODALE 1983)
2. **reduced-input agriculture, low-input agriculture** (vähän tuotantopanoksia käyttävä maatalous) (BUTTEL ym. 1986, DABERKOW ja REICHELDERFER 1988)
3. **sustainable agriculture** (kestävä maatalous) (ALTIERI 1988, FANCIS ym. 1988)
4. **low-input/sustainable agriculture eli LISA** (matalan tuotantopanoksen kestävä viljely) (EDWARDS 1987, MADDEN 1988, O'CONNELL 1989)
5. **integrated farming system** (integroitu viljelymenetelmä) (EDWARDS 1987)

BUTTELIN ym. (1986, s. 58) ja LOCKERETZIN (1988, s. 175) mukaan tarkasti ottaen edellä mainittujen viljelymuotojen välillä on "sävyeroja". Termin merkitys vaihtelee jossain määrin tutkijan ja asiayhteyden mukaan, mutta kaikilla termeillä tarkoitetaan käytännössä saman periaatteen mukaan harjoitettavaa viljelymuotoa. MADDEN (1989, s. 32) toteaa, että on erittäin vaikea löytää sellaista termiä, jonka kaikki olisivat valmiit hyväksymään. Jotkut amerikkalaiset tutkijat saattavat käyttää orgaanista viljelyä (**organic agriculture**) integroidun viljelyn synonyyminä. U. S. Department of Agriculture (ANON. 1980, s. 9) ei määrittele orgaanista viljelyä kokonaan ilman kemiallisia lannoitteita ja torjunta-aineita tapahtuvaksi viljelymenetelmäksi, mutta niitä pyritään mahdollisuuksien mukaan välttämään. POINCELOTIN (1986, s. 15) määritelmän mukaan orgaanisessa viljelyssä taas ei käytetä lainkaan kemiallisia lannoitteita ja torjunta-aineita.

Todennäköisesti LISA-termi tulee USAssa jatkossa yleistymään, sillä U. S. Department of Agriculture on ottanut sen käyttöönsä (ANON. 1988b). Keskustelua tämäkin termi herättää, sillä mm. LOCKERETZ (1988, s. 178) on kritisoinut LISAA. Hänen mielestään matalan tuotantopanoksen ja kestävyuden välillä on ilmeinen ristiriita: kestävyydellä on voimakas aikaperspektiivi, kun taas tuotantopanosten vähäisempi käyttö kiinnostaa viljelijöitä lähinnä vain tämän hetken taloudellisissa vaikeuksissa. Lockeretzin mukaan näiden kahden näkemyksen ero on yritetty eliminoida yhdistämällä ne termiksi "low-input/sustainable agriculture". LISAA pidetään synonyyminä eurooppalaiselle integroidulle viljelylle, sillä viljelytekniikka on menetelmissä samanlainen huolimatta eräistä eroavaisuuksista menetelmän kehittämisen lähtökohdissa.

MADDEN (1988, s. 1167) on määritellyt LISAn tilan kokonaisvaltaisen hoidon suunnitelmaksi, jossa yhdistellään erilaisia menetelmiä niin, että ne ovat kannattavia, vähentävät ympäristöhaittoja ja luovat kestävä pohjan tulevaisuutta varten. Monet menetelmistä ovat vanhoja, mutta LISALLA ei tarkoiteta paluuta vanhanaikaisuuteen, vaan siinä yhdistellään vanhoja hyväksihavaittuja menetelmiä

sekä uutta tietämystä ja teknologiaa. Madden painottaa viljelijän ammattitaidon olevan entistä tärkeämpää.

VARIS (1987, s. 245) tarkoittaa integroidulla viljelymenetelmällä luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn välimuotoa, jossa pyritään hyödyntämään molempien menetelmien parhaat puolet. Kyseisen viljelymenetelmän periaatteena on tuotantopanosten nykyistä säästeliäämpi käyttö sekä ekologisen ja biologisen tiedon hyödyntäminen viljelyjärjestelmän kehittämisessä. Muita määritelmiä ovat laati- neet esim. EDWARDS (1987, s. 149), SCHALLER (1990, s. 9) sekä EL TITI (1992, s. 34).

Integroitu viljelymenetelmä voidaan käsittää myös tietokonepohjaiseksi päätöksentekojärjestelmäksi, jonka avulla käytetyt tuotantopanokset pyritään hyödyntämään maksimaalisesti (DIERCKS 1983, s. 339). Tässä määritelmässä tulee edellisiä määritelmiä selvemmin viljelyn taloudellisuus huomioon otetuksi. Tois- taiseksi tietokoneohjelmien laatiminen on vasta alkuvaiheessa, sillä tarvittavan datan puuttuminen hidastaa kehittelytyötä. Tällä hetkellä ohjelmat voivat keskit- tyä vain yhteen viljelytoimenpiteeseen kerrallaan. Saksassa on kehitetty monta erillistä ohjelmaa erityisesti syysohran ja -vehnän viljelyyn (ADNER ja GEROWITT 1990, s. 215-230). Tanskassa on kehitteillä syysvehnän integroituun viljelyyn soveltuva tietokoneohjelma (OLESEN 1991, s. 217). Ennen tietokoneiden ja ohjelmien yleistymistä kirjallinen suunnittelu ja seuranta tilalla tehtävistä viljelytoimenpiteistä auttaisi viljelijää huomattavasti valitsemansa viljelymenetelmän toteuttamisessa (RUPPERT ja FISCHER 1990, s. 201).

3 Integroidun viljelymenetelmän kehittymisen syitä

3.1 Kestävä kehitys

Keskustelu kestävästä kehityksestä käynnistyi maailmanlaajuisesti vuonna 1987 pidetyn Ympäristön ja kehityksen maailmankomission kokouksen jälkeen. G. H. Brundtlandin johtaman komission raportissa "Yhteinen tulevaisuutemme" (Our common future) (ANON. 1988d, s. 24) todetaan: "Kestävällä kehityksellä pyritään tyydyttämään nykytarpeet ja täyttämään tämän päivän toiveet luopumatta kyvystä tehdä niin myös tulevaisuudessa." Kestävän kehityksen käsitteelle on syntynyt monenlaisia tulkintoja (mm. PEZZEY 1989). Laajimmillaan siihen katsotaan kuuluvan kehitys-, ympäristö- ja yhteiskuntapolitiikan. Suppeammin käsitettynä se liittyy taloudellisen toiminnan ja ympäristöpolitiikan yhteensovittamiseen (BARBIER 1989, s. 185; ALLEN ym. 1991, s. 35).

Kestävä kehitys on luonnollisesti levinnyt myös maataloutta koskeviin keskus- teluihin. Kestävän maatalouden suunnittelua ja toteutusta vaikeuttaa se, ettei ole maailmanlaajuisesti yhteisesti sovittua tavoitetta, mihin kestävällä maataloudella

pyritään (BATIE 1989, s. 1095). STENHOLIN ja WAGGONERIN (1990, s. 14) mukaan kestäväällä maataloudella tarkoitetaan viljelyn ulkoisvaikutusten¹⁾ huomioon ottavaa, resursseja säästävää ja yrittäjyyttä korostavaa viljelymenetelmää sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. IKERD (1990, s. 18-21) lisää vielä, että viljelymenetelmän täytyy olla yhteiskunnalle kannattava ja kilpailukykyinen. Yhteiskunnan kannalta kestävyuden ja kannattavuuden välillä ei ole ristiriitaa, mutta yrittäjille suurin ristiriita on lyhyen aikavälin kannattavuuden ja pitkän aikavälin kestävyuden välillä.

Kestävä kehitys on tulossa mukaan talouden suunnitteluun myös Suomessa. Valtioneuvosto on tehnyt selonteon eduskunnalle kestäväan kehitykseen tähtäävistä toimista (ANON. 1990a) ja YK:n Rion ympäristö- ja kehityskonferenssin (ANON. 1993e) jälkeen on perustettu kestävan kehityksen toimikunta. PELTOLA (1992, s. 2) on esittänyt, että Suomella on kaikki mahdollisuudet tulla kestävan kehityksen mallimaaksi.

3.2 Ympäristöongelmat

Kestävan kehityksen käsite liittyy läheisesti ympäristöongelmien ratkaisemiseen. Ympäristöongelmat aiheutuvat pääasiassa kolmesta eri tekijästä eli eroosiosta, torjunta-ainejäämistä ja typpi- ja fosforihuuhtoumista. Suomessa **eroosiota** esiintyy lähinnä Lounais-Suomessa tiiviillä savimailla, jossa sen arvellaan olevan nykyään voimakkaampaa kuin koskaan aiemmin (WAHLSTRÖM ym. 1992, s. 87-88, 240).

Torjunta-aineiden liiallinen käyttö on yksi maatalouden aiheuttamista ympäristöongelmista, minkä vuoksi niiden käytön vähentämiseen pyritään erityisesti teollistuneissa maissa. Pestisidien käyttömäärät vaihtelevat suuresti eri maissa (taulukko 1). Hollannissa käytetään ylivoimaisesti eniten pestisidejä muihin maihin verrattuna. Suomeen verrattuna ero on noin 25-kertainen. USAssa käyttömäärien alueellinen vaihtelu on suurta, mutta taulukossa on esitetty kaikkien osavaltioiden keskiarvo. Pestisidien käyttö on vähentynyt ainakin Suomessa ja Ruotsissa viime vuosina. Vuonna 1991 Suomessa käytettiin tuholaistorjuntaan n. 0.7 kg/ha tehoainetta ja Ruotsissa 0.6 kg/ha (ANON. 1993d, s. 275-277). Vuonna 1992 täällä käytettiin tehoainetta n. 0.6 kg/ha (HYNNINEN ja BLOMQVIST 1993, s. 537). Maatalouden ympäristöohjelman yhteydessä laaditun toimenpideohjelman mukaan torjunta-aineiden käyttö pitäisi vähentää puoleen eli n. 0.4 kg:aan hehtaaria kohti vuoteen 1995 mennessä (ANON. 1992b, s. 17).

¹ Ulkoisvaikutus on hinnoittelematon riippuvuussuhde kahden tai useamman taloudellisen yksikön välillä. Esimerkiksi ympäristön saastuminen on tyypillinen maatalouden aiheuttama negatiivinen ulkoisvaikutus. Positiivisena ulkoisvaikutuksena voidaan mainita maaseudun monipuolinen kulttuurimaisema (BAUMOL ja OATES 1988, s. 17-18).

Taulukko 1. Torjunta-aineiden käyttö (kg/ha) eri maissa 1980-luvulla (ANON. 1992c, s. 279; ANON. 1993d, s. 275-277).

	pestisidejä tehoainetta kg/ha			muutos %:na 1980-1990
	1980	1985	1990	
Suomi	0.9	0.8	0.8	-11
Ruotsi	1.7	1.7	0.8	-53
Norja	1.7	1.8	1.4	-18
Tanska	1.9	3.0	1.8	-5
Iso-Britannia	5.0	-	-	-
Saksa	4.4	4.0	4.4	0
Hollanti	20.6	22.4	19.8	-4
USA	2.0	2.1	2.0	0

Suomen elinkeinohallitus tutki vuosina 1981-1988 eri viljelykasvien torjunta-ainejäämiä. Jäämiä todettiin 27 %:ssa kaikista viljalajeista otetuista 181 näytteestä, mutta jäämät eivät ylittäneet sallittuja enimmäismääriä. Eniten torjunta-ainejäämiä löytyi mansikasta (PENTTILÄ ym. 1990, s. 18, 37). Suomessa ei juomavedestäkään ole löytynyt korkeita torjunta-ainejäämätasuuksia. Vesi- ja ympäristöhallituksen ja sosiaali- ja terveysministeriön vuosina 1990-1991 tekemässä valtakunnallisessa kaivotutkimuksessa 50 tutkitusta kaivosta yhdestä löytyi vähäinen määrä torjunta-ainetta (KORRKA-NIEMI ym. 1993, s. 96).

Maataloudessa käytettävät **kemialliset lannoitteet** aiheuttavat ympäristöongelmia joutuessaan vesistöihin. Maatalous ja vesien kuormitus -projektissa eli MAVEROSSA maatalouden todettiin olevan suurin yksittäinen vesien hajakuormittaja: vesistöjen typpikuormituksesta maatalous aiheuttaa lähes kolmanneksen ja fosforikuormituksesta yli puolet. Suomessa maatalouden aiheuttama typpikuormitus on yhteensä 20 000-40 000 tonnia ja fosforikuormitus 2 000-4 000 tonnia vuodessa (REKOLAINEN ym. 1992, s. 16-19). Hajakuormitus johtuu siitä, että kemiallisten lannoitteiden käyttömäärä on kasvanut epätaloudellisen korkeaksi eli suuremmaksi kuin mitä kasvit pystyvät hyödyntämään. Typen ja fosforin aiheuttamia ympäristöhaittojakaan ei tiedostettu vielä 1980-luvun alussa. Liiallisen lannoitteiden, lähinnä typen, käytön yhteiskunnalle aiheuttamia kustannuksia on vasta viime vuosina alettu arvioida eri maissa.

Taulukossa 2 on kuvattu eri maissa käytettyjä typpimääriä. Viime vuosina typen käyttömäärä on ollut yleisesti laskussa, vaikka se ei vielä näy OECD:n tilastoissa (ANON. 1993d). USAssa lannoitteiden käyttö vaihtelee hyvin paljon osavaltioiden välillä (VROOMEN 1989). Suomessa Kemiran tilastot (ANON. 1993a, s. 14) poikkeavat OECD:n tilastoista, joita on käytetty taulukossa 2. Kemiran

Taulukko 2. Eri maissa käytetyt typpimäärät (kg/ha) 1980-luvulla (ANON. 1993d, s. 269).

	puhdasta typpeä kg/ha			muutos %:na 1980-1990
	1980	1985	1990	
Suomi	77	84	81	+5
Ruotsi	77	77	75	-3
Norja	125	124	128	+2
Tanska	141	146	154	+9
Iso-Britannia	177	222	229	+29
Saksa	207	203	158	-24
Hollanti	561	560	415	-26
USA	57	50	53	-7

mukaan Suomessa käytettiin typpeä vuonna 1980 keskimäärin 83 kg/ha, vuonna 1985 n. 89 kg/ha ja vuonna 1990 n. 112 kg/ha. Taulukossa esitetään kuitenkin OECD:n tilastot, koska oletettavasti laskentaperiaate eri maiden välillä on sama ja luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Vuonna 1993 Suomessa käytettiin typpeä keskimäärin 94 kg/ha.

Suomen geologinen tutkimuskeskus tutki 5900 yksityistä kaivoa vuosina 1978-1982. Niistä 12 % sisälsi nitraatteja yli 30 mg/l, jota Suomessa pidettiin aiemmin nitraattipitoisuuden enimmäismääränä (LAHERMO ym. 1990, s. 64). Nykyään nitraatteja saa olla enintään 25 mg/l (HIISVIRTA 1991, s. 103). Vuosina 1990-1991 tehdyssä valtakunnallisessa kaivotutkimuksessa tutkittiin 295 kallioporakaivoa sekä 1126 kuilukaivoa ja lähettä. Kaivovedet sisälsivät nitraattia vain 0.5-15 mg/l eli tulos oli huomattavasti parempi kuin Lahermon ym. tutkimuksessa (KORKKA-NIEMI ym. 1993, s. 105).

Taulukossa 3 on esitetty eri maiden fosforin käyttömäärät OECD:n tilastojen mukaan. Suomen ja Norjan osalta luvut eivät vastaa niiden kansallisia tilastoja fosforin käyttömääristä, mutta eri maiden käyttömäärien vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi taulukossa esitetään OECD:n ilmoittamat luvut. Kemiran tilastojen mukaan Suomessa käytettiin vuonna 1980 fosforia keskimäärin 28 kg/ha, vuonna 1985 n. 31 kg/ha, vuonna 1990 n. 31 kg/ha ja vuonna 1993 n. 19 kg/ha (ANON. 1993a, s. 14). Norjassa fosforia käytettiin YK:n tilastojen mukaan vuonna 1980 keskimäärin 33 kg/ha, vuonna 1985 n. 27 kg/ha ja vuonna 1990 n. 19 kg/ha (ANON. 1991c, s. 276).

Useat komiteat ja työryhmät ovat pohtineet Suomen vesistöjen tilaa kymmenen viime vuoden aikana. Maatalouden vesistökuormitus vaihtelee suuresti alueittain, mutta pääsääntöisesti Etelä-Suomen viljanviljelyalueilla tilanne on huonompi

Taulukko 3. Eri maissa käytetyt fosforimäärät (kg/ha) 1980-luvulla (ANON. 1993d, s. 271).

	puhdasta fosforia kg/ha			muutos %:na 1980-1990
	1980	1985	1990	
Suomi	59	64	46	-11
Ruotsi	41	29	20	-51
Norja	77	63	41	-47
Tanska	42	40	35	-17
Iso-Britannia	58	62	57	-7
Saksa	112	99	51	-54
Hollanti	96	91	78	-19
USA	26	20	20	-23

kuin Pohjois-Suomen nurmiviljelyalueilla. Valtioneuvoston hyväksymän **vesien-suojelun tavoiteohjelman** (ANON. 1988c) mukaan suorat ravinnepestöt on lopetettava kokonaan, pellolta huuhtoutuvan fosforin määrää tulee pienentää kolmanneksella ja vanhat karjasuojat on kunnostettava uusien tasolle vuoteen 1995 mennessä. Samalla odotetaan eroosion, typpikuormituksen ja torjunta-ainehuuhtoumien vähenevän voimakkaasti. Vesiensuojelun tavoiteohjelman välitilin-päätöksessä todettiin, että fosforipäästöjen vähentäminen on mahdollista, mutta typpikuormituksen alentaminen on vaikeaa (ANON. 1993f).

Marraskuussa 1992 hyväksyttiin **maaseudun ympäristöohjelma** (ANON. 1992b), jolla pyritään edistämään peltoviljelyn ja karjatalouden vesiensuojelua, ilmansuojelua, maaseudun jätehuoltoa sekä alkuperäisluonnon ja kulttuurimaisen hoitoa. Ohjelman avulla vesienkuormitus pyritään alentamaan puoleen 1990-luvun alun tasosta vuoteen 1995 mennessä. Maaseudun ympäristötyöryhmä on esittänyt ympäristöhoitosuunnitelmia maataloustulolain mukaisen suoran tulotuen ja pinta-alalisän sekä joidenkin lainojen ja avustusten saamisen ehdoiksi. Viljelijöille on laadittu kaksi opasta ympäristöhaittojen vähentämiseen: **MTK:n ympäristöohjelma** (ANON. 1990b) ja **Hyvät viljelymenetelmät** -opas (KORKMAN ym. 1993).

3.3 Ylituotanto

Suomen maatalouden ja maatalouspolitiikan ongelmat ovat pitkälti samantyyppiset kuin muissakin teollisuusmaissa. Rajasuoja ja erilaiset hallinnolliset hintajärjestelmät ovat osaltaan kasvattaneet ylituotantoa. Tuotannon vähentämiseksi on luotu

mittava ja tavoitteiltaan ristiriitainen valtiollinen säätelyjärjestelmä. Eräiden arvioiden mukaan ylituotanto-ongelmien ratkaisemiseksi tuotantoa olisi leikattava neljännes nykyisestä, lähes kolmasosa pelloista tulisi poistaa viljelystä ja yli puolet maataloista lakkauttaa (ANON. 1993c, s. 8). Näin rajuihin leikkauksiin ei ole kuitenkaan ryhdytty, vaan ylituotantoa yritetään hillitä erilaisin tuotannon- vähentämistä ja luopumiskorvauksin, lannoiteverolla, tuotantokiintiöillä sekä velvoitekesannoinnilla. Integroitua viljelymenetelmää on ryhdytty kehittämään yhdeksi vaihtoehdoksi ylituotannon vähentämispyrkimyksiin.

Kesannointivelvoitteen, tavoitehintojen alentamisen ja vientikustannusmaksujen vaikutuksia tilan taloudelliseen tulokseen on arvioitu Maatalouden taloudellisessa tutkimuslaitoksessa (MTTL) tilamallilaskelmien avulla. Ne on laadittu vastaamaan eteläsuomalaisia olosuhteita keskimääräistä tehokkaammassa tuotannossa (ALA-MANTILA 1992, s. 8). Laskelmassa on otettu huomioon viherkesantopalkkio ja hehtaarituki. Edellä mainittujen tekijöiden vaikutuksesta viljelijän taloudelliset menetykset voivat olla 40 hehtaarin viljatilalla (puolet leipä- ja puolet rehuviljalla) yli 20 000 mk. Todellisuudessa tilojen kesken vaihtelu on suurta ja menetykset riippuvat paljon satotasosta.

3.4 Tuotantokustannussäästöt

Integroidun viljelyn tavoitteena on myös tuotantokustannussäästöjen aikaansaaminen. Suomen maatalouden hajanaisen rakenteen sekä pientila- ja pääomavaltaisuuden takia tuotantokustannukset ovat täällä korkeammat kuin niissä maissa, joissa tuotanto perustuu yhtenäisiin viljelyalueisiin ja suuriin yksiköihin. Pohjoisesta sijainnista johtuva lyhyt kasvukausi ja alhainen lämpötila korottavat osaltaan tuotantokustannuksia mm. sen vuoksi, että sadot jäävät alhaisiksi ja maatalouskoneiden tehollinen käyttöaika muodostuu lyhyeksi. Maatalouden suorilla ja välillisillä tuilla (mm. rajasuoja) on ylläpidetty maatalojen suurta lukumäärää. Samalla on aiheutettu maatalousmaan hinnannousua ja myötävaikutettu maatalojen korkeaan koneellistumisasteeseen. Maataloustuotteiden hintataso vaikuttaa yleensä tuotannossa käytettävien tuotantopanosten määrään: mitä korkeampi tavoitehinta on, sitä enemmän käytetään tuotantoa lisääviä ostopanoksia (ANON. 1989b, s. 91-93).

Suomessa maatalouden kustannusten alentamista on pohtinut ainakin kolme työryhmää. Maatalouden kustannustyöryhmän selvityksen mukaan lannoitteiden osuus maatalouden kustannuksista on yli 10 %. Tätä kustannuserää voidaan työryhmän mukaan alentaa viljavuustutkimuksen ja viljelysuunnitelman avulla. Torjunta-aineet voivat muodostaa kasvinviljelytiloilla huomattavan kustannuserän, jota pystytään pienentämään tarpeenmukaisella torjunnalla sekä ruiskujen huollolla ja säädöllä (ANON. 1991b, s. 43, 53). PEHKOSEN ym. (1993, s. 38) selvityksen mukaan viljelijöiden välisellä yhteistyöllä ja koneiden käyttöänsä pidentämisellä voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä.

MTTL:ssä tehdyn Suomen maatalouden kustannusrakennetta tarkastelevan tutkimuksen loppupäätelmänä on todettu, että kustannusjahnissa tarvitaan yhteiskunnan toimia, sillä kesannointi, kiintiöinti ym. tuotannonrajoittamistoimenpiteet vaikeuttavat tuoteyksikköä kohti laskettujen kustannusten alentamista tiloilla (PUURUNEN ym. 1993, s. 91-92). Käytännössä kustannusten alentamista helpottaisi viljelijöiden oma aktiivisuus. Kustannustutkimukseen liittyneen haastattelun mukaan viljelijät eivät ole kovin tietoisia tilansa tuotantokustannusten tasosta eivätkä niiden kehityksestä. Budjetointia tai muita vastaavia suunnitelmia tehdään vain vajaalla 10 %:lla tiloista (SALLINEN 1992, s. 47).

3.5 Maaseudun elinvoimaisuuden säilyttäminen

Viljelyn laajaperäistäminen ja näin ollen myös integroitu viljely on nähty yhtenä keinona maaseudun elinvoimaisuuden säilyttämiseksi. Tavanomaista viljelyä pidetään tuotantorakennetta yksipuolistavana ja ympäristöä kuormittavana toimintana. Intensiivistä maataloutta on moitittu siitä, että se tuhoaa edellytykset säilyttää monimuotoinen maaseutu. Maatalous vastaa suurelta osin merkittävien kulttuuriperinteiden, virkistys- ja esteettisten arvojen ylläpidosta ja kehittämisestä sekä eläin- ja kasvilajistojen säilyttämisestä (ANON. 1988a, s. 1).

Euroopassa on maaseudun merkitystä tutkittu jo useita vuosia. Euroopan unioni on vahvistanut kaksi tukimuotoa, joilla pyritään säilyttämään etupäässä luonnonolosuhteiden takia epäedullisten alueiden maanviljelyn jatkuminen, vähimmäisasutuksen ylläpitäminen ja maaseudun säilyminen. Vuoristoisten ja epäedullisten alueiden tukea (Less favoured areas, LFA) on myönnetty Etelä-Euroopan vuoristoalueille ja Skotlannin ja Walesin ylängöille (ANON. 1975). Direktiivillä haluttiin kompensoida luontaisilta edellytyksiltään heikkojen maatalousalueiden alhaista tuottavuutta. Ympäristöherkillä alueilla (Environmentally sensitive areas, ESA) tarkoitetaan alueita, joilla katsotaan olevan ekologista tai maisemallista merkitystä (ANON. 1985). Vuonna 1989 EU on määritellyt ympäristöherkiksi alueiksi yhteensä n. 2.56 miljoonaa hehtaaria Saksasta (1.73 milj. ha), Hollannista (0.05 milj. ha) ja Iso-Britanniasta (0.78 milj. ha). Näistä EU on valmis maksamaan korvauksia vain 0.74 miljoonalle hehtaarille (ANON. 1992a, s. T/136).

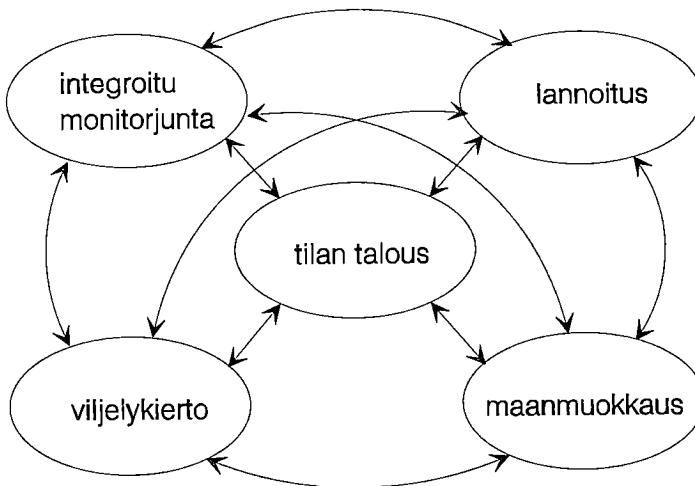
Suomessa huomattiin maaseudun muikin kuin tuotantotoimintaan liittyvä merkitys 1980- ja 1990-lukujen taitteessa. Silloin todettiin, että maaseutukulttuurin ja kulttuurimaiseman suojelun keskeisin edellytys on maaseudun säilyttäminen elinvoimaisena. Kulttuurimaisemien hoito on tullut sitä tärkeämmäksi, mitä enemmän kulttuurimaisemiin liittyviä arvoja on menetetty ja mitä suurempi uhka niihin kohdistuu. Maisema-aluetyöryhmä on ehdottanut Maa- ja metsätalousministeriölle, että maisemanhoidon tukijärjestelmään siirrettäisiin maataloustuen vähentymisestä säästyviä varoja. Käytännön toteutuksen mahdollisuudesta työryhmällä ei ollut selvää ehdotusta (ANON. 1991a, s. 236; ANON. 1993c, s. 80).

4 Integroitu viljelymenetelmä käytännössä

Integroidun viljelyn osatekijöitä ovat monitorijunta, lannoitus, maanmuokkaus, viljelykierto ja tilan talous. Niiden vaikutussuhteet on esitetty kuviossa 2. Integroidun viljelyn osatekijöiden avulla pyritään hyödyntämään tehokkaasti tuotantopanoksia ja työvoimaa sekä alentamaan yksikkökustannuksia ja parantamaan kustannus-hyöty-suhdetta (ANON. 1989a, s. 195).

4.1 Integroitu monitorijunta

CARTER in (1988, s. 126) mukaan integroidussa monitorijunnassa (integrated pest management, IPM tai integrated control, IC) pyritään yhdistämään biologinen, mekaaninen ja kemiallinen torjunta niin, että yhdistelmän avulla pystyttäisiin taloudellisesti vähentämään tuholaisten aiheuttamia haittoja ja minimoimaan kemiallisten torjunta-aineiden käyttö. Integroidun monitorijunnan osatekijöitä ovat kunnollinen viljelykierto, kestävä lajikkeet, oikea lannoitus, mekaaninen rikkakasvien torjunta, luonnollisten vihollisten käyttö, kylvö- ja korjuuajankohdan valinta, aluskasvien käyttö, tuholaipopulaatioiden esiintymisen ennustaminen ja pestisidien käytön oikea ajoitus.



Kuvio 2. Integroidun viljelymenetelmän osatekijät (EDWARDS 1987, s. 150).

Integroidun monitorjunnan toteuttaminen peltokasvinviljelyssä on vaikeaa, vaikka menetelmässä on saavutettu hyviä tuloksia kasvihuone- ja puutarhaviljelyssä (WILDBOLZ 1989, s. 3; CRÜGER 1990, s. 239; GALLI 1990, s. 341). Integroidun monitorjunnan heikkoutena on se, että kukin yksittäinen torjuntamenetelmä kohdistuu vain yhteen tuholaisytyppiin. Viljelijä tarvitsee jokaiselle kasvilajille ja edelleen jokaiselle tuhoeläin-, kasvitauti- ja rikkakasvityypille oman torjuntaohjelman. Käytännössä integroitu monitorjunta perustuu kasvustojen tarkkailuun, jotta tuholaiden aiheuttamien vahinkojen määrä ja torjunnan tarve selviäisivät (ANON. 1989a, s. 209; LUNA ja HOUSE 1990, s. 166). Koetulokset ovat osoittaneet, että tarpeenmukainen torjunta antaa usein paremman taloudellisen tuloksen kuin tavanomainen ja vähennetty torjunta (KUHLMANN 1990, s. 45-48).

4.2 Lannoitus

Integroidussa viljelyssä lannoituksen tavoitteena on nykyistäkin suunnitelmallisempi, maan kasvukunnon ja viljelykasvin ravinnetarpeen huomioonottava viljelytekniikka. Kasvien kasvun ja kehittymisen ratkaisee yleensä niiden saama typen määrä. Liian suuret typpipitoisuudet eivät pelkästään ole ympäristölle haitallisia, vaan ne saattavat johtaa korkeampiin tauti- ja tuholaisesiintymiin, lakoutumiseen ja tuotteiden laadun heikkenemiseen (DAAMEN ym. 1989, s. 315). Toisaalta riittävä typpi on kuitenkin kasveille välttämätöntä. Typen puutteesta kärsivät kasvit ovat pieniä ja kitukasvuisia, kasvin versoutuminen vähenee ja tähkä jää lyhyeksi eikä se pysty tuottamaan kunnan satoa (MENGEL ja KIRKBY 1978, s. 295-317).

Kemiallisen lannoitteiden käytön vähentämisessä kyse ei ole ravinteiden käyttömäärän alentamisesta vaan siitä, että kemiallisia lannoitteita korvataan orgaanisilla silloin, kun se on taloudellisesti järkevää. MILLERin ja LARSONin (1989, s. 564) sekä LOWRANCE:n (1990, s. 51) mukaan kemialliset lannoitteet tulevat säilymään pääasiallisena ravinnelähteenä, mutta niiden käyttömäärään ja levitystekniikkaan täytyy kiinnittää erityistä huomiota. VEREIJEN (1990, s. 359-364) on kehitellyt integroitua lannoitusmenetelmää (integrated nutrient management, INM), joka perustuu lannoitteiden käyttöön niin, että kasvit saisivat niistä maksimihyödyn ja ympäristöön liukenesi ravinteita mahdollisimman vähän. INM:n lähtökohtana on viljavuusanalyysi.

Maatalouden ympäristönsuojelututkimuksen ja -neuvonnan työryhmän mietinnössä (ANON. 1988a, s. 2) ja HEINosen (1990, s. 214) tutkimuksessa on todettu kemiallisten lannoitteiden järkevän käytön olevan sopusoinnussa ympäristönsuojelun tavoitteiden kanssa. Huuhtoutumiskokeet ovat osoittaneet, että taloudellisesti optimaalinen kemiallisten lannoitteiden käyttö on hyvin lähellä sellaista lannoitusta, jolla tuoteyksikköä kohti lasketut typpipäästöt ovat minimissään.

Suomalaiset ja ulkomaiset tutkimustulokset ovat osoittaneet typen liukenemisen kohoavan jyrkästi, jos sitä annetaan yli 100 kg/ha (Esala 1992, s. 38; Elonen 1993, s. 2; Wagstaff 1987, s. 3).

4.3 Maanmuokkaus

Tehokas muokkaus vähentää maan orgaanisen aineksen pitoisuutta, heikentää mururakenteen pysyvyyttä sekä lisää huuhtoutumista ja eroosiota. Olki ja sänki ovat osoittautuneet maanhoidollisesti hyvin arvokkaiksi, vaikka ne aiheuttavat teknisiä ongelmia kevennytyssä maanmuokkauksessa. Kasvinjätteet vähentävät haihtumista ja säästävät kevätkosteutta. Ajokertojen vähentyminen alentaa kustannuksia ja vähentää maan tiivistymistä. STINNER ja BLAIR (1990, s. 130) määrittelevät kevennetyn maanmuokkauksen sellaiseksi menetelmäksi, jossa vähintään 30 % kasvijätteistä jää maanpinnalle. Kevennytyllä maanmuokkauksella tarkoitetaan yleensä kyntämättä viljelyä, esim. aurattomassa viljelyssä kyntö on korvattu sänkimuokkauksella. Kevennetyn muokkauksen äärimmäinen muoto on suorakylvö (PITKÄNEN 1992, s. 1).

Kevennytyssä maanmuokkauksessa on myös haittapuolia. CROSSON (1989, s. 29) toteaa integroidun viljelymenetelmän ja kevennetyn maanmuokkauksen yhdistämisessä olevan selviä vaikeuksia, koska integroituun viljelymenetelmään kuuluu myös vähennetty pestisidien käyttö. Crossonin mukaan erityisesti silloin, kun maa jätetään kokonaan muokkaamatta, joudutaan käyttämään enemmän pestisidejä kuin perinteisessä muokkausmenetelmässä. HEINONEN (1990, s. 214) on esittänyt, että vain tehokkaat torjunta-aineet mahdollistavat kyntämättä viljelyn. Suomessa auraton viljely soveltuu parhaiten savi- ja hiesumaille.

4.4 Viljelykierto

Viljelykierto on viljelytekniikka, jossa samaa kasvia ei kasvateta samalla lohkolla kahta vuotta kauempaa lukuunottamatta nurmikasveja (ANON. 1992c, s. 238). Viljelykierron monipuolistaminen on melko ongelmallista, koska nurmen ja heinän markkinat ovat vähäiset (BEZDICEK ja GRANATSTEIN 1989, s. 117). Käytännössä viljelykierron kannattavuus riippuu viljelykasvien hintasuhteista ja tuotanto-kustannuksista. Viljelykierron lisäksi tärkeää on kasvupaikalle sopivan lajikkeen valinta. Integroituun viljelyyn sopivien lajikkeiden jalostus on vasta alkuvaiheessa (ATLIN ja FREY 1989, s. 53; KEYDEL 1990, s. 135).

Monipuolisen viljelykierron etuja ovat mm. kasvitautien esiintymisriskin väheneminen, vesitalouden epätasapainon ja eroosion aleneminen, palkokasvien käytön seurauksena kemiallisen typpilannoituksen tarpeen pieneneminen sekä rikkakasvien ja tuholaisien torjuntatarpeen väheneminen. Lisäksi maaperän tuottoky-

kyä hyödynnetään paremmin, koska erilaiset kasvit käyttävät ravinteita eri suhteissa hyväkseen ja niiden erilainen juuristo kuohkeuttaa maaperää (HEICHEL 1987, s. 30; HIGGS ym. 1990, s. 68).

Toisaalta viljelykierron heikkouksia ovat suuremman koneistuksen vaatimus ja lisääntynyt kemiallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden tarve. Nykyisessä tilanteessa (ylituotanto ja alentuneet tuottajahinnat) viljelijät pyrkivät kustannustehokkuuteen rationalisoimalla toimintaansa ja viljelemällä vain tuottoisia vilja- ja juurikasveja. Niiden viljely jättää maan paljaaksi suurimmaksi osaksi vuotta, jolloin se on alttiina eroosiolle (ANON. 1992c, s. 283).

4.5 Tilan talous

Tilan taloudella on luonnollisesti keskeinen rooli integroidun viljelymenetelmän harjoittamisessa. Integroidun viljelyn laajamittainen toteuttaminen edellyttää, että sen täytyy olla yhtä kannattavaa kuin tavanomainen viljely, ellei viljelijä ole halukas maksamaan nykyistä ympäristöstävällisemmästä tuotannosta. Viljelijähaastatteluun perustuneen asennetutkimuksen mukaan noin puolet haastatelluista ovat valmiita osallistumaan ympäristön hyväksi yhteisesti määritettyihin tavoitteisiin ja sellaisiinkin tuotantomenetelmiin, jotka saattavat laskea heidän tulotasoaan (PIRTTIJÄRVI 1991, s. 31). Vaikka noin puolet viljelijöistä ilmoittavat olevansa halukkaita konkreettisiin tekoihin ympäristönsuojelun puolesta, voi aikomuksen ja teon välillä olla ristiriita. Viljelijöiden tavoitteena on kannattava toiminta, eikä nykyisen maatalouspolitiikan aikana ole monille mahdollista alentaa vapaaehtoisesti tulotasoaan.

Harjoitettu maatalouspolitiikka vaikuttaa oleellisesti yrittäjän mahdollisuuksiin järjestää tilan tuotanto, sillä hän joutuu toimimaan annetuissa olosuhteissa. Nykyinen maatalouspolitiikka on tavoitteiltaan ja keinoiltaan ristiriitaista, sillä sen avulla pyritään ratkaisemaan samanaikaisesti sekä alue- ja sosiaalipolitiikan että tulo-, hinta- ja tuotantopolitiikan ongelmia. Maatalouspolitiikan suunnittelua ja toteutusta vaikeuttaa myös epävarmuus päätösten vaikutuksista sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä (CACEK ja LANGNER 1986, s. 26).

Ympäristönsuojelun näkökulmasta katsottuna nykyisin harjoitettava maatalous hyödyttää viljelijöitä, mutta samanaikaisesti se luo yhteiskunnallisia haittoja ja kustannuksia. On esitetty, että maatalous- ja ympäristöpolitiikan yhdistäminen johtaisi parempaan maatalouden kannattavuuteen ja ympäristönsuojeluun. Tällä hetkellä niiden välillä on pahoja ristiriitoja eikä ympäristöpolitiikan toteuttamiseen ole keinoja. Ekonomistit ovat tutkineet eri keinojen vaikutusta näiden ongelmien ratkaisemiseen, mutta yksiselitteistä vastausta ei ole löydetty. Poliittisia keinoja ylituotannon ja ympäristön saastumisen vähentämiseksi ovat mm. ympäristölle haitallisten tuotantopanosten verotuksen kiristäminen, tuottajahintojen alentaminen, kemiallisten tuotantopanosten käytön rajoittaminen ja suora tulotuki.

5 Viljelymenetelmän kannattavuuden arvioiminen

Neoklassisen talousteorian mukaan yrittäjän päämääränä on voiton maksimoiminen, mutta päämääränä voi olla myös toiminnan jatkuvuuden turvaaminen ja toimeentulon hankkiminen yrityksessä työskenteleville. Maatilyrityksen päämäärät voivat olla luonteeltaan sekä taloudellisia että sosiaalisia (CRAMER ja JENSEN 1982, s. 77).

Integroidun viljelymenetelmän kannattavuuden arvioimiseen käytetään samoja menetelmiä kuin tavanomaisen ja ekologisen viljelymenetelmän arvioimiseen. Panos/tuotos- ja panos/panos-suhteiden tarkastelu vaatisi laajan aineiston, mutta teoriassa suhteita integroidussa viljelyssä voidaan tarkastella. Koeaineiston suppeuden vuoksi viljelymenetelmän kannattavuutta tutkitaan käytännössä mm. kateuottomenetelmällä.

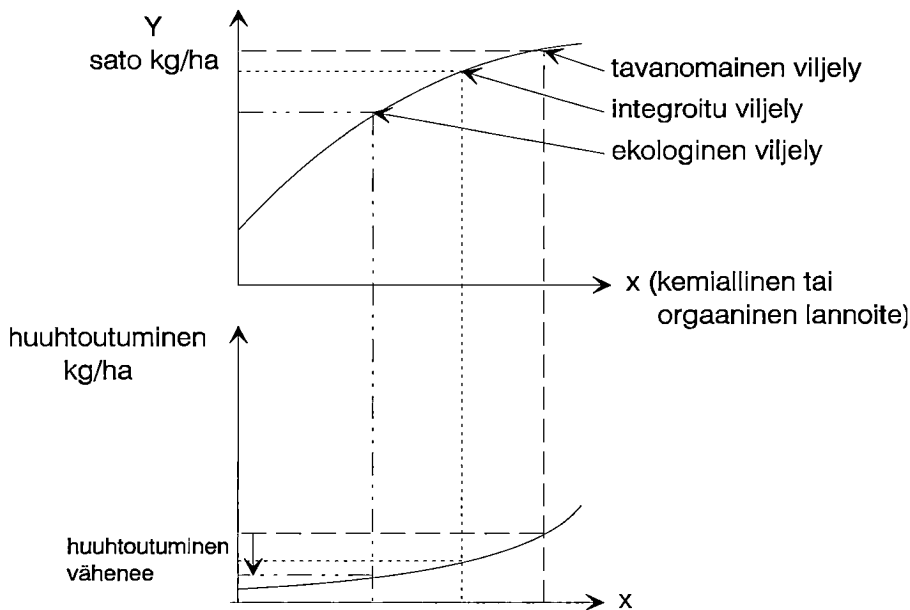
5.1 Tuotantoprosessin teoreettinen tarkastelu

5.1.1 Panos/tuotos-suhteet

Kuviossa 3 on havainnollistettu panos/tuotos-suhteen avulla typen ja fosforin huuhtoutumisen ympäristövaikutusta. Tavanomaisen, integroidun ja ekologisen viljelyn tuotantofunktio ei perustu tässä esimerkissä empiiriseen aineistoon. Oletettavasti niillä olisi keskenään erilaiset tuotantofunktiot, mutta sellaista aineistoa ei ole saatavilla, jonka perusteella ne voisi esittää. Jos tavanomainen viljely on hyvin voimape räistä, huuhtoutuminen kasvaa voimakkaasti tietyn pisteen jälkeen. Ympäristön kannalta olisi hyvä, jos osa kemiallisista lannoitteista korvattaisiin orgaanisilla lannoitteilla, koska tällöin typpi ja fosfori olisivat kauemmin sidoksissa eivätkä huuhtoutuisi yhtä herkästi kuin kemiallisia lannoitteita käytettäessä.

Nykyisen käsityksen mukaan typpeä saisi käyttää enintään 100 kg/ha, että kasvit voivat vielä hyödyntää sen (ESALA 1992, s. 38; ELONEN 1993, s. 2). Etelä- ja Lounais-Suomessa, jossa esiintyy paikallisesti ympäristöongelmia, typpeä käytettiin vuonna 1993 n. 116 kg/ha. Vuosina 1988-1991 typen käyttö oli korkeimmillaan n. 130 kg/ha. Fosforia käytettiin vuonna 1993 n. 25 kg/ha ja huippuvuosina 1988-1991 n. 41 kg/ha (ANON. 1993a). Fosforin käyttömäärä on nykyään suosituksen mukainen. Typen käytön tutkimustuloksiin verrattuna Etelä- ja Lounais-Suomessa näyttäisi ympäristön kannalta olevan hyödyllistä alentaa typpilannoitteen käyttöä n. 15-20 %, mikä parantaisi ympäristöä tilaa ja vähentäisi rehevöitymistä.

Kuvion 3 perusteella ei voi tehdä kannattavuusvertailuja, koska tuotantofunktio ei ole todelliseen koeaineistoon pohjautuva. Lisäksi ekologisesti viljellyistä tuotteista maksetaan korkeampaa hintaa kuin tavanomaisesti ja integroidusti viljeltyistä tuotteista. Käytännössä ekologisen ja integroidun viljelyn kannattavuus

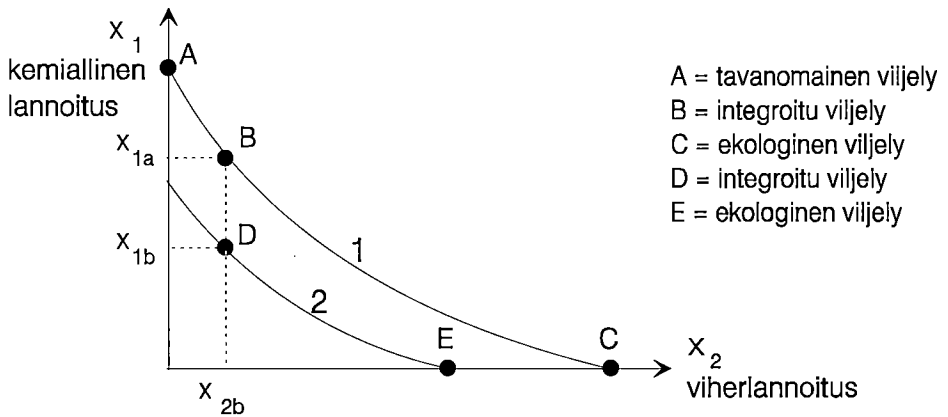


Kuvio 3. Tuotantofunktio ja lannoitteiden huuhtoutuminen.

voi perustua alhaisempiin tuotantokustannuksiin verrattuna tavanomaiseen viljelyyn. Tällöin niiden tuottama voitto voi muodostua suuremmaksi, vaikka tuotot jäisivät pienemmiksi kuin tavanomaisessa viljelyssä.

5.1.2 Panos/panos-suhteet

Panos/panos-teorian yhteyttä integroituun viljelyyn on havainnollistettu kuviossa 4. Samatuotuskäyrien muodot eivät ole todellisia. Samatuotuskäyrä 1 kuvaa tilannetta, jossa integroitua ja ekologista viljelyä harjoitetaan yhtä voimaperäisesti kuin tavanomaista viljelyä. Piste **A** kuvaa tavanomaista viljelyä, jossa käytetään vain kemiallisia lannoitteita. Piste **B** kuvaa integroitua viljelyä, jossa käytetään x_{1a} :n verran kemiallista lannoitetta ja x_{2b} :n verran viherlannoitusta. Piste **C** kuvaa ekologista viljelyä, jossa käytetään vain viherlannoitusta. Samatuotuskäyrä 2 kuvaa tilannetta, jossa integroidussa ja ekologisessa viljelyssä käytetään alhaisempaa intensiteettiä kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tuotos on tässä tapauksessa alhaisempi. Pisteessä **D** integroidussa viljelyssä käytetään x_{1b} :n verran kemiallista lannoitetta ja x_{2b} :n verran viherlannoitusta. Pisteessä **E** ekologisessa viljelyssä käytetään vain viherlannoitusta. Kemiallisen lannoitteen ja viherlannoituksen



Kuvio 4. Panos/panos-suhteet tavanomaisessa, integroidussa ja ekologisessa viljelyssä.

käytön taloudellisuus riippuu niiden hintasuhteista, joka kuviossa näkyisi samakustannussuorana p_1/p_2 . Jos toinen panos kallistuu enemmän, samatuotoskäyrä ei siirry symmetrisesti.

5.2 Ei-taloudellisten tekijöiden vaikutus

Maatalousekonomistit ovat keskustelleet siitä, voidaanko pienimuotoisessa maataloustuotannossa havaita ollenkaan pyrkimystä voiton maksimointiin. RENBORG (1971, s. 142), GALECKI (1972, s. 12) ja STANTON (1978, s. 735) eivät pidä voiton maksimointia riittävänä tavoitteena silloin, kun tuotantoa suunnitellaan tilatasolla. Viljelijän lopulliseen tuotantopäätökseen vaikuttaa se, että maatila on yritys, jossa tavoitellaan hyvää taloudellista tulosta ja toisaalta se, mitä muita arvostuksia, tarpeita ja tavoitteita viljelijällä on. Koska maatila on samanaikaisesti sekä yritys että kotitalous, taloudellisen tuloksen lisäksi sen tuotantorakenteeseen vaikuttavat mm. toiminnan jatkuvuuden turvaaminen pitkällä aikavälillä, resurssien lisääminen ja arvonannon kasvu paikallisessa sosiaalisessa järjestelmässä (HARSH ym. 1981, s. 2). Harshin mukaan tämä on maatilayrittämisen lähtökohta, vaikka nykyään korostetaankin maatilalan yritystoiminnan eriyttämistä kotitaloudesta. Asetelma tulee mahdollisesti muuttumaan sivutoimisuuden lisääntyessä.

KUHLMANN (1990, s. 39-50) sekä MADDEN ja DOBBS (1990, s. 460) ovat arvioineet integroituun viljelyyn siirtyneen yrittäjän prioriteetteja. Integroidun viljelyn täytyy luonnollisesti olla kannattavaa, mutta viljelijöillä on monia muita

tavoitteita sen lisäksi, sillä heidän suunnittelujaksonsa ulottuu pitemmälle kuin tavanomaista viljelyä harjoittavan viljelijän. Integroidussa viljelyssä viljelijän yrittäjäyys ja ammattitaito korostuvat entisestään verrattuna tavanomaiseen viljelyyn (ANDREW 1987, BERGER ym. 1989). "Integroidut" viljelijät yrittävät viljelymenetelmän valinnan kautta ehkäistä ympäristön saastumista ja sen mahdollisesti aiheuttamaa terveyden- ja tulonmenetyksriskiä. Toistaiseksi ympäristötuhot ja terveyttä uhkaavat tekijät eivät ole kuitenkaan laajasti vaikuttaneet viljelijöiden viljelymenetelmävalintoihin.

Luonnonolosuhteet asettavat omat rajoituksensa tilalla harjoitettavaan tuotantoon. Tilan viljelyolosuhteet vaikuttavat siihen, mitä tilalla voidaan tuottaa ja miten tuotanto järjestää. Joillakin maaloilla esim. juolavehänä on niin suuri ongelma, että sen torjumiseen on pakko käyttää glyfosaattia, avokesantoa ja kunnollista syyskylväystä. Maan laatu ja happamuus voivat olla epäedullisia joillekin kasveille niin, etteivät ne viihdy kyseisellä lohkolle eikä kunnollista viljelykiertoa pystytä muodostamaan.

5.3 Viljelymenetelmän kannattavuuden mittaaminen

Maatalouden kannattavuudelle on muodostunut monenlaisia tulkintoja sen mukaan, kenen kannalta kannattavuutta tarkastellaan, millaisia tekijöitä siihen halutaan sisällyttää ja millaisilla tunnusluvulla sitä halutaan mitata. MAEN (1964, s. 71) mukaan absoluuttista kannattavuutta voidaan tarkastella tuottojen ja kustannusten erotuksen eli voiton (tai tappion) avulla. Usein kuitenkin käytetään suhteellista kannattavuutta osoittamaan sitä, kuinka hyvin saavutettu taloudellinen tulos vastaa viljelijän etukäteen asettamia tavoitteita.

Katetuottolaskelmalla voidaan tutkia saman tilan eri tuotannonhaarojen sekä tietyn tuotannonhaaran eri tuotantomenetelmien keskinäistä suhteellista kannattavuutta. Tässä tutkimuksessa katetuottomenetelmä sopii tavanomaisen, integroidun ja ekologisen viljelymenetelmän keskinäiseen kannattavuusvertailuun, sillä tutkimuksessa ei pyritä integroidun viljelymenetelmän absoluuttisen kannattavuuden esittämiseen, vaan pyritään selvittämään integroidun viljelyn kilpailukyky muihin viljelyjärjestelmiin verrattuna. Koska kiinteät kustannukset ovat yhtä suuret eri viljelyjärjestelmissä, tässä vertailussa tarvitsee ottaa huomioon vain viljelyjärjestelmästä riippuvat tuotot ja muuttuvat kustannukset. Kokonaislaskelma antaisi yhtäläisen tuloksen tässä tarkasteltavien viljelyjärjestelmien keskinäisestä suhteellisesta kannattavuudesta kuin ylijäämälaskelmakin.

6 Tutkimusaineisto

6.1 Koejärjestelmä

Tutkimuksen aineistona on käytetty Helsingin yliopiston Suitian koetilalla vuosina 1989-1992 suoritetuista viljelyjärjestelmäkokeista, joissa tutkittiin tavanomaista, integroitua ja ekologista viljelymenetelmää (taulukko 4). Viljelykierrat olivat nelivuotisia ja jokaisessa kierrossa oli kaksi kerrannetta (a- ja b-kierto), jolla tarkoitetaan koekasvien viljelyn toistojen määrää. Tässä tutkimuksessa kierrot aloitettiin kahdesta eri kohdasta samanaikaisesti, jotta saatiin useampia vertailtavia satotuloksia kokeen kestoajan kuluessa. Koalojen koko oli 20 x 60 m ja koeruudut oli järjestetty siten, että niiden tulokset olivat vertailukelpoisia mm. maalaajin (liejusavi) ja pinnanmuodostuksen suhteen. Sääolot poikkesivat normaaleista sääoloista vuosina 1991 ja 1992. Syksy 1991 oli korjuuosuhteiltaan sateinen, jolloin syysrukiin sakoluku putosi huomattavasti. Kesä 1992 oli puolestaan sateeton, jolloin ohrasta saatiin satoa vain n. 600 kg/ha.

Ekologisen ja integroidun viljelyn koaloilla oli viljelty ekologisesti ja tavanomaisen viljelyn koaloilla tavanomaisesti vuodesta 1982 lähtien (HANNUKKALA ym. 1990, s. 295). Ennen kokeen aloittamista kaikki koeruudut olivat puna-apilakesannolla. Ekologisesti viljeltyjä tuotteita voidaan pitää ns. luomutuotteina, koska kolmen vuoden siirtymäaika oli kulunut ennen tämän viljelyjärjestelmäkokeen aloittamista. Keväällä 1992 viherkesantokasveja ei enää kylvetty, koska koe päättyi.

Tavanomaisessa viljelyssä käytettiin kemiallisia torjunta-aineita suositusten mukaan (liite 1). Fungisideja tarvittiin vain vuonna 1989 kevätvehnän viljelyssä. Integroidussa viljelyssä pyrittiin tarpeenmukaiseen torjuntaan ja ainoastaan vuonna 1991 käytettiin kevätvehnän rikkakasvitorjunnassa herbisidiä minimisuositusmäärä. Ekologisessa viljelyssä ei käytetty kemiallista torjuntaa.

Tavanomaisessa viljelyssä käytettiin suositusten mukaisia lannoitemääriä, paitsi hernettä ei lannoitettu ollenkaan (liite 1). Integroidussa viljelyssä käytettiin vain puolet suositusten mukaisista lannoitemääristä sekä lisäksi kevätvehnän ja ohran typensaannin turvaamiseksi kylvettiin edellisvuoden viljelykasvin aluskasviksi puna-apila. Yhtenä vuotena maa oli ruisvirnakesannolla, jonka jälkeen kylvettiin syysruis. Ekologisessa viljelyssä ei käytetty lainkaan kemiallisia lannoitteita. Lannoitteina käytettiin ainoastaan samoja viherlannoituskasveja kuin integroidussa viljelyssä.

Tutkimusaineiston perusteella on mahdollista vertailla kevätvehnän, syysrukiin ja ohran menestymistä tavanomaisessa, integroidussa ja ekologisessa viljelyssä. Eri viljelykiertojen kannattavuutta on myös tutkittu, vaikka kierrot eivät olleetkaan samanlaisia. Tavanomaisen viljelymenetelmän kierto oli *kevätvehnä - herne - syysruis - ohra*. Integroidussa ja ekologisessa viljelymenetelmässä kierto oli

Taulukko 4. Tavanomaisen, integroidun ja ekologisen viljelyjärjestelmän viljelykierrat ja menetelmät Suiiassa vuosina 1989-1992.

	tavanomainen viljely	integroitu viljely	ekologinen viljely
<u>viljelykierto</u>			
a/b-kierto			
1989/1991	kevätehnä	kevätehnä	kevätehnä
1990/-	herne	viherkesanto	viherkesanto
1991/1989	syysruis	syysruis + puna-apila	syysruis + puna-apila
1992/1990	ohra	ohra + puna-apila	ohra + puna-apila
<u>kemiallinen torjunta</u>			
	herbisidi fungisidi (tarvittaessa)	herbisidi (tarvittaessa minimisuositusmäärä)	-
<u>kemiallinen lannoitus</u>			
	80-110 kg N/ha	40-55 kg N/ha	-
<u>viherlannoitus</u>			
kylvövuoden mukaan a/b-kierto			
1989/1991	-	-	-
1990/-	-	ruisvirna	ruisvirna
1991/1989	-	puna-apila	puna-apila
1992/1990	-	puna-apila	puna-apila

vastaavasti *kevätehnä - ruisvirna - syysruis - ohra*. Integroidun viljelymenetelmän eri osatekijöiden vaikutuksia lopputulokseen ei ollut mahdollista selvittää tämän aineiston perusteella, mutta niistä löytyy aiempia tutkimustuloksia. Koekasvien katetuottona on käytetty katetuotto II:sta, koska mahdollisesti erisuuruinen työn tarve eri viljelymenetelmissä haluttiin ottaa tarkastelussa huomioon. Ekologisessa viljelyssä tarvitaan yleensä suurempi työpanos kuin tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä (BRORSSON ja MATTSSON 1982, s. 110).

6.2 Tuotteiden ja tuotantopanosten hinnoittelu

Tutkimuksessa tuotteiden yksikköhinnat on laskettu vuoden 1992 hinnoitteluperusteiden mukaan (ANON. 1992d). Tuotteiden hinnoittelussa on otettu huomioon sadon laatukorjaukset, herneen tuotantopalkkio, viherkesantokorvaus ja vientikustannusmaksu, joka oli 10 p/kg vuonna 1992 (ANON. 1992e). Integroidusti viljellyistä tuotteista maksetaan saman verran kuin tavanomaisesti viljellyistä tuotteista. RISSANEN ja TAURIAISEN (1992, s. 10) suorittaman haastattelun mukaan viljelijät saivat ekologisesti viljellyistä leipäviljoista 25 % ja rehuviljoista 8 % enemmän kuin tavanomaisesti viljellyistä tuotteista.

Kierroissa olevien kasvien muuttuvat kustannukset on laskettu käyttämällä maaliskuun 1992 vähittäismyyntihintoja. Muuttuvissa kustannuksissa on otettu huomioon siemen-, lannoite-, torjunta-aine-, traktorityö-, leikkuupuinti-, kuivaus- ja lajittelukustannukset sekä liikepääoman korko. Liikepääoman koron ja katetuotto II:n laskemisessa on huomioitu kiinteisiin kustannuksiin kuuluva työ kustannus.

7 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Tutkimuksen aineisto oli melko suppea, koska viljelyjärjestelmäkoe kesti vain neljä vuotta (1989-1992) ja kerranteita oli kaksi. Viljelyjärjestelmäkoe ei alun pitäen ollut suunniteltu taloudelliseen analyysiin vaan biologiseksi tutkimukseksi. Viljelykiertoja ei ollut laadittu samanlaisiksi, mikä vaikeuttaa niiden keskinäistä vertailua. Tavanomaisessa viljelykierrossa viljeltiin yhtenä vuotena hernettä, mutta sen viljelyssä ei selvästikään pyritty hyvään taloudelliseen tulokseen. Hernettä kylvettiin vain n. 65-80 % normaalista kylvösiemenmäärästä eikä sille annettu ns. starttilannoitusta. Rikkakasveja ei torjuttu kemiallisesti, vaikka rikkakasvit kasvavat yleensä rehevästi puhtaissa hernekasvustoissa. Integroidussa ja ekologisessa viljelykierrossa kesantokasvina viljeltiin ruisvirnaa.

Syysrukiin integroidussa viljelyssä ja erityisesti tavanomaisessa viljelyssä syksyllä annettavan lannoituksen määrä saattoi olla epätaloudellisen korkea ja ympäristöä kuormittava, sillä tavanomaisessa viljelyssä rukiille annettiin syksyllä typpeä n. 90 kg/ha (herneestä n. 40 kg/ha ja kemiallisesta lannoitteesta 50 kg/ha) ja integroidussa viljelyssä n. 70 kg/ha (ruisvirnasta n. 45 kg/ha ja kemiallisesta lannoitteesta 25 kg/ha). Lannoitussuosituksen mukaan typpeä tulisi levittää savimaalle kesannon jälkeen n. 40 kg/ha (LAMPINEN 1981, s. 91).

Integroidusta viljelystä saatuja tuloksia ei ole mahdollista verrata muihin vastaaviin tutkimustuloksiin, koska Suitian viljelyjärjestelmäkoe oli ensimmäinen Suomessa tehty tutkimus. Lähinnä tätä tutkimusta on RIEPPOSEN ym. (1990) suorittama tutkimus, jossa vertailtiin kahden tavanomaisen viljelykierron, joista

toisessa lannoitepanos oli puolitettu ja kahden omavaraisen viljelykierron kannattavuutta. Riepposen ym. tutkimuksessa ei kuitenkaan käytetty mitään viherlannoitusta täydentämään kemiallisen lannoituksen puolittamista.

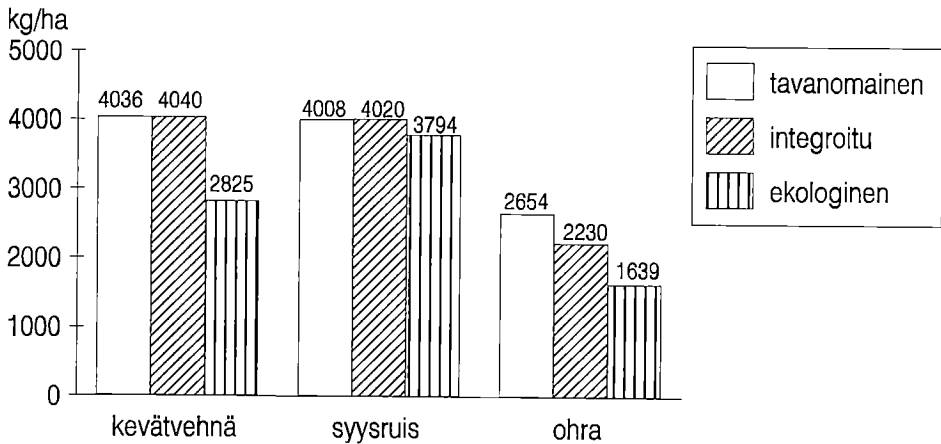
7.1 Koekasvien jyväsadon määrä ja laatu

Tutkimusjakson sääoloilla oli sadon määrään ja laatuun huomattavasti vaikutusta. Vuonna 1991 korjuuolosuhteet olivat erittäin märät, jolloin tavanomaisesti viljellyn syysrukiin sakoluku laski 64:ään, integroidusti viljellyn rukiin 65:een ja ekologisesti viljellyn rukiin 77:ään. Sakoluvun perusteella ei makseta laatuhyvitystä eikä -vähennystä, kun se on 85-89. Kesä 1992 oli sateeton, jolloin ohrasta saatiin satoa keskimäärin 600 kg/ha.

Eri viljelymenetelmissä kevätkuivon ja syysrukiin keskimääräisissä sakoluvuissa ei ollut eroa. Vuonna 1991 syysrukiin sakoluku oli kuitenkin kaikissa viljelymenetelmissä niin alhainen, että melko pienikin ero sakoluvuissa vaikutti suuresti laatuhinnoitteluun. Ekologisessa viljelyssä viljakasvien hehtolitrapainot olivat hieman kevyempiä kuin tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä. Typen positiivinen vaikutus kevätkuivon valkuaispitoisuuteen tuli tässäkin tutkimuksessa esille, sillä tavanomaisesti viljellyn kevätkuivon valkuaispitoisuus oli paras molempina tutkimusvuosina. Ekologisesti ja integroidusti viljellyn kevätkuivon valkuaispitoisuus oli keskimäärin yhtä suuri. Koekasvien jyväsadosta ei tutkittu kaikkia laatuhinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä.

Tämän tutkimuksen mukaan tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä kevätkuivon ja syysrukiin keskimääräisissä satotasoissa ei ollut eroa, mutta ohra menestyi paremmin tavanomaisessa viljelyssä kuin integroidussa viljelyssä. Ekologisessa viljelyssä kevätkuivon ja ohra menestyivät selvästi heikommin kuin tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä. Sitä vastoin syysrukiin sato oli vuonna 1991 ekologisessa viljelyssä vain vähän alhaisempi kuin tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä (kuvio 5). Tosin vuonna 1989 ekologisesti viljellyn syysrukiin sato jäi huomattavasti heikommaksi kuin tavanomaisesti viljellyn syysrukiin sato. Integroidusti viljellyn syysrukiin satotulos kyseisenä vuonna ei ollut vertailukelpoinen koejärjestelyissä sattuneen virheen takia. Tämän vuoksi kuviossa 5 esitetään ainoastaan vuoden 1991 syysrukiin jyväsato eri viljelymenetelmissä. Syysrukiin osalta kaikki tutkimustulokset koskevat myöhemminkin vain vuotta 1991. Rikkakasvien runsaus on saattanut alentaa kevätkuivon satotasoa integroidussa ja ekologisessa viljelyssä, joissa rikkakasvien kuiva-ainepaino vaihteli 570-770 kg/ha. Tavanomaisessa viljelyssä rikkakasvien kuiva-ainepaino oli vastaavasti 53 kg/ha.

KORVAN ja VARIKSEN (1990, s. 312) sekä RIEPPOSEN ym. (1990) tutkimustulokset tukevat tämän tutkimuksen tulosta, että ohra ei yleensä menesty kovin hyvin ekologisessa viljelyssä, mutta ruis sen sijaan menestyy melko hyvin. Heidän

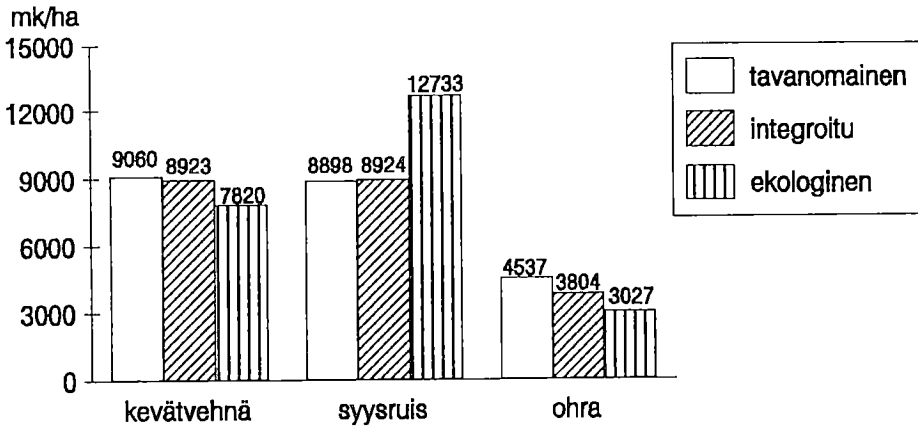


Kuvio 5. Kevätvehnän, syysrukiin ja ohran keskimääräinen jyväsato (kg/ha) tavanomaisessa, integroidussa ja ekologisessa viljelyssä.

tutkimuksissaan ohran jyväsato oli oleellisesti alhaisempi (22-75 %) ekologisessa viljelyssä kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tässä tutkimuksessa vastaava viljelyjärjestelmien ero oli ohran viljelyssä 38 %. Rukiin satotaso oli Riepposen ym. tutkimusten mukaan omavaraisessa viljelyssä 6-7 % alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tässä tutkimuksessa syysrukiin jyväsato oli vuonna 1991 n. 5 % alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Kevätvehnän osalta tuloksia ei ole voitu vertailla, sillä Korvan ja Variksen sekä Riepposen ym. tutkimissa viljelykiertoissa ei ollut lainkaan vehnää.

7.2 Koekasvien keskimääräiset tuotot, muuttuvat kustannukset ja katetuotot

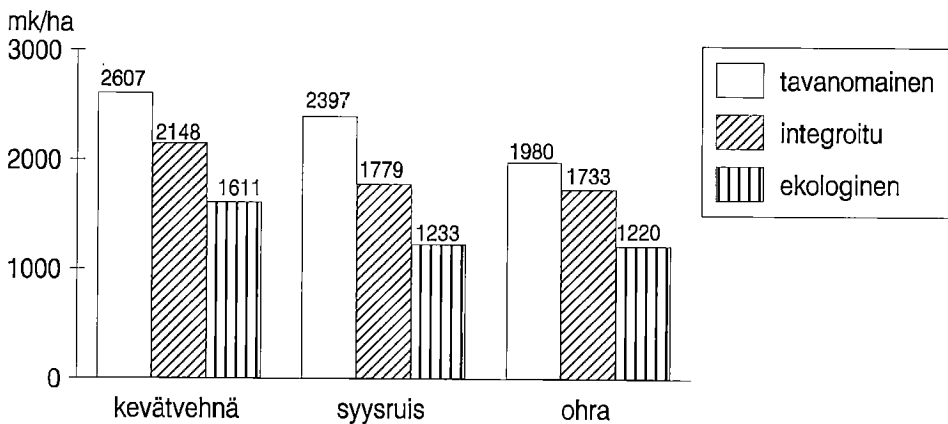
Ekologisessa viljelyssä maksettiin ns. luomulisää 25 % leipäviljoille ja 8 % rehuviljoille. Kevätvehnän keskimääräiset tuotot olivat suunnilleen yhtä suuret tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä. Vuonna 1991 erittäin sateisen syksyn takia syysrukiin sakoluku laski niin paljon, että se aiheutti tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä 20 %:n suuruisen tuottojen alenemisen. Tuotot olivat molemmissa viljelymenetelmissä suunnilleen samansuuruiset. Ekologisessa viljelyssä syysrukiin tuotot putosivat vain 5 % vastaavana aikana ja ne olivat 43 % korkeammat kuin tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä. Ohran keskimääräiset tuotot olivat suurimmat tavanomaisessa viljelyssä ja pienimmät ekologisessa viljelyssä. Ohran keskimääräisiä tuottoja alensi vuoden 1992 kuiva kesä (kuvio 6).



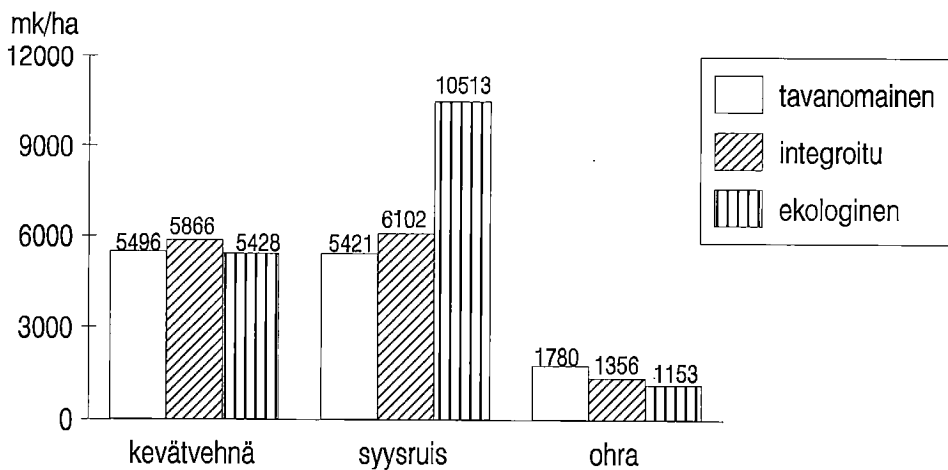
Kuvio 6. Kevätvehnän, syysruikiin ja ohran keskimääräiset tuotot (mk/ha) tavanomaisessa, integroidussa ja ekologisessa viljelyssä.

Kaikkien koekasvien keskimääräiset muuttuvat kustannukset olivat selvästi korkeimmat tavanomaisessa viljelyssä ja pienimmät ekologisessa viljelyssä (kuvio 7). Ero johtuu pääasiassa lannoite- ja torjunta-ainekustannuksista. Ekologisessa viljelyssä ei käytetty sille tyypillisiä kustannuksia lisääviä viljelymenetelmiä kuten kompostointia, rikkakasviäestystä eikä tihennettyä kylvöä. BRORSSONIN ja MATTSSONIN (1982, s. 110-116) mukaan vaihtoehdoisessa viljelyssä on yleensä korkeampi työnmenekki kuin tavanomaisessa viljelyssä. Biodynaamisilla tiloilla työnmenekki on ollut 10-25 % (1.5-3.5 h/ha) korkeampi sekä luonnonmukaisilla ja biologis-orgaanisilla tiloilla 5-20 % (1.0-3.0 h/ha) korkeampi kuin tavanomaisilla tiloilla. Tässä tutkimuksessa työnmenekki ekologisessa viljelyssä ei ollut tavanomaista ja integroitua viljelyä suurempi, koska mitään työtä lisääviä viljelymenetelmiä ei käytetty.

Tässä viljelyjärjestelmäkokeessa keskimääräinen katetuotto II oli korkein kevätvehnällä integroidussa viljelyssä, syysrukiilla ekologisessa viljelyssä ja ohralla tavanomaisessa viljelyssä. Kevätvehnän keskimääräinen katetuotto oli suunnilleen yhtä suuri tavanomaisessa ja ekologisessa viljelyssä. Syysruikiin keskimääräinen katetuotto oli alhaisin tavanomaisessa viljelyssä ja ohra menestyi heikoiten ekologisessa viljelyssä (kuvio 8).



Kuvio 7. Kevätvehnän, syysrukiin ja ohran keskimääräiset muuttuvat kustannukset (mk/ha) tavanomaisessa, integroidussa ja ekologisessa viljelyssä.

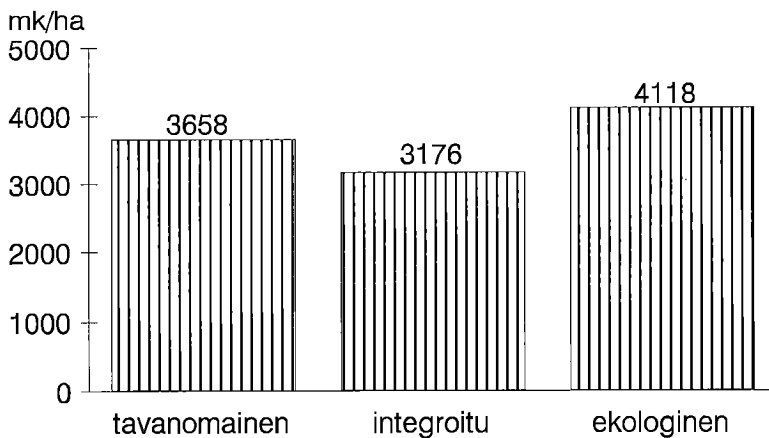


Kuvio 8. Kevätvehnän, syysrukiin ja ohran keskimääräinen katetuotto II (mk/ha) tavanomaisessa, integroidussa ja ekologisessa viljelyssä.

RIEPPÖSEN ym. (1990) yksittäisiä kasveja koskevat tutkimustulokset olivat katetuottojen osalta samansuuntaisia tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Rieppösen ym. tutkimuksen mukaan omavaraisessa viljelyssä syysruis menestyi erinomaisesti ja sen katetuotto II oli 35-37 % korkeampi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tässä tutkimuksessa syysrukiin katetuotto II vuonna 1991 oli ekologisessa viljelyssä 43 % korkeampi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Rieppösen ym. tutkimuksessa ohran katetuotto jäi omavaraisessa viljelyssä 20-28 % alhaisemmaksi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Vastaavasti tämän tutkimuksen mukaan ekologisessa viljelyssä ohran keskimääräinen katetuotto oli 35 % alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tässä tutkimuksessa katetuotto I antaisi yhtäläisen tuloksen kuin katetuotto II vertailtavien koekasvien keskinäisestä menestymisestä eri viljelyjärjestelmissä, koska tässä viljelyjärjestelmäkokeessa ekologisessa viljelyssä ei käytetty työtä lisääviä viljelymenetelmiä.

7.3 Viljelykiertojen kannattavuus

Tässä tutkimuksessa ekologinen viljelymenetelmä oli kannattavin keskimääräisellä katetuotto II:lla mitattuna. Ekologisen viljelykierron keskimääräinen katetuotto oli 13 % korkeampi kuin tavanomaisen ja 30 % korkeampi kuin integroidun viljelykierron keskimääräinen katetuotto (kuviokuva 9). Tämä tulos poikkeaa huomattavasti muista ekologisen viljelymenetelmän kannattavuutta koskevista tutkimustuloksista. Luonnonmukainen viljely ei yleensä ole osoittautunut kannattavaksi. RIEPPÖSEN ym. (1990) tutkimuksessa omavaraisen viljelykierron kokonaiskatetuotto oli 35-59 % alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelykierrossa. PIIPPOSEN (1986) pro gradu -työssä kannattavuuskerroin vaihteli luonnonmukaisessa viljelyssä 0.41-0.85 ja tavanomaisessa viljelyssä 1.54-2.20.



Kuvio 9. Neljän vuoden viljelykierron keskimääräinen katetuotto II (mk/ha) tavanomaisessa, ekologisessa ja integroidussa viljelyssä.

Tavanomaisen viljelyn keskimääräinen katetuotto II oli 15 % korkeampi kuin integroidun viljelyn keskimääräinen katetuotto, mutta viljelykierrot olivat osittain erilaiset. Mikäli tavanomaisessa viljelykierrossa välikasvin (herneen) tuotot ja muuttuvat kustannukset olisivat olleet yhtä suuret kuin integroidussa ja ekologisessa viljelyssä ruisvirnan tuotot ja muuttuvat kustannukset, ekologisen viljelykierron keskimääräinen katetuotto olisi ollut 36 % ja integroidun viljelykierron 5 % korkeampi kuin tavanomaisen viljelykierron keskimääräinen katetuotto. Tällöin integroitu viljelymenetelmä olisi osoittautunut vähintään yhtä kannattavaksi kuin tavanomainen viljelymenetelmä.

Tämän tutkimuksen aineiston ja tulosten perusteella on kuitenkin mahdotonta arvioida, pysyisikö ekologisen viljelykierron keskimääräinen satotaso ja katetuotto jatkuvassa viljelyssä yhtä korkeana kuin ne olivat tässä kokeessa. Tässä viljelyjärjestelmäkokeessa ei tutkittu maan ravinnetilan muutoksia koejakson aikana, mikä on puute tulosten tulkinnan kannalta. Ekologisessa viljelykierrossa ei käytetty esim. apatiittia, joka on yleinen lannoite ekologisessa viljelyssä. Aiempienkaan tutkimustulosten perusteella ei voida päätellä, riittäisikö aluskasvina oleva apila ja viherkesanto kerran neljässä vuodessa takaamaan viljelykasvien riittävän typen saannin. HANNUKALA ym. (1990, s. 301) ovat todenneet, että ekologisessa viljelyssä "viljelykasvien heikko menestyminen oli ensisijaisesti seurausta akuutista typenpuutteesta etenkin kasvukauden alussa". Tämä vahvistaa sitä käsitystä, että kylvön yhteydessä tulisi antaa kemiallinen starttilannoitus kuten integroidussa viljelyssä tehdään.

Toisaalta tämän viljelyjärjestelmäkokeen ekologisen viljelyn hyvää kannattavuutta voidaan tulkita niin, että maan ravinnetasapaino ja tuottokyky ovat tasapainottuneet kymmenen vuoden aikana, sillä ekologisen viljelyjärjestelmän koalueet ovat olleet kyseisessä viljelyssä vuodesta 1982 lähtien. Ekologisen viljelyn harjoittajat ovat esittäneet, että siirtymävaiheen aikana satotaso saattaa pudota jopa puoleen entisestä, mutta myöhemmin sadot paranevat 80-100 %:sti tavanomaista viljelyä vastaaviksi (KIVELÄ ja PÖYTÄNIEMI 1984, s. 104).

7.4 Loppupäätelmät

Biologisen ja taloudellisen tutkimuksen yhteistyö on tärkeää heti viljelykokeen suunnitteluvaiheessa. Biologisessa tutkimuksessa pitäisi pyrkiä pitkiin koesarjoihin ja useisiin kerranteisiin, jotta lähtötiedot saataisiin luotettaviksi. Integroidun viljelymenetelmän tutkiminen kokonaisuutena lisäisi myös osatekijöiden vaikutussuhteista saatujen tutkimustulosten luotettavuutta. Lisätutkimusta kaivattaisiin erityisesti integroidun viljelyn yhteiskunnallisista vaikutuksista ja siitä, kannattaisiko yhteiskunnan Suomessa tukea integroituun viljelyyn siirtymistä ympäristöherkillä alueilla kuten tehdään Euroopan unionissa, Euroopassa ja USAssa

ympäristön tilan heikkeneminen on huolestuttavampaa kuin Suomessa, mutta erityisesti Etelä- ja Lounais-Suomessa harjoitettu voimaperäinen viljely aiheuttaa paikallisesti ympäristöongelmia.

Suomessa integroitu viljely tarkoittaa lähinnä viljelytekniikan kehittämistä aiempaa ympäristöystävällisemmäksi. Kemiallisia lannoitteita voidaan osittain korvata kannattavasti orgaanisilla lannoitteilla ja nykyistä kesannoimispakkoa kannattaa hyödyntää valitsemalla tyypeäsitovia kesantokasveja. Tarpeenmukainen torjunta on osoittautunut taloudellisesti järkeväksi. Etelä- ja Lounais-Suomessa on ns. jäykkiä maalajeja, joilla maanmuokkausta voidaan keventää. Viljelykierto voidaan pitää aluskasvien avulla tavanomaisena. Edellä tarkastellun viljelyjärjestelmäkokeen ja aiempien tutkimustulosten mukaan on olemassa kaikki edellytykset sille, että integroitu viljanviljelymenetelmä voi olla yhtä kannattava kuin tavanomainen viljelymenetelmä, mutta viljelijän hyvä ammattitaito on ratkaiseva menestystekijä.

8 TIIVISTELMÄ

Integroitu viljelymenetelmä on tuotantomenetelmä, jossa pyritään luonnonvarojen säästämiseen ja suojelemiseen kuitenkin niin, että viljelijä pystyy toimimaan mahdollisimman taloudellisesti. Viljelymenetelmässä hyödynnetään ensisijaisesti luonnonmukaisia menetelmiä, mutta tarvittaessa kemiallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö on sallittua. Viljelijän ammattitaidon merkitys korostuu kyseisessä viljelymenetelmässä.

Integroitua viljelymenetelmää on lähdetty kehittämään maatalouden vastauksena ympäristöongelmien vähentämisyhteyksiin. Euroopassa ja USAssa pohjavesien nitraattipitoisuudet ovat paikoitellen jo hälyttävän korkeita, eroosio on voimakasta ja torjunta-aineiden käyttö niin suurta, että elintarvikkeista löytyy torjunta-ainejäämiä. Suomessa maatalouden aiheuttamat ympäristöongelmat ovat suurimmat Lounais-Suomessa, joka on maamme intensiivisimmän kasvintuotannon aluetta. Kansainvälisesti verrattuna ongelmat ovat täällä kuitenkin pieniä, mutta niiden pahenemisen ennaltaehkäisyyn on syytä ryhtyä ajoissa. Viljelijöille on suunnattu kaksi opasta viljelyn ympäristöhaittojen pienentämiseen: MTK:n ympäristöohjelma ja Hyvät viljelymenetelmät -opas.

Integroidun viljelyn tavoitteisiin kuuluu ympäristöongelmien vähentämisen lisäksi ylituotannon ja tuotantokustannusten alentaminen sekä maaseudun elinvoimaisuuden säilyttäminen. Integroidun viljelyn tutkimus on käynnissä 17 Euroopan maassa. Integroidun viljelymenetelmän periaatteisiin kuuluu se, että viljelyn täytyy olla viljelijälle yhtä kannattavaa kuin tavanomainen viljely.

Integroitu viljelymenetelmä koostuu integroidusta monitorjunnasta, järkevästä lannoituksesta, kevennetystä maanmuokkauksesta, monipuolisesta viljelykierrosta ja tilan taloudesta. Integroidussa monitorjunnassa pyritään yhdistämään biologinen, mekaaninen ja kemiallinen torjunta niin, että yhdistelmän avulla voitaisiin taloudellisesti vähentää tuholaisien aiheuttamia haittoja ja minimoida kemiallisten torjunta-aineiden käyttö. Integroidun monitorjunnan soveltaminen peltokasvinviljelyyn on toistaiseksi kehittämissä vaiheissa. Käytännössä integroidussa viljelyssä käytetään tarpeenmukaista torjuntaa.

Integroidussa viljelyssä lannoitustaso pyritään pitämään optimaalisena ja kemiallisia lannoitteita pyritään korvaamaan orgaanisilla lannoitteilla silloin, kun se on taloudellisesti järkevää. Kevennettyä maanmuokkausta käytetään sellaisilla maala-jeilla, joille se soveltuu eli lähinnä hiesu- ja savimailla, joita on Etelä- ja Lounais-Suomessa. Kevennetty maanmuokkaus ehkäisee eroosiota ja parantaa mm. maan rakennetta ja vesitaloutta. Sen heikkoutena on lisääntynyt pestisidien tarve erityisesti mailla, joilla esiintyy juuririkkakasveja. Viljelykiertoon kuuluu integroidussa viljelyssä oleellisena osana palkokasvit. Monipuolinen viljelykierto on mahdollista toteuttaa erityisesti nykyisen kesannointivelvoitteen aikana.

Helsingin yliopiston Suitian koetilalla on tutkittu integroitua, ekologista ja tavanomaista viljelyjärjestelmää vuosina 1989-1992. Viljelyjärjestelmäkoe oli nelivuotinen. Viljelykiertoissa olivat mukana kevätvehnä, herne (tavanomaisessa viljelyssä) ja ruisvirna (integroidussa ja ekologisessa viljelyssä), syysruis ja ohra. Integroidussa ja ekologisessa viljelyssä kylvettiin syysruikiin ja ohran aluskasviksi puna-apila. Sääolot poikkesivat normaaleista sääoloista vuosina 1991 ja 1992, mikä vaikutti syysruikiin sakolukua ja ohran satotasoa alentavasti. Viljelykasvien ja -kiertojen suhteellista kannattavuutta tutkittiin katetuottomenetelmällä.

Ekologisessa viljelyssä maksettiin ns. luomulisää 25 % leipäviljoille ja 8 % rehuviljoille. Tässä viljelyjärjestelmäkokeessa kevätvehnän keskimääräinen katetuotto II oli korkein integroidussa viljelyssä, syysruikiin ekologisessa viljelyssä ja ohran tavanomaisessa viljelyssä. Kevätvehnän keskimääräinen katetuotto oli suunnilleen yhtä suuri tavanomaisessa ja ekologisessa viljelyssä. Syysruikiin keskimääräinen katetuotto oli alhaisin tavanomaisessa viljelyssä ja ohra menestyi heikoiten ekologisessa viljelyssä.

Integroidussa viljelyssä osa kemiallisesta tyyppistä voitiin korvata kannattavasti viherlannoituksella. Alhaisesta typpilannoitustasosta huolimatta ekologinen viljelyjärjestelmä osoittautui tässä tutkimuksessa kaikkein kannattavimmaksi. Ekologisen viljelykierron keskimääräinen katetuotto II oli n. 13-30 % korkeampi kuin tavanomaisen ja integroidun viljelykierron keskimääräinen katetuotto. Tavanomaisen viljelykierron keskimääräinen katetuotto oli n. 15 % korkeampi kuin integroidun viljelykierron. Viljelyjärjestelmien kierrot eivät olleet täysin samantyyppisiä.

Kirjallisuus

- ADNER, A. & GEROWITT, B. 1990. Beispiele für computergestützte Entscheidungshilfen. Integrierter Landbau. s. 215-230. München.
- ALA-MANTILA, O. 1992. Tuotantokustannusten seurannan perusteet. Maatal. tal. tutk.lait. tied. 180. 89 s.
- ALLEN, P., VAN DUSEN, D., LUNDY, J. & GLIESSMAN, S. 1991. Integrating social, environmental, and economic issues in sustainable agriculture. Am. J. Alt. Agr. 6, 1: 34-39.
- ALTIERI, M. A. 1988. Beyond agroecology: Making sustainable agriculture part of a political agenda. Am. J. Alt. Agr. 3, 4: 142-143.
- ANDREW, J. C. III. 1987. Making the transition to low-input agriculture: a farmer's perspective. Am. J. Alt. Agr. 2, 1: 17-18.
- ANON. 1975. Council directive of 28. April 1975 on mountain and hill farming in certain less-favoured areas. 268/75/EEC.
- “ 1980.Report and recommendations on organic farming. 94 s. U. S. Department of agriculture, Washington D.C.
- “ 1985.Council regulation of 12. March 1985 on improving the efficiency of agricultural structures. 797/85/EEC.
- “ 1988a.Maatalouden ympäristönsuojelututkimuksen ja -neuvonnan työryhmän mietintö. Työryhmämuistio MMM 1988: 4. 92 s. + 2 liitettä. Maa- ja metsätalousministeriö.
- “ 1988b.Low-input/sustainable agriculture: Research and education program. 7 s. U. S. Department of Agriculture. Washington, D.C.
- “ 1988c.Vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 1995: valtioneuvoston periaatepäätös. Sarja B, 12. 49 s. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto.
- “ 1988d.Yhteinen tulevaisuutemme. Ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportti. 347 s. Ulkoasiainministeriö, Ympäristöministeriö.
- “ 1989a.Alternative Agriculture. 448 s. National Academy Press, Washington, D.C.
- “ 1989b.Ympäristön ja kehityksen Suomen toimikunnan mietintö. Komiteanmietintö 1989: 9. 260 s. + liite. Ympäristöministeriö.
- “ 1990a. Kestävä kehitys ja Suomi. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle kestävään kehitykseen tähtäävistä toimista. 97 s. Valtion painatuskeskus.
- “ 1990b.Puhdas ympäristö - korvaamaton rikkaus. MTK:n ympäristöohjelma. Maatal.tuott. keskusliiton julk. 124. 16 s.
- “ 1991a.Maaseudun kehittämisohjelma: Suomen maaseutupolitiikan tavoitteet, strategiat ja keinot 1990-luvulla / Maaseudun kehittämisprojekti. Moniste 10. 396 s. Sisäasiainministeriö, kunta- ja aluekehitysosasto.
- “ 1991b.Maatalouden kustannustyöryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 1991: 1. 75 s. + 3 liitettä. Maa- ja metsätalousministeriö.

- ANON. 1991c. The state of the environment. 295 s. OECD, Paris.
- “ 1992a. The agricultural situation in the Community. 1991 Report. 127 s. + statistical information T/294 s. Brussels.
- “ 1992b. Ehdotus maaseudun ympäristöohjelmaksi; Maaseudun ympäristötyöryhmän muistio. Työryhmän mietintö 68. 47 s. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto.
- “ 1992c. The environment in Europe and North-America: annotated statistics 1992. United Nations statistical commission and Economic commission for Europe conference of european statisticians statistical standards and studies 42. 366 s. New York.
- “ 1992d. Kylvösiemen 4/92. 19 s. Maataloustuottajain Palvelu OY.
- “ 1992e. Valtioneuvoston päätös Vnp 777/92 viljan vientikustannusmaksun muuttamisesta. Suomen säädöskokoelma vuodelta 1992 II. s. 2118. Helsinki.
- “ 1993a. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maaseutukeskusalueittain lannoitusvuonna 1992/1993. 15 s. Kemira agro.
- “ 1993b. Luomusopimusten haku putosi puoleen viime vuodesta. Maaseudun Tulevaisuus 77, 66: 1.
- “ 1993c. Maisemanhoito. Maisema-aluetyöryhmän mietintö I. Mietintö 66. 187 s. + 3 liitettä. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto.
- “ 1993d. OECD environmental data. Compendium 1993. OECD. 324 s. Paris.
- “ 1993e. UNCED YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi. Rio de Janeiro 3.-14.6.1992. 239 s. Ympäristöministeriö, ulkoasiainministeriö.
- “ 1993f. Vesiensuojelun tavoiteohjelman välitilin päätös: fosforipäästöjen vähentäminen onnistuu. Maaseudun Tulevaisuus 77, 2: 4.
- ATLIN, G. N. & FREY, K. J. 1989. Breeding crop varieties for low-input agriculture. *Am. J. Alt. Agr.* 4, 2: 53-58.
- BARBIER, E. B. 1989. Economics, natural-resource scarcity & development: Conventional and alternative views. 223 s. London.
- BATIE, S. S. 1989. Sustainable development: challenges to the profession of agricultural economics. *Am. J. Agr. Econ.* 71, 5: 1083-1101.
- BAUMOL, W. J. & OATES, W. E. 1988. Theory of environmental policy. 299 s. Cambridge, U. K.
- BEZDICEK, D. F. & GRANATSTEIN, D. 1989. Crop rotation efficiencies and biological diversity in farming systems. *Am. J. Alt. Agr.* 4, 3-4: 111-119.
- BERGER, H. K., BUCHGRABER, K. & Pflingstner, H. 1989. Integrated pilot farm in Ilz, Austria. Current status of integrated farming systems in Western Europe. *WPRS Bulletin, Bulletin SROP* 12, 5: 1-5.
- BROSSON, K.-Å. & MATTSSON, C. 1982. Lönsamhetstudier på alternativt odlade jordbruksföretag. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. ekon. stat. Examensarbete 41. 124 s. + 9 bilag. + tabellbilaga. Uppsala. BUTTEL, F. H., GILLESPIE, G. W. Jr., JANKE, R., CALDWELL, B. & SARRANTONIO, M. 1986. Reduced-input agricultural systems: Ratio and Prospects. *Am. J. Alt. Agr.* 1, 2: 58-64.

- CACEK, T. & Langner, L. 1986. The economic implications of organic farming. *Am. J. Alt. Agr.* 1, 1: 25-29.
- CARTER, H. O. 1988. The agricultural sustainability issue: An overview and research assessment. *The changing dynamics of global agriculture. A seminar in Germany 22.-28.9.1988.* s. 115-135.
- CRAMER, G. L. & JENSEN, C. W. 1982. *Agricultural economics and agribusiness.* 465 s. New York.
- CROSSON, P. 1989. What is alternative agriculture? *Am. J. Alt. Agr.* 4, 1: 28-32.
- CRÜGER, G. 1990. Beispiele für den Integrierten Pflanzenschutz im Gemüsebau. *Integrierter Landbau.* s. 329-341. München.
- DAAMEN, R. A., WIJNANDS, F. G. & VAN DER VLIET, G. 1989. Epidemics of diseases and pests of winterwheat at different levels of agrochemical input. *J. of Phytopathology* 125, 4: 305-319.
- DABERKOW, S. G. & REICHELDERFER, K. H. 1988. Low-input agriculture: Trends, goals, and prospects for input use. *Am. J. Agr. Econ.* 70, 5: 1167-1172.
- DIERCKS, R. 1983. *Alternativen im Landbau.* 379 s. Stuttgart.
- EDWARDS, C. A. 1987. The concept of integrated systems in lower-input/sustainable agriculture. *Am. J. Alt. Agr.* 2, 4: 148-152.
- EL TITI, A. 1992. Integrated farming: An ecological farming approach in european agriculture. *Outlook on agriculture* 21, 1: 33-39.
- ELONEN, P. 1993. Maataloudella on keinoja vähentää huuhtoumia. *Maaseudun Tulevaisuus* 77, 17: 2.
- ESALA, M. 1992. Typpilannoituksen tase ja ympäristövaikutukset viljan viljelyssä. *Maatalous ja vesien kuormitus. Yhteistutkimusprojektin tutkimusraportit, Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja* 359. s. 37-38.
- FRANCIS, C. A., KING, J. W., NELSON, D. W. & LUCAS, L. E. 1988. Research and extension agenda for sustainable agriculture. *Am. J. Alt. Agr.* 3, 2&3: 123-126.
- GAJEWSKI, G., CALVIN, L., VANDEMAN, A. & VASAVADA, U. 1992. Sustainable agriculture: What's it all about? *Agricultural Outlook AO-185*, 5: 30-33.
- GALECKI, B. 1972. *Basic concepts of rural sociology.* 209 s. Manchester.
- GALLI P. 1990. Integrierter Pflanzenschutz im Apfelanbau. *Integrierter Landbau.* s. 341-355. München.
- HANNUKKALA, A. O., KORVA, J. & TAPIO, E. 1990. Conventional and organic cropping systems at Suiitia. I: Experimental design and summaries. *J. Agr. Sci. in Finland* 62, 4: 295-307.
- HARSH, S. B., CONNOR, L. R. & SCHWAB, G. D. 1981. *Managing the farm business.* 384 s. New Jersey.
- HEICHEL, G. H. 1987. Legumes as a source of nitrogen in conservation tillage systems. *The role of legumes in conservation tillage systems.* s. 29-34. Ankeny, Iowa.
- HEINONEN, R. 1990. Tutkija ja tehomaatalous. *Maatalous* 11: 214-217.
- HIGGS, R. L., PETERSON, A. E. & PAULSON, W. H. 1990. Crop rotations sustainable and profitable. *J. Soil and Water Cons.* 45, 1: 68-70.

- HIISVIRTA, L. 1991. Talousveden kemialliset vaatimukset. Ympäristö ja terveys 22, 2: 101-106.
- HYNNINEN, E.-L. & BLOMQVIST, H. 1993. Pesticide sales in Finland 1992. *Kemia-Kemi* 20, 6: 535-537.
- IKERD, J. E. 1990. Agriculture's search for sustainability and profitability. *J. Soil and Water Cons.* 45, 1: 18-23.
- KEYDEL, F. 1990. Sortenwahl. *Integrierter Landbau.* s. 135-152. München.
- KIVELÄ, J. & PÖYTÄNIEMI, E. 1984. Luonnonmukainen viljely - siirtymävaiheopas. 183 s. Elävä Maa. Helsinki.
- KORKKA-NIEMI, K., SIPILÄ, A., HATVA, T., HIISVIRTA, L., LAHTI, K. & ALFTHAN, G. 1993. Valtakunnallinen kaivotutkimus. Talousveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja A 146, Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2. 225 s.
- KORKMAN, J., IJAS, J., PEHKONEN, A., REKOLAINEN, S., VALPASVUO-JAATINEN, P. & TIILIKKALA, K. 1993. Hyvät viljelymenetelmät. Maaseudun ympäristöohjelman mukaiset viljelysuositukset. Maa- ja metsätal. minist. työryhmämuistio 7.31 s.
- KORVA, J. & VARIS E. 1990. Conventional and organic cropping systems at Suitia. II: Crop growth and yield. *J. Agr. Sci. in Finland* 62, 4: 309-319.
- KOTISALO, Y. & TAURIAINEN, J. 1991. Luonnonmukainen tuotanto ja sen lisäysohjelmat maataloilla. Pellervo-Seuran markkinatutk.lait. rap. ja artikk. 37. Liiteraportti 1. 13 s. + 6 liitettä.
- KUHLMANN, F. 1990. Ökonomische Ziele und Grenzen des konventionellen und des integrierten Landbaues. *Integrierter Landbau.* s. 32-50. München.
- LAHERMO, P., ILMASTI, M., JUNTUNEN, R. & TAKA, M. 1990. Suomen geokemian atlas, osa I. Suomen pohjavesien hydrokemiaallinen kartoitus. 66 s. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.
- LAMPINEN, R. 1981. Viljakasvit. Peltokasvien viljely. Kasvinviljelyoppi 2; Kasvinjalostus, kylvösiemen, viljelytekniikka. s. 78-134. Rauma.
- LOCKERETZ, W. 1988. Open questions in sustainable agriculture. *Am. J. Alt. Agr.* 3, 4: 174-181.
- LOWRANCE, R. 1990. Research approaches for ecological sustainability. *J. Soil and Water Cons.* 45, 1: 51-54.
- LUNA, J. M. & HOUSE, E. G. J. 1990. Pest management in sustainable agricultural systems. *Sustainable agricultural systems.* s. 157-173. Ankeny, Iowa.
- MADDEN, J. P. 1989. What is alternative agriculture? *Am. J. Alt. Agr.* 4, 1: 32-34.
- “ & O'CONNELL, P. 1989. Early results of the LISA program. *Agricultural Libraries Information Notes* 15, 6/7: 10. National Agricultural Library. Beltsville, MD.
- “ & Dobbs, T. L. 1990. The role of economics. *Sustainable Agricultural Systems.* s. 459-477. Ankeny, Iowa.
- MADDEN, N, P. 1988. Low-input/sustainable agricultural research and education -challenges to the agricultural economics profession. *Am. J. Alt. Agr.* 70, 5: 1167-1172.

- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. 1978. Principles of plant nutrition. 593 s. Bern.
- MILLER, F. P. & LARSON, W. E. 1989. Lower input effects on soil productivity and nutrient cycling. Sustainable agricultural systems. s. 549-568.
- MÄKI, A. 1964. Maatalous taloudellisena yrityksenä. Maanviljelijän tietokirja 3. s. 67-88. Porvoo.
- O'CONNELL, P. 1989. The contribution of agriculture to the environment. OECD Sixth working conference of directors of agricultural research 9.-13.10.1989. Agr/Ree 35. 10 s. Paris.
- OLESEN, J. E. 1991. Development of an integrated crop production programme for winter wheat. Danish J. Plant and Soil Sci. 85, S-2161: 217-227.
- PEHKONEN, A., PUURUNEN, M., LUOMA, T., SARIN, H. & LAINE, A. 1993. Maatalousteknologian alan toimenpideohjelma maatalouden tuotantokustannusten alentamiseksi yleiseurooppalaiselle tasolle. Helsingin yliopiston maa- ja kotital. teknol. laitos, maatal. teknol. julk. 10. 46 s. + 7 liites.
- PELTOLA, A. 1992. Suomesta voisi tulla kestävä kehityksen mallimaa. Maaseudun Tulevaisuus 76, 121: 1-2.
- PENTTILÄ, P.-L., HIMBERG, K. & LATVA-KALA K. 1990. Torjunta-ainejäämät elintarvikkeissa vuosina 1981-1988. Elinkeinohallitus, kuluttaja-asiain osasto, julkaisu 10. 44 s. + 25 liitettä.
- PEZZEY, J. 1989. Economic analysis of sustainable growth and sustainable development. The world bank, policy planning and research staff, environment department working paper 15. 88 s.
- PIIPPONEN, A. 1986. Tavanomaisen ja luonnonmukaisen viljelyn suhteellinen kannattavuus. Helsingin yliopiston maatal.ekon. lait. Pro gradu -työ. 87 s. + 15 liites.
- PIRTTUJARVI, R. 1991. Viljelijöiden ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen - sosioekonominen tarkastelu. Maatal. tal. tutk.lait. tied. 179: 5-29.
- PITKÄNEN, J. 1992. Muokkausjärjestelmät ja maan rakenne. Maatal. tutk. keskk., Kasvintuot. tutk.lait. Moniste. 2 s. Jokioinen.
- POINCELOT, R. P. 1986. Toward a more sustainable agriculture. 241 s. Connecticut.
- PUURUNEN, M., SALLINEN, T. & ALASTALO, L. 1993. Mahdollisuudet maatalouden kustannusten alentamiseen Suomessa. Maatal. tal. tutk.lait. tied. 189. 107 s.
- REKOLAINEN, S., KAUPPI, L. & TURTOLA, E. 1992. Maatalous ja vesien tila. Maveron loppuraportti. Luonnonvarajulkaisuja 15. Luonnonvaraneuvosto, Maa- ja metsätalousministeriö.
- RENBORG, U. 1971. Problems and objectives in planning at the farm on micro level. Economic models and quantitative methods for decisions and planning in agriculture. s. 135-147. Iowa.
- RIEPPONEN, L., RINNE, S.-L., HIIVOLA, S.-L., SIMOJOKI, P., SIPPOLA, J. & TALVITIE, H. 1990. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. Maatal. tutk.kesk. tied. 6. 38 s. + 8 liitettä. Jokioinen.

- RISSANEN, H. & TAURIAINEN, J. 1992. Luonnonmukainen tuotanto ja sen lisäysnäkyvät maatiloilla. Luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvikkeiden tuotanto ja markkinointi. Pellervo-seuran markkinatutk.lait. rap. ja artikk. 37. Liiteraportti 2. 22 s. + 3 liitettä.
- RODALE, R. 1983. Breaking new ground: The search for a sustainable agriculture. *The Futurist* 1, 1: 15-20.
- RUPPERT, W. & FISCHER, A. 1990. Schlagkarteien als Planungs- und Entscheidungshilfen. *Integrierter Landbau*. s. 201-215. München.
- SALLINEN, T. 1992. Viljelijöiden ja neuvojien näkemyksiä maataloudesta. *Maatal. tutk.lait. tied.* 184. 66 s.
- SCHALLER, N. 1990. Mainstreaming low-input agriculture. *J. Soil and Water Cons.* 45, 1: 9-12.
- SHEPARD, P. T. 1985. Moral conflict in agriculture: Conquest or moral coevolution? *Sustainable agriculture & integrated farming systems*. s. 244-255. East Lansing.
- STANTON, B. F. 1978. Perspective on farm size. *Am. J. Agr. Econ.* 60, 5: 727-737.
- STENHOLM, C. W. & WAGGONER, D. B. 1990. Low-input, sustainable agriculture: myth or method? *J. Soil and Water Cons.* 45, 1: 13-17.
- STINNER, B. R. & BLAIR, J. M. 1990. Ecological and agronomic characteristics of innovative cropping systems. *Sustainable agricultural systems*. s. 123-140. Ankeny, Iowa.
- VARIS, E. 1987. Vaihtoehtoinen viljely. *Uusi maatilatieto* 2: 239-257. Tampere.
- VEREIJKEN, P. 1990. Integrated nutrient management (INM) for arable farms. *Schweiz. Landw. Forsch.* 29, 4: 359-365.
- VOGTMANN, H. 1985. Biological agriculture in Europe. *Sustainable agriculture & integrated farming systems*. s. 136-142. East Lansing.
- VROOMEN, H. 1989. Fertilizer use and price statistics, 1960-1988. *USDA Econ. Res. Serv., Statistical Bulletin* 780. 56 s. Washington, D. C.
- WAGSTAFF, H. 1987. Husbandry methods and farm systems in industrialised countries which use lower levels of external inputs: a review. *Agr. Ecos. Env.* 19, 1: 1-27.
- WAHLSTRÖM, E., REINIKAINEN, T. & HALLANARO, E-L. 1992. Ympäristön tila Suomessa. 364 s.
- WIJNANDS, F. G. 1990. Farming system research in the Netherlands: perspectives for integrated arable and organic mixed systems. *BCPC-Seminar* 4.-6.9.1990. 8 s. Cambridge.
- WILDBOLZ, Th. 1989. Integrated pest management in Swiss apple orchards: stability and risks. *AGR/REE (89)* 13. 9 s. Sixth working conference of directors of agr. research. OECD.

Tavanomaisessa ja integroidussa viljelyssä käytetyt pestisidit (Diklo MCPA ja Hankkijan MCPA ovat herbisidejä, TILT on fungisidi):

kevätevehnä (tavanomainen)	1989	Diklo MCPA	3.0 l/ha
		TILT	0.5 l/ha
kevätevehnä (integroitu)	1991	Hankkijan MCPA	1.2 l/ha
	1991	Hankkijan MCPA	1.2 l/ha
syysruis (tavanomainen)	1989	Diklo MCPA	4.0 l/ha
	1991	Hankkijan MCPA	1.2 l/ha
ohra (tavanomainen)	1990	Diklo MCPA	3.0 l/ha
	1992	Hankkijan MCPA	1.2 l/ha
herne (tavanomainen)	1990	-	-

Tavanomaisessa viljelyssä käytetyt kemialliset lannoitteet:

kevätevehnä, ohra	typpirikas Y-lannos 2	440 kg/ha	88 kg N/ha
syysruis	kalirikas Y-lannos 1	360 kg/ha	50 kg N/ha
	Oulun salpietari	250 kg/ha	69 kg N/ha

Integroidussa viljelyssä käytetyt kemialliset lannoitteet:

kevätevehnä, ohra	typpirikas Y-lannos 2	220 kg/ha	44 kg N/ha
syysruis	kalirikas Y-lannos 1	180 kg/ha	25 kg N/ha
	Oulun salpietari	125 kg/ha	34 kg N/ha

Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja

- No 180. ALA-MANTILA, O. Tuotantokustannusten seurannan perusteet. 89 s. Helsinki 1992.
- No 181. KOLA, J., MARTTILA, J. & NIEMI, J. Maidontuotanto ja EY. 113 s. Helsinki 1992.
- No 182. PIETOLA, K. Yksinkertaistettu suora tulotuki ja sen vaikutukset viljelijöiden tuloihin. 80 s. Helsinki 1992.
- No 183. AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. 115 s. Helsinki 1992.
PIETOLA, K. Rehuviljan tuottajahinnan vaikutukset maatalouden ostorehukustannukseen. s. 5-22.
HIIVA, E. Maatilan sijainnin vaikutus maidon tuotantokustannukseen.s.23-52.
SIHVOLA, S. Maatalousyrittäjien lomituspalveluiden sosioekonominen merkitys ja erilaiset kehittämismahdollisuudet.s.53-88.
PIRTTIJÄRVI, R. EY:n ympäristöpolitiikka ja maatalous.s.89-114.
- No 184. SALLINEN, T. Viljelijöiden ja neuvojen näkemyksiä maataloudesta. 66 s. Helsinki 1992.
- No 185. KETTUNEN, L. Suomen maatalouspolitiikka. 148 s. Helsinki 1992.
- No 186. ALASTALO, L., PUURUNEN M. & SALLINEN T. Maatalouden kustannukset Suomessa. 161 s. Helsinki 1993.
- No 187. AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. Kirjanpitotilojen tuloksia, tilivuosi 1991. 50 s. Helsinki 1993.
- No 188. AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. Kirjanpitotilojen tuotantosuurtaisia tuloksia, tilivuosi 1991. 51 s. Helsinki 1993.
- No 189. PUURUNEN, M., SALLINEN, T. & ALASTALO, L. Mahdollisuudet maatalouden kustannusten alentamiseen. 108 s. Helsinki 1993.
- No 190. AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. 69 s. Helsinki 1993.
SUMELIUS, J. A review of the literature on extensification - the arguments and critique.s. 5-30.
SIHVONEN, T. Kotieläintuotannon eettisyys taloudellisena tekijänä. s. 31-69.
- No 191. MAITOTUOTEMARKKINAT JA INTEGRAATIO. 66 s. Helsinki 1993.
YLI-JAMA, M-R. Euroopan yhdentymisen vaikutukset toimialan rakenteeseen Suomen juustomarkkinoilla. s. 5-24.
TÖRMÄ, P. Maitotuotteiden kauppa EY:ssä. s.25-66.
- No 192. AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. Kirjanpitotilojen tuloksia, tilivuosi 1992. 55 s. Helsinki 1994.
- No 193. AJANKOHTAISTA MAATALOUSEKONOMIAA. Kirjanpitotilojen tuotantosuurtaisia tuloksia, tilivuosi 1992. 51 s. Helsinki 1994.
- No 194. MAIDONTUOTANTO MUUTTUVASSA TOIMINTAYMPÄRISTÖSSÄ. 98 s. Helsinki 1994.
HIIVA, E. EU -jäsenyyden taloudelliset vaikutukset maitotiloilla, s. 5-60.
HEIKKILÄ, A-M. Maitokiintiön hinta, s. 61-98.

Vammala 1994 Vammalan Kirjapaino Oy

ISBN 952-9538-44-8
ISSN 0788-5199