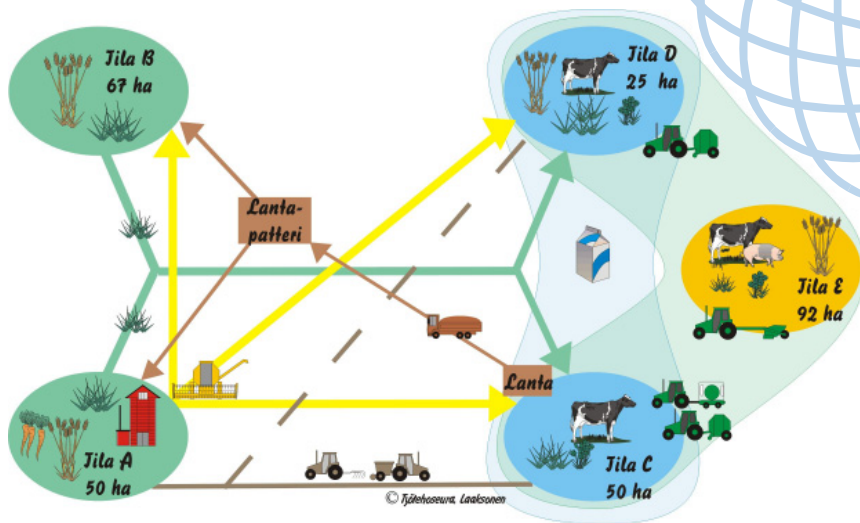


Laajamittaisen luomutuotannon teknologia – taloudellinen toteutettavuus ja ekologinen kestävyys

Timo Lötjönen, Elina Muuttomaa, Kauko Koikkalainen,
Pentti Seuri ja Esa Klemola



Maa- ja elintarviketalous 44
131 s., 4 liitettä

**Laajamittaisen
luomutuotannon teknologia
– taloudellinen toteutettavuus
ja ekologinen kestävyys**

Timo Lötjönen, Elina Muuttomaa, Kauko Koikkalainen,
Pentti Seuri ja Esa Klemola

ISBN 951-729-845-5 (Painettu)
ISBN 951-729-846-3 (Verkojulkaisu)
ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkojulkaisu)
www.mtt.fi/met/pdf/met44.pdf

Copyright

MTT

Timo Lötjönen, Elina Muuttomaa, Kauko Koikkalainen,
Pentti Seuri ja Esa Klemola
Julkaisija ja kustantaja

MTT

Jakelu ja myynti

MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), 03400 Vihti

Puhelin (09) 224 251, telekopio (09) 224 6210

sähköposti: julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2004

Kannen kuva: Kaija Laaksonen, Työtehoseura

Painopaikka

Data Com Finland Oy

Laajamittaisen luomutuotannon teknologia – taloudellinen toteutettavuus ja ekologinen kestävyys

Timo Lötjönen¹⁾, Elina Muuttomaa²⁾, Kauko Koikkalainen³⁾, Pentti Seuri⁴⁾ ja Esa Klemola²⁾

¹⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vakolantie 55, 03400 Vihti, timo.lotjonen@mtt.fi

²⁾Työteho-seura (TTS), PL 13, Kiljavantie 6, 05201 Rajamäki, elina.muuttomaa@tts.fi

³⁾MTT, Taloustutkimus (MTTL), Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, kauko.koikkalainen@mtt.fi

⁴⁾MTT, Ekologinen tuotanto, Huttulantie 1, 51900 Juva, pentti.seuri@mtt.fi

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin luonnonmukaisen tuotannon yleistymisen esteitä ja keinoja esteiden poistamiseksi. Lisäksi tarkasteltiin luomutuotannon mahdollisuuksia vähentää maatalouden ravinnekuormitusta ja hyödyntää uusiutuvia resursseja.

Luomuviljelyä pidetään työläämpänä tuotantomuotona kuin tavanomaista tuotantoa. Viljelykierron takia luomutilan on vaikeampi erikoistua ja saavuttaa niitä suurtuotannon etuja, joita on vastaavan kokoisella tavanomaisella tilalla. Lisäksi tavanomaisen tuotannon kemialliset panokset on korvattava mekaanisella työllä ja biologisella typensidonnalla.

Tässä tutkimuksessa laadittujen tilamallien mukaan samankokoisilla tavanomaisilla ja luomutiloilla työmenekki on hieman yllättävästi melko samansuuruinen siirtymävaiheen jälkeen. Tuotantokustannukset sen sijaan ovat luomutuotannossa 20–100 % suuremmat. Jos tavoitteena on tuottaa molemmilla tuotantomuodoilla sama tuotemäärä, lisääntyvät peltoalan tarve sekä työmäärä luomussa selkeästi. Mikäli uusia tuottajia haluttaisiin saada luomuun taloudellisin perustein, olisi luomun lisähintoja tai tukea korotettava. Yleisesti käytetyissä ympäristövaikutusten mittaustavoissa havaittiin vakavia puutteita, jotka suosivat voimaperäistä tuotantoa.

Tilojen välinen yhteistyö mahdollistaa luomutilojen erikoistumisen, mutta tilojen muodostama kokonaisuus säilyy silti monipuolisena. Työaika säästöt ovat suurimmat yhteisten karjarakennusten tai viljelykiertojen avulla. Tuotantokustannukset saattavat laskea jopa 40 % yhteistuotannon avulla. Tuotantosuuntien välinen tilayhteistyö voi vähentää merkittävästi viljelyn aiheuttamaa ympäristökuormitusta. Nykyinen ympäristötukijärjestelmä ei kuitenkaan kannusta yhteistyöhön. Tutkimuksessa esitetään muutamia tukimalleja, joiden avulla tuotantoa voitaisiin ohjata ympäristöystävällisemmäksi. Tukijär-

jestelmän monimutkaisuutta ei kuitenkaan saisi lisätä, sillä jo nyt se on viljelijöiden mukaan yksi luomutuotannon suurimpia ongelmia.

Asiasanat: luonnonmukainen maataloustuotanto, kestävyys, ekologia, taloudellisuus, systeemanalyysi, mallintaminen, yhteistyö

Production technology of large-scale organic farming as an economic and ecological challenge

Timo Lötjönen¹⁾, Elina Muuttomaa²⁾, Kauko Koikkalainen³⁾, Pentti Seuri⁴⁾ and Esa Klemola²⁾

¹⁾ MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research (Vakola), Vakolantie 55, FI-03400 Vihti, Finland, timo.lotjonen@mtt.fi

²⁾ TTS-Institute, PL 13, Kiljavantie 6, FI-05201 Rajamäki, Finland, elina.muuttomaa@tts.fi

³⁾ MTT, Economic Research (MTTL), Luutnantintie 13, FI-00410 Helsinki, Finland, kauko.koikkalainen@mtt.fi

⁴⁾ MTT, Environmental Research, Huttulantie 1, FI-51900 Juva, Finland, pentti.seuri@mtt.fi

Abstract

The aim of this work was to find obstacles in the way of ecological farming and find solutions to them. In addition, some aspects of reducing agricultural nutrient loading and improving the utilisation of renewable resources with help of ecological farming were reviewed.

Ecological farming is often seen as being more labour-intensive than conventional farming. Because of the dependence on crop rotation a high degree of specialisation and economies of scale cannot be reached as in conventional farming. In addition, some external chemical inputs must be replaced by work in ecological farming.

According to the farm models built in this work, there is no clear difference in the demand for labour between conventional and organic farms after the conversion period as long as the farms are of equal size. However, production costs are 20–100% higher in organic farming. A larger field area and more working hours are needed in organic farming to achieve the same production level. It is obvious that more economic support or a higher premium price is needed to motivate new farmers to convert to ecological farming. However, a higher production level more often than not causes more negative environmental impacts compared to a lower intensity. The present evaluation methods are not really able to indicate this and an alternative evaluation method is presented.

Co-operation between farms allows for specialisation even though the whole system is diverse enough for ecological production. Close co-operation, that is, collective buildings for livestock and collective crop rotations, saves the most working hours. The reduction of production costs can be up to 40%. Integration between crop farms and livestock farms clearly reduces negative environmental impacts. However, the present environmental policy in agri-

culture does not support it. Some suggestions to support more environmentally friendly production are given. The support system must be kept flexible and simple enough – too complicated a system is seen by farmers as one of the main difficulties in ecological farming.

Index words: organic farming, sustainable agriculture, ecology, economy, systems analysis, modelling, co-operation

Alkusanat

Luomutuotanto on laajentunut yhdessä vuosikymmenessä muutamasta tuhannesta peltohehtaarista noin 150 000 peltohehtaariin, joka on noin 7 % Suomen kokonaispeltoalasta. Tuotannon laajenemiselle näyttäisi olevan yhä sijaa niin kuluttajien asenteiden kuin ympäristöpolitiikan tavoitteiden valossa. Monelle viljelijälle kynnys siirtyä luomutuotantoon on kuitenkin korkea monista eri syistä. Yhä useammin taloudellisten seikkojen rinnalle nousevat itse tuotannon toteuttamiseen liittyvät seikat.

Maatalouden yrityskoko on Suomen EU-jäsenyyden aikana nopeasti kasvanut. Uudet tuotantotekniikat mahdollistavat työvoiman tehokkaamman hyödyntämisen: entistä vähemmällä työpanoksella selvittää entistä suuremmista pinta-aloista ja tuotantomääristä. Uudet tuotantotekniikat perustuvat paljolti skaalaetujen hyödyntämiseen erikoistuneissa tuotantosysteemeissä. Luomutuotannossa lähtökohtaisesti ei ole samanlaisia edellytyksiä hyötyä skaalaeduista, koska tuotantotapa asettaa biologisia ja teknisiä rajoitteita erikoistumiselle. Luomuviljelyn sidonnaisuus monipuoliseen kasvinvuorotukseen saattaa nousta kynnyskysymykseksi monella viljelijällä harkittaessa luomuviljelyyn siirtymistä.

Oman hämmennyksensä niin viljelijän kuin maatalouspolitiikan päättäjien toimintaan tuo erilaiset vallitsevat käsitykset maatalouden ympäristövaikutuksista. Luomutuotantoon liitetty ympäristöystävällisyys on suomalaisessa keskustelussa saanut ristiriitaisen vastaanoton.

Näistä lähtökohdista syntyi tämän tutkimuksen kysymyksenasettelu: millä tavoin laajamittainen luomutuotanto olisi toteutettavissa teknisesti? Millaisiksi muodostuvat tuotantokustannukset ja taloudellinen tulos suhteessa tavanomaiseen tuotantoon? Millaisia ympäristöhyötyjä mahdollisesti voidaan saavuttaa? Miten kaappoihin saataisiin riittävän suuria ja tasalaatuisia luomutuote-eriä tasaisesti ympäri vuoden?

Kysymyksiä selvittämään ryhtyi tutkimusryhmä, jossa johtavana tutkijana toimi Timo Lötjönen (MTT, Maatalousteknologia), muina tutkijoina Kauko Koikkalainen (MTT, Taloustutkimus), Pentti Seuri (MTT, Ekologinen tuotanto) sekä Esa Klemola (Työtehoseura) ja hänen jälkeensä Elina Muuttomaa (Työtehoseura). Tutkimuksen vastuullisena johtajana toimi MMT Hannu Haapala (MTT, Maatalousteknologia).

Timo Lötjönen vastasi ensisijassa työnkäyttöä koskevasta mallinnuksesta ja analyysistä, Kauko Koikkalainen laati lähinnä tutkimuksen taloudelliset laskelmat ja johtopäätökset niistä, Pentti Seuri tarkasteli luomutuotannon ekologisia lähtökohtia sekä laati ravinnetalouteen liittyvät tilamallit, Elina Muuttomaa puolestaan tarkasteli tilayhteistyön teoriaa ja esitteli tilayhteistyötä

käytännön esimerkein. Kaikkien osapuolten tarkastelusta pyrittiin kirjoittamaan yksi yhtenäinen kokonaisuus, eikä yksittäisten tutkijoiden osuutta kokonaisuuteen ole tarpeen tämän tarkemmin eritellä.

Tutkimuksen rahoituksesta tutkimusryhmä esittää lämpimät kiitokset Maa- ja metsätalousministeriölle. Omat kiitoksensa kuuluvat ehdottomasti myös tutkimukseen osallistuneille maataloille.

Tässä yhteydessä lausuttakoon myös työtoverillemme Esa Klemolalle jäähyväiset, hänet muistamme aina tunnollisena ja ahkerana tutkijana ja jonka kuolema kesken työn meitä kaikkia syvästi koskettti.

18.2.2004

Tutkijaryhmä: Pentti Seuri, Timo Lötjönen, Elina Muuttomaa,
Kauko Koikkalainen

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	12
1.1 Tausta.....	12
1.2 Tarkoitus ja tavoitteet	14
1.3 Työn rajausta ja rakenne.....	15
2 Laajamittainen luomutuotanto	16
2.1 Luomuviljelyn suhteellisen osuuden lisääntymisen mukanaan tuomia kysymyksiä.....	17
2.2 Teknologia, talous, ekologia.....	19
2.3 Nykyisen toimintaympäristön kuvaus.....	22
2.3.1 Tuotantoehtojen asettamat rajoitukset	22
2.3.2 Biologian, talouden ja teknologian asettamat rajoitukset	24
3 Luomutuotannon ekologinen perusta	31
3.1 Ympäristön kantokyky, tuotannon kestävyys	31
3.2 Viljelymaa.....	32
3.3 Ekosysteemipalvelut	34
3.3.1 Puskurointikyky	35
3.3.2 Biologinen typensidonta	37
3.3.3 Mykorritsa.....	39
3.3.4 Johtopäätöksiä ekosysteemipalveluista.....	40
3.3.5 Tuotantointensiteetti	41
3.4 Ympäristövaikutusten ja ekologisen kestävyuden arviointi.....	47
4 Luonnonmukaisen tuotannon toteuttamisongelmat.....	49
4.1 Luomuneuvojien näkemykset	49
4.1.1 Aiempi tutkimus	49
4.1.2 Tämän tutkimuksen sähköpostikysely	50
4.2 Tuotantoteknologinen tarkastelu.....	53
4.2.1 Rakennetut työkäyttömallit ja mallien validointi.....	53

4.2.2	Tavanomaisen ja luomutuotannon työmenekkivertailu	57
4.2.3	Yhteistyön vaikutus työmenekkeihin.....	61
4.3	Taloudellinen tarkastelu.....	65
4.3.1	Tavanomaisen ja luomutuotannon tuotantokustannusvertailu	65
4.3.2	Eri asteisen tilayhteistyön vaikutus tuotantokustannukseen ...	68
5	Ratkaisuna yhteistyö.....	71
5.1	Monipuolinen tuotanto johtaa pienimuotoiseen toimintaan.....	71
5.2	Naapuriavusta viralliseen yhtiömuotoon	73
5.3	Yhteistyön hyödyt ja esteet.....	75
5.3.1	Yhteistyön vaikutukset konekalustoon	77
5.3.2	Yhteistyön vaikutukset kannattavuuteen	78
5.3.3	Yhteistyön vaikutukset työmenekkeihin.....	79
5.4	Yhteistyöesimerkki 1	79
5.4.1	Viljelykierrat.....	81
5.4.2	Arvioita yhteistyöstä	82
5.5	Yhteistyöesimerkki 2	82
6	Viljelykiertomallit.....	84
6.1	Typensidonnann hyödyntämistavat.....	85
6.2	Ravinneintensiteetti, typi-intensiteetti	87
6.3	Viljelykiertomallit ja typi-intensiteetti.....	90
6.3.1	Biologisen typensidonnann määrä	90
6.3.2	Eri viljelykasvien pinta-alasuhteet.....	91
6.3.3	Erikoistuneet tuotantomallit.....	94
6.3.4	Erikoistuneista malleista integroituun malliin	100
6.4	Mallien tarkastelu ja tulokset.....	102
6.4.1	Kasvintuotannon ja kotieläintuotannon vertailu	103
6.4.2	Kasvintuotannon ja kotieläintuotannon kokonais- vaikutukset	105
6.4.3	Tuoteyksikkökohtainen kuormitus.....	107
6.5	Ravinnekuormitus ja tilayhteistyö	111
6.5.1	Ravinnetalous ja viljelijä.....	113

6.5.2 Mahdollisia kannustimia ympäristöyhteistyöhön	115
6.6 Ympäristöhyötyjen maksajat	118
7 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	120
8 Tutkimus- ja kehittämistarpeita.....	124
9 Kirjallisuus	126
10 Liitteet	132

1 Johdanto

1.1 Tausta

Luomutuotannon määritelmään liittyvä kestävyys käsite kattaa taloudellisen ja sosiaalisen kestävyuden ohella myös ekologisen kestävyuden. Eräissä yhteyksissä luomutuotantoa jopa kutsutaan ekologisiksi tuotannoksi. Ekologista kestävyyttä vain on varsin vaikea määritellä yksiselitteisesti. Mikäli perustaksi otetaan luonnon ekosysteemin toiminta ('absoluuttinen kestävyys'), havaitaan nykyisen tavanomaiseen tuotantoteknologian perustuvan jokseenkin kestävämmälle pohjalle. Tärkeimmät tuotantopanokset - energia, ravinteet, koneet - ovat uusiutumattomien luonnonvarojen varassa. Lisäksi itse maatalousekosysteemillä on voimakkaita ympäristövaikutuksia, kuten ravinnekuormitus ja kasvinsuojeluainepäästöt. Tällaisessa tarkastelussa esim. eliölajin sukupuuttoon kuoleminen, elottoman luonnon raaka-aineen loppuminen, fossiilisen polttoaineen aiheuttama hiilidioksidipäästö, tai vielä luonnontilaisen alueen viljelykseen otto ovat jossain määrin merkkejä kestävämmästä kehityksestä.

Luonnon ekosysteemin sijasta kestävyyttä voidaan arvioida ihmistoimintojen näkökulmasta ('suhteellinen kestävyys'). Tällainen kestävyys tarkastelu hyväksyy luonnon muuttamisen ja hyväksikäytön ihmisen tarpeiden tyydyttämiseksi. Ihmisen aikaansaamat muutokset ekosysteemissä hyväksytään niin kauan, kunnes muutokset uhkaavat ihmisen aineellista ja henkistä hyvinvointia. Niinpä yksittäisen eliölajin sukupuuttoon kuoleminen indikoi kestävämmästä kehityksestä vain, jos se samalla uhkaa ihmisen omaa hyvinvointia; raaka-aineen loppuminen on merkityksellistä vain, jos raaka-ainetta ei voida korvata jollakin toisella raaka-aineella yhtä edullisesti; hiilidioksidipäästöjä on vähennettävä vasta sitten, kun niillä havaitaan selkeitä vaikutuksia ihmisen elinympäristössä; luonnontilaisia alueita voidaan hyödyntää niin kauan, kun niiden avulla voidaan turvata suuremman ja suuremman ihmispopulaation ylläpitäminen tai niiden avulla voidaan kohottaa olemassaolevan populaation hyvinvointia.

Maataloustuotantoa varten tulisi kehittää kestävä kehityksen mukainen tuotantoteknologia, jossa uusiutumattomien resurssien käyttö voidaan korvata lähes kokonaan uusiutuvilla resursseilla. Tällaisen tuotantoteknologian toteuttavuudelle asettaa oman ylärajansa uusiutuvien resurssien riittävyys ja hinta. Maataloudessa on useita eri vaihtoehtoja päästä näihin päämääriin. Tähän saakka käytännöllisesti katsottuna aina on valittu liiketaloudellisesti edullisin vaihtoehto, joka ei useinkaan ole ollut ekologisesti kestävällä pohjalla varsinkaan pidemmällä tarkastelujaksolla. Tässä tutkimuksessa luomutuotannon katsotaan edustavan kestävä maataloustuotantoa, ja tarkasteltavaksi otettiin sen kriittiset ekologiset, tekniset ja taloudelliset suureet. Nyky-

muotoisesti toteutettuna luomutuotannonkaan ei voida katsoa aina edustavan kestävästä kehitystä, vaikka kaikkia tuotantosääntöjä noudatettaisiinkin. Esimerkiksi karjattomien luomutilojen ravinnehuollossa ollaan vielä kaukana kestävästä periaatteista samoin kuin energian käytön osalta suurimmalla osalla luomutiloista.

Luomutila eroaa tavanomaisesta tilasta siinä, että sen toiminta perustuu monipuoliseen kasvinvuorotukseen, viljelykiertoon, jonka avulla hoidetaan monet niistä toimenpiteistä, joita tavanomaisessa tuotannossa on liiketaloudellisesti edullisempi toteuttaa ulkopuolisten tuotantopanosten avulla (mm. lannoitus ja rikkakasvien torjunta). Tämä on mahdollistanut tavanomaisessa tuotannossa erikoistumisen tila- ja jopa aluetasolla, jolloin on päästy suurempiin tuotantoyksiköihin ja voitu näin rationalisoida tuotantoa, jolloin myös kannattavuus on useimmiten parantunut. Tämä on kuitenkin johtanut erilaisiin ympäristöongelmiin, kun ympäristön kantokyky on ylittynyt joiltakin osin. Luomutuotantoon siirryttäessäkin tarvitaan jonkin asteista erikoistumista, jotta siihen liittyvistä taloudellisista hyödyistä päästään osalliseksi ja siksi, että tuotantomuoto olisi taloudellisesti järkevästi toteutettavissa. Tilojen väliin yhteisiin viljelykiertoihin perustuvan yhteistoiminnan kautta voitaisiin saavuttaa samantyyppisiä taloudellisia hyötyjä, mitä on saavutettu tavanomaisessa tuotannossa erikoistumalla tilakohtaisesti, mutta monipuoliseen kasvinvuorotukseen perustuen voitaisiin välttää monokulttuurista aiheutuvat ongelmat.



Kuva 1. Karjanlanta on luomutuotannossa erityisen arvokasta, koska kemiallisia lannoitteita ei saa käyttää (kuva: T. Lötjönen).

Luomutuotannossa käytettävät tekniikat on suurelta osin siirretty tavanomaisen tuotannon puolelta. Maata muokataan ja satoa korjataan jokseenkin samoilla välineillä kummassakin viljelymuodossa. Viime aikoina on tosin huomattu, että moniin tehtäviin tarvittaisiin myös varsinaisia luomutuotantoon suunniteltuja koneita.

Luomutuotannon teknologia poikkeaa tavanomaisesta erityisesti siinä, että tietyt tuotantokelijät eivät ole käytettävissä (sallittuja). Tällöin käytetään niiden substituutteja, esim. biologista typensidontaa ja karjanlantaa kemiallisen väkilannoitteen sijaan (kuva 1). Substituuttien ominaisuudet ovat erilaisia, joten niiden käyttöön tarvitaan erilaista tekniikkaa. Luomussa käytetään monipuolisia viljelykiertoja, joissa on erityyppisiä kasveja, joten luomutilalla tarvitaan hyvin monipuolista tekniikkaa. Tuotannon taloudellinen järjestäminen onkin vaikeaa, ellei käytetä yhteiskoneita ja yli tilarajojen menevää viljelykiertoa.

1.2 Tarkoitus ja tavoitteet

Tässä tutkimuksessa pyrittiin hahmottamaan nykyisen tuotantoteknologian ekologista kestävyttä moniulotteisesti. Tuotannon tehostamiseksi (resurssien parempi panos - tuotos -suhde) hahmoteltiin systeemiratkaisuja, joissa erilaisilla tilayhteistyömuodoilla resurssien käyttöä voidaan optimoida. Vaihtoehtoina olivat tilojen eri asteiset yhteistyömuodot paikallisella ja alueellisella tasolla. Lisäksi tarkasteltiin tilakoon merkitystä resurssien käytölle. Tilojen välinen koneyhteistyö yhdistettynä työvoiman yhteiskäyttöön (=keskinäiseen tehtäväjakoon) merkitsee sitä, että koneet saadaan tehokkaammin käyttöön, jolloin tuotannosta suoriudutaan pienemmällä konekapasiteetilla ja voidaan käyttää ihmistyötä tehokkaammin. Kukin työntekijä voi lisäksi erikoistua johonkin erityisosaamiseen. Tiiviin yhteistyön edellytyksinä on eri tilojen viljelysuunnittelun ja tuotantosuuntien yhteensovittaminen.

Verkostoituminen voi ulottua pelkän tuotantoprosessin lisäksi esimerkiksi markkinointiin ja ravinteiden kierrätysmekanismien käyttöön. Verkostoitumisen tavoitteena on alueellisesti tasapainoinen ja monipuolinen tuotanto, jota voidaan pitää kestävyuden välttämättömänä elementtinä.

Mallinnuksen ja simuloinnin avulla pyrittiin löytämään laajamittaisen luomutuotannon kriittiset tilanteet, ts. etsimään järjestelmän pullonkaulat. Tarkasteltavat muuttujat olivat työnkäyttö, kustannukset ja vaikutus koneiden energiankulutukseen. Tähän pääsemiseksi tehtiin laskentamalleja, joilla simuloitiin seuraavia tekijöitä:

1. Luomussa käytetyt panosten substituutit aiheuttavat suuria muutoksia tuotantosysteemiin verrattaessa sitä tavanomaiseen tuotantoon. Simuloitiin tilatason muutos siirryttäessä tavanomaisesta viljelystä luomuun.
2. Toiseksi tutkittiin tilayhteistyön vaikutuksia luomutuotantosysteemissä.

Laskentamallien aikaansaanti edellytti, että käytettävissä oli luotettavia tietoja järjestelmän muuttujien tasoista ja keskinäisistä vuorovaikutussuhteista. Näitä selvitettiin kirjallisuudesta ja luomutiloilta kerätyistä aineistoista (case-tutkimukset erityyppisistä luomutiloista ja luomutilastot). Mallit rakennettiin sellaiselle tasolle, että niillä tehdyillä simuloinneilla voitiin saada tarpeeksi

tarkkaa ja mallien välillä vertailukelpoista tietoa avainmuuttujien tasoista. Teknologisen osan toinen tavoite oli tuottaa perusteltu lista tärkeimmistä teknologisen tutkimuksen alueista luomutuotannossa. Tässä pyrittiin etsimään sekä tilatason että isomman järjestelmätason teknologisia haasteita, ts. yksittäisistä avaintekniikoista aina systeemin hallintaan liittyviin keskeisiin kysymyksiin. Tavoitteena oli löytää sekä pitkän ajan strategisia että ajankoh- taisia yksittäisaiheita.

Tutkimuksen teknologia- ja ekologiaosa tuotti tulokseksi erilaisia systeemi- ratkaisuja, joissa optimoitiin resurssien käyttöä eri panos- ja toteutuskombi- naatioilla (tilakoko ja tilayhteistyö). Taloustarkastelu eroaa perinteisestä yh- den tilan vuosittaisen tuotannon optimoinnista, koska luomutuotannon opti- moinnissa tarkastelun kohteena on useampien vuosien mittainen koko vilje- lykierto, jossa edellisenä vuonna tuotetaan osa seuraavan vuoden tuotanto- panoksista.

1.3 Työn rajausta ja rakenne

Tutkimus perustui tilamallitarkasteluun. Tilamallien on kuvattava todellisuutta riittävän tarkasti. Tilamallien rakentamisen yhteydessä nousivat esiin tek- nologiaan, viljelytekniikkaan, työnmenekkiin ja työn organisointiin sekä eri substituutiosuhteisiin liittyvät kriittisimmät ongelmat. Kirjallisuuden lisäksi näihin haettiin vastauksia luomuneuvojakyselyn ja viljelijähaastattelujen avulla.

Teknologista, taloudellista ja ekologista osaa tehtiin rinnakkain, ts. tutkimus- kohteiksi rakennettiin soveltuvin osin samat tilamallit, jotka analysoitiin yhdessä. Johtopäätökset tehtiin siten samoista lähtökohdista ja niitä voitiin tarkastella saman aiheen eri näkökantoina. Eri osapuolet hakivat mallinnuk- seen tarvittavat lähtötiedot, tekivät tarvittavat laskelmat ja tulosten ana- lysoinnin siten, että ekologisesta näkökulmasta tarkasteltiin resurssien hy- väksikäytön tehokkuutta (uusiutuvat/ uusiutumattomat), ympäristövaikutuk- sia ja niiden hinnoittelua ja uusiutuvien resurssien lähitulevaisuuden sovellu- tuksia.

Mallinnettaviksi tuotantosuosunniksi valittiin maidontuotanto, sianlihantuotan- to, viljantuotanto sekä yhdistetty maidon- ja viljantuotanto. Myös naudanli- hantuotanto, kananmunien/broilereidentuotanto ja vihannesten viljely olisivat olleet kiinnostavia tuotantosuosuntia, mutta ne päätettiin rajata tutkimuksen ulkopuolelle. Ekologisen tarkastelun osalta katsottiin tarkoituksenmukaiseksi pitäytyä staattisissa malleissa, jolloin erilaisten tuotantovaihtoehtojen aiheut- tamat muutokset tulevat havainnollisemmin esille. Havainnollisuuden hintana menetetään kuitenkin kvantitatiivinen tarkkuus eri mallien välillä, joten mal- lit kuvaavat ensisijaisesti tarkasteltavien ilmiöiden muutossuosuntia eri vaihto- ehtojen välillä.

Teknologisesta näkökulmasta suunniteltiin työnkäyttö ja koneketjut eri tilamalleille sekä mahdolliset yhteistyökuviot. Teknologiset laajamittaisen luomutuotannon “pullonkaulatilanteet” ja simulointimallien teko Stella-ohjelmalla kuuluivat myös teknologiaosaan. Taloudellisesta näkökulmasta arvioitiin tilamallien taloudellinen tehokkuus ja toteutettavuus nykyisessä toimintaympäristössä. Lisäksi selvitettiin, mitä muutoksia on tehtävä laajamittaisen luomutuotannon harjoittamista varten.

2 Laajamittainen luomutuotanto

Tässä tutkimuksessa laajamittainen luomutuotanto merkitsee kahta eri asiaa: ensinnäkin sillä viitataan luomutuotannon merkitykseen Suomen maataloudessa; toisaalta sillä tarkoitetaan yksittäisen viljelijän yritystoiminnan laajuutta.

Luomutuotannon merkitys koko Suomen maataloudessa on aina 1990-luvun alkuun asti ollut hyvin pieni, suuruusluokaltaan tuhannen hehtaaria ja joitakin kymmeniä maatiloja (Mela 1988). Vuodesta 1990 luomutuotannon laajuus on kuitenkin lisääntynyt oleellisesti. Luomutuotannon laajeneminen on selkeä seuraus niistä julkisen vallan toimenpiteistä, jotka on kohdistettu luomuviljelyyn. Tärkeimmät toimet ovat olleet luomuviljelyn määrittely lainsäädännössä ja tunnustaminen erityiseksi tuotantotavaksi sekä tähän liittyen erityinen taloudellinen tuki luomuviljelyn harjoittajille.

Vuodesta 1990 vuoteen 1994 luomuviljelty peltoala kasvoi vajaasta 7 000 hehtaarista vajaaseen 26 000 hehtaariin. Edelleen Suomen liittyttyä Euroopan unioniin 1995, on luomuviljellyn pellon ala lisääntynyt lähes 150 000 hehtaariin. Nykyisin siis luomuviljelyn osuus kokonaisviljelyalasta on n. 7 %. Luomuviljely on jakaantunut suhteellisen tasaisesti ympäri maata, eikä kovin voimakkaita luomuviljelykeskittymiä ole syntynyt. Luomuviljellyn pellon osuus kokonaispeltoalasta vaihteli TE-keskuksittain vuonna 2000 Hämeen 3,7 % osuudesta Kainuun 11,4 % osuuteen (MMM:n tietopalvelukeskus 2001).

Tämä merkitsee kokonaisuuden kannalta sitä, että luomuviljelyn voimakkaasta lisääntymisestä huolimatta sen osuus pellonkäytöstä ei vielä nykyisellään ole juuri missään päin Suomea hallitseva. Tämän vuoksi ei ole juurikaan käytännön kokemuksia siitä, minkälaisen ilmiöiden eteen päädytään, kun alueen maataloudesta merkittävä osuus on luomuviljelyä. Vuoteen 2010 ulottuvan Suomen maatalouden strategian mukaan tavoitteena pidetään 15 % osuutta kokonaisviljelyalasta vuoteen 2010 mennessä (Maa- ja metsätalousministeriö 2001).

Laajamittaisesta luomutuotannosta voitaneen puhua, kun luomuviljelyn osuus keskimäärin on yli 10 %, jolloin on luultavaa, että paikallisesti sen osuus

saattaa kohota jo useisiin kymmeneen prosentteihin. Tällaisissa tilanteissa voisi olettaa luomuviljelyn vaikutuksien ympäristöön tulevan jo selkeästi esiin, ja toisaalta luomuviljelyn toiminnan paljastavan sellaisia erityispiirteitä, joita on vaikea havaita vähäisemmällä luomuviljelyn yleisyydellä.

Yksittäisen viljelijän yritystoiminnan laajuutta on tyypillisesti totuttu kuvaamaan viljelyssä olevan peltoalan avulla. Jakamalla koko maan viljelyala (aktiivi)tilojen lukumäärällä saadaan tämänhetkiseksi keskimääräiseksi peltoalaksi n. 28 ha (MMM:n tietopalvelukeskus 2001). Vastaavalla tavalla määritetty keskimääräinen luomutilan peltoala on jokseenkin sama (28,2 ha). Luomutilojen koosta keskimääräistarkastelu antaa kuitenkin jossain määrin harhaisen kuvan, koska luomutilojen joukossa on keskimääräistä enemmän hyvin pieniä tiloja ja hyvin suuria tiloja.

Merkillepantavaa on, että kotieläintilojen keskikoko on suurempi kuin karjattomien tilojen ja ilmiö on voimistunut 1990-luvulla. Syynä lienee maatalouden rakennekehitys, minkä seurauksena pienet kotieläintilat ovat lopettaneet toimintansa suurilla tiloilla useammin. Sen sijaan karjattomien tilojen osalta pienet tilat eivät ole lopettaneet kokonaan tuotantoaan, vaikka ilman erikoiskasvien viljelyä alle 30 hehtaarin karjattomien tilojen voisi olettaa olevan selvästi sivutoimisia, vailla erityisempää taloudellista merkitystä viljelijälle.

Tämän tutkimuksen näkökulmasta viljelyn laajamittaisuudella ymmärretään lähinnä sellaista tuotannon määrää, että se työllistää ainakin yhden työntekijän kasvukauden aikana jokseenkin päätoimisesti. Oleellista siis on se, että toiminnan voimaperäisyys määräytyy viime kädessä taloudellisten seikkojen perusteella.

2.1 Luomuviljelyn suhteellisen osuuden lisääntymisen mukanaan tuomia kysymyksiä

Luomutuotanto asettaa tilakohtaiselle erikoistumiselle selvästi suurempia rajoitteita, mihin tavanomaisessa maataloudessa on totuttu. Merkittävin rajoite aiheutuu kasvinvuorotuksesta. Lähtökohtaisesti luomuviljelyn kaikki typpi tulee systeemiin biologisen typensidonnan avulla, minkä vuoksi palkokasvien käyttäminen kasvinvuorotuksessa on välttämätöntä.

Tärkein palkokasvi oloissamme on puna-apila. Puna-apilan ja muidenkin apiloiden ominaispiirteenä on, että sadon laajempi hyödyntäminen ilman märehitijöitä on vaikeaa. Näin ollen karjattomien tilojen osalta puna-apilasadolle ei yleensä ole markkinoita, eikä muutakaan hyödyntämistapaa kuin viherlannoituksena käyttö (kuva 2). Heinäkasvien kanssa seoksena viljelyn puna-apilanurmen vuotuinen typensidonta on suuruusluokaltaan 100 kg/ha (Väisänen 2000). Mikäli tilalla ei viljellä muita typensitojakasveja eikä ole mitään muuta typen lähdettä, tarvitaan jo 50 kilon typpi-intensiteetin saa-

vuttamiseksi yhden kolmasosan puna-apilanurmen viljelyosuutta viherlannoitukseksi. Vaikka viljakasvusto kykenisikin hyvin tehokkaaseen typen hyväksikäyttöön, niin tällaisella typpi-intensiteetillä ei sadon määrä voi oleellisesti ylittää 2000 kg/ha. Tyypillisellä viljasadon typpipitoisuudella 2000 kiloa viljaa sisältää 40 kiloa typpeä.



Kuva 2. Puna-apila on luomuviljelyn perusta ja oivallinen kasvi viherlannoitukseen. Karjattomien tilojen typpihuollon järjestäminen viherkesannon avulla rasittaa kuitenkin niiden taloutta, koska viherlannoitusala on pois myyntikasvien tuotannosta (kuva: T. Lötjönen).

Palkokasveja, joiden sadolle on puna-apilaa paremmat markkinat, on varsin rajoitetusti. Käytännössä herneen ja härkäpavun lisäksi ei muita palkoviljoja maassamme viljellä. Esim. soijapapu, joka maailmanlaajuisesti on merkittävä palkovilja, ei ominaisuuksiltaan menesty pitkän päivän ja lyhyen kasvukautemme ilmastossa. Herneen ja härkäpavunkin viljelyvarmuudessa olisi toimomisen sijaa. Viljelyn vaikeuksia kuvannee parhaiten herneen viljelyn laajuus (härkäpapua ei ole edes tilastoitu erikseen): viime vuosina luomutuotannossa herneen puhdaskasvustojen määrä on ollut n. 2000 ha ja seoksena korsiviljojen kanssa n. 3000 ha, eli yhteensä alle 5% luomuviljellystä kokonaisalasta. Osuus tavanomaisessa viljelyssä on vielä selvästi vähäisempi (MMM:n tietopalvelukeskus 2001).

Palkoviljojen typensidonta on selvästi vähäisempää kuin nurmipalkokasvien. Herneen ja viljan seoskasvuston tyypillinen typensidontamäärä on suuruusluokaltaan 50 kg/ha, herneen ja erityisesti härkäpavun puhdaskasvustojen typensidonta voi parhaimmillaan yltää lähes sataan kiloon hehtaarilla, mutta pitkän ajan keskiarvona käytännön viljelyssä jäänee selvästi alle sadan kilon. Tyypillisen talteen korjatun palkoviljasadon kokonaistypimäärä on 50-70 kg/ha riippuen palkoviljan suhteellisesta osuudesta, joten palkoviljat ovat lähinnä typpiomavaraisia, mutta seuraavan vuoden kasvustolle typpeä jää varsin niukasti.

Palkoviljojen osuus enimmilläänkin voisi olla korkeintaan neljännes kokonaisalasta, koska kasvinsuojelun vaikeudet rajoittavat herneen ja härkäpavun viljelyn korkeintaan yhteen kertaan neljän vuoden viljelykierrossa. Käytännössä osa pelloista on eri syistä soveltumaton palkoviljoille, mikä merkitsee vieläkin pienempää enimmäisalaa palkoviljojen viljelyssä.

Oleellista karjattomien luomutilojen ravinnetaloudelle on siis suuri viherlannoitusalan tarve, mikä heijastuu alhaisena keskimääräisenä myyntisatonä. Toisaalta kuitenkin kaikki myyntisadon ravinteet menetetään, joten esim. fosforin osalta vuotuinen poistuma on yli 6 kg/ha. Ravinteet eivät kierrä, joten korvaavien ravinteiden tarve muodostuu suureksi. Laajamittaisessa luomutuotannossa tämä merkitsee epäorgaanisen fosforilannoituksen tarvetta, koska luomuviljelyn ulkopuolelta tulevaa orgaanista materiaalia on rajoitettusti käytössä. Toisena vaihtoehtona on luonnollisesti pyrkiä tehostamaan orgaanisen materiaalin kierrätystä (yhdyskuntaliete, luujauho, tuhkat).

Karjatilojen ravinnetalous poikkeaa karjattomien tilojen ravinnetaloudesta merkittävästi. Nurmipalkokasveja voidaan viljellä noin puolella koko alasta ja vielä sen lisäksi palkoviljoja. Näin ollen typpiomavaraisten kasvien osuus voi olla jopa kolme neljänestä. Ei-palkokasvien lannoitteeksi on myös käytettävissä karjanlantaa, minkä ansiosta typpi-intensiteetti voi olla yli kaksinkertainen (>N 100 kg/ha) karjattomaan luomutilaan verrattuna. Keskimääräinen sato on karjatiiloilla selvästi suurempi, mutta ravinteita poistuu tilalta hehtaaria kohti selkeästi vähemmän kuin karjattomilla tiloilla, esim. fosforia vain n. 3 kg/ha. On kuitenkin huomattava, että omavaraiseen rehuntuotantoon pohjautuvassa luomutuotannossa ei muodostu lantaa, jonka ravinteet voitaisiin kuljettaa tilalta pois. Korkeintaan typen osalta luomukarjatalo ei välttämättä lantaa tarvitsisi omaan käyttöön, mutta fosforin osalta ei karjanlantaa ole varaa menettää muualle.

Laajamittaisessa luomutuotannossa siis ravinteiden omavaraisuus ja kierrätys muodostuvat paljon kriittisemmäksi kuin nykytilanteessa, jossa jopa samalla tilalla ravinteita voi siirtyä tavanomaisesta karjataloudesta luonnonmukaisesti hoidettuun kasvintuotantoon merkittäviä määriä.

Tällä hetkellä ravinteiden siirtyminen tavanomaisesta viljelystä luomutuotantoon on suhteellisen helppoa ja yleistä. Merkittävin tapa ravinteiden siirtymiselle tavanomaisesta tuotannosta luomutuotantoon on karjanlanta: joko tavanomaisen naapuritilan lanta tai oman tavanomaisen karjan lanta. Tilanne, jossa samalla tilalla karjatalous on tavanomaisesti hoidettua ja peltoviljely luonnonmukaisesti, lienee väliaikainen. Sen sijaan tavanomaisen naapuritilan lannan käyttö sallittaneen vielä pitkään, mutta laajamittaisessa luomutuotannossa tavanomaisten tilojen lannasta syntyy nopeasti niukkuutta, joten ainoa mahdollisuus on täydellinen riippumattomuus tavanomaisen maatalouden lannasta.

2.2 Teknologia, talous, ekologia

Tässä yhteydessä teknologialla ymmärretään varsin laajaa käsitettä luomuviljelyn toteuttamisesta. Olisiko jopa harkittava muun termin käyttöä kuin teknologia? Teknologialla ymmärretään tässä yhteydessä korostuneesti viljelyn

toteuttamista kasvinvuorotuksen asettamien vaatimusten mukaisesti. Koska kasvinvuorotuksen tarkoituksenmukainen järjestäminen johtaa useimmissa tapauksissa siihen, että tärkeimmän tuotantosuunnan tuotteiden ohella syntyy myös muuta tuotantoa, on tuotannon järjestämistä tarkasteltu totuttua tilakokonaisuutta laajemmin. Keskeisenä ajatuksena on asettaa kasvinvuorotuksen optimointi etusijalle ja tarkastella sitten millaisia tuotantosuuntia edustavat tilat yhdessä voisivat ko. kasvinvuorotusta hyödyntää tehokkaimmin.

Kuten jo edellä kävi ilmi, pelkkään kasvintuotantoon erikoistunut luomutuotanto törmää vakaviin ravinnetalouden ongelmiin: osalla peltoalasta (viherrannoitusala) ei synny hyödynnettävää satoa, toisaalta typpi-intensiteetti jää verraten alhaiseksi, mikä johtaa vaatimattomiin satoihin ja kolmanneksi kaikki sadon mukana pellolta korjatut ravinteet menetetään lopullisesti, koska ravinteet eivät kierrä systeemissä lainkaan.

Teknologian näkökulmasta tällainen systeemi sinänsä voi olla jokseenkin toimiva. Suurin riski liittyy useiin toistuvien yksivuotisten viljakasvien viljelyssä rikkakasvien hallintaan. **Taloudellisesti** erikoistunut kasvintuotanto on tehotonta, koska käytettyä pinta-alaa kohden hyödynnettävä sato jää vähäiseksi. Yritystalouden näkökulmasta taloudellinen tulos voi silti olla tyydyttävä, jos taloudellinen tulos ei ole ensisijaisesti riippuvainen syntyvän tuotoksen määrästä. EU:ssa harjoitetussa maatalouspolitiikassa pinta-alaperusteisilla tuilla on huomattava merkitys viljelijöiden tulonmuodostuksessa varsinkin marginaalisemmilla viljelyalueilla, joihin Suomi lukeutuu. Tähänastisessa tukikäytännössä myös viherkesantojen kaltaisille kasvustoille on myönnetty miltei samansuuruisia tukea kuin myyntikasvien viljelylle.

Ekologian näkökulmasta erikoistunutta kasvinviljelyä tulee tarkastella useammasta näkökulmasta. Jos tarkastellaan viljelymaan käyttöä ravinnontuotantoon, niin kasvinviljelytuotteiden tuotanto suoraan ihmisravinnoksi on ylivoimaisesti tehokkaampaa kuin kotieläintuotteiden tuotanto. Toisin sanoen samalta peltoalalta saadaan moninkertainen määrä ravintoa (energiaa). Pelkästään kotieläinten rehun hyväksikäyttöasteen perusteella voidaan päätellä, että parhaimmillaankin kotieläintuotteiden sisältämä energia voi olla vain kolmannes (sianliha) niiden käyttämän rehun energiasta, useimmissa tapauksissa kuitenkin selvästi vähemmän, esim. maidon osalta noin neljännes ja naudanlihan osalta kymmenesosa.

Kasvintuotannon aiheuttama ympäristökuormitus hehtaaria kohden on vain 30-50 % kotieläintuotantoon valjastetun peltohehtaarin aiheuttamasta kuormituksesta. Ravinnon sisältämään energiaan suhteutettuna kasvinviljelytuotteiden aiheuttama kuormitus on vain 5-20 % kotieläintuotteiden aiheuttamasta (Grönroos & Seppälä 2000).

Edellinen tarkastelu on teoreettinen ja siltä osin harhaanjohtava, jos käytännössä kuitenkin tuotetaan sekä kasvinviljelytuotteita että kotieläintuotteita

ihmisravinnoksi. On siis tarkasteltava kasvintuotantoa tilanteessa, jossa riippumatta kasvintuotannon ekologisesta ylivoimaisuudesta kuitenkin on tuotettava myös kotieläintuotteita. Erikoistuneessa tuotannossa tämä merkitsee sitä, että toisaalla on kasvinviljelytiloja, joilla tuotetaan leipäviljan ja perunan lisäksi myös rehuviljaa ja biologinen typensidonta vaatii osan pellostä viherkesantokäyttöön. Toisaalla on erikoistuneita karjatiloja, jotka oman sadon lisäksi ostavat viljatilojen sadon karjan rehuksi. Lähtökohtaisesti tällainen tuotantotapa käyttää resursseja tehottomasti: kasvinviljelytiloilla aiheutuu kaikki erikoistuneen kasvintuotannon ongelmat. Sen lisäksi karjatiloihin on mahdollista hankkia ostorehussa lisäravinteita niin paljon, että tilalla syntyvän karjanlannan ravinteiden hyödyntämistä jää heikoksi.

Kotieläintalouden erikoistumisaste voi vaihdella rehuomavaraisesta tuotannosta ostorehua hyödyntävään tuotantoon asti. Omavaraisessa rehuntuotannossa systeemin kaikki typpi on lähtöisin omien peltojen biologisesta typensidonnasta. Sen sijaan tilanteessa, jossa hyödynnetään ostorehua, osa typeistä on peräisin muualta. Systeemiin muualta tulevan typen avulla tilalla voidaan joko vähentää biologista typensidontaa tai kohottaa typpi-intensiteettiä. Kumpikin vaihtoehto merkitsee resurssien heikompaa hyödyntämistä: typensidonnan vähentäminen systeemissä, jossa se on kaikkein tehokkainta; ja toisaalta jo entuudestaan korkean typpi-intensiteetin kohottaminen lisää ympäristökuormitusta.

Muiden ravinteiden kuin typen osalta ostorehun avulla voitaisiin korvata tilalta poistuvat ravinteet. Tämä ei kuitenkaan vähentäisi yhtään koko luomutuotannosta poistuvien ravinteiden määrää, syntyisi vain kahdenlaisia luomutiloja: niitä, joilta siirtyy runsaasti hehtaaria kohden ravinteita pois ja niitä, joilla saattaisi syntyä jopa ylijäämää ravinteiden suhteen. Resurssien käytön näkökulmasta erikoistunutta tuotantoa ei voi pitää optimaalisena luomutuotannossa. Ympäristön tilan kannalta tilanne on huomattavasti monitahoisempi.

Ympäristön tila on riippuvainen paitsi kokonaiskuormituksesta myös pinta-alakohtaisesta kuormituksesta. Kuten aiemmin viitattiin, on kasvintuotannon aiheuttama ympäristökuormitus murto-osa kotieläintalouden aiheuttamasta kuormituksesta. Näin ollen pelkästään karjataloudesta luopumalla ravinnekuormitus vähenisi murto-osaan. Lisäksi on huomattava, että tuottamalla ravinto kasvinviljelytuotteina, sen sisältämä energiamäärä olisi moninkertainen, jolloin peltoalaa voisi vähentää vastaavasti.

Tarkastelu on jälleen teoreettinen, todellisuudessa kuitenkin on tuotettava niin kasvinviljelytuotteita kuin kotieläintuotteitakin. Kasvinviljelytuotteiden erikoistunut tuotanto ei sinänsä välttämättä lisää pinta-alakohtaista kuormitusta, mutta koska osalta pinta-alaa ei saada hyötysatoa, tarvitaan saman tuotospäärän tuottamiseksi enemmän pinta-alaa kuin tilanteessa, jossa viherkesantoa ei käytetä.

Erilaisten pinta-alojen ympäristövaikutuksia ei oikeastaan ole mahdollista tulkita yksiselitteisesti. Ympäristön puskurointikyvyn ansiosta kokonaiskuormituksen aiheuttamat ympäristövaikutukset eivät aina ole suoraan verrannolliset kokonaiskuormituksen määrään, vaan esim. kuormituksen alueellinen jakautuminen voi vaikuttaa siihen ratkaisevasti. Näin ollen on ilmeistä, että jos samansuuruinen kokonaiskuormitus syntyy eri suuruisella peltoalueella, niin kuormituksen aiheuttamat ympäristövaikutukset jäävät pienemmiksi suuremman peltoalueen osalta. Tästä seuraa, että vaikka saman tuotomäärän tuottamiseen tarvittavan pinta-alan tarve kasvaisikin erikoistuneen tuotannon vuoksi, ei se välttämättä merkitsisi ympäristövaikutusten lisääntymistä – ei ainakaan pinta-alan lisäyksen suhteessa.

Myöhemmin tässä julkaisussa rajoitetaan tarkastelemaan ympäristövaikutuksia (ravinnekuormitusta) nimenomaan saman peltoalan vaihtoehtoisten viljelyteknologioiden kesken, eikä tarkastelun perusteella näin ollen ole mahdollista vetää johtopäätöksiä tilanteissa, joissa viljelypinta-alat eri vaihtoehtojen kesken ovat eri suuruiset.

2.3 Nykyisen toimintaympäristön kuvaus

2.3.1 Tuotantoehtojen asettamat rajoitukset

Luonnonmukaisen ja tavanomaisen peltoviljelyn tuotantoteknologiset erot ovat melko pieniä, mutta eivät merkityksettömiä. Koneistuksen suhteen tullaan toimeen lähes samoilla koneilla kuin tavanomaisessakin tuotannossa. Luonnonmukaisen tuotannon ehdoissa vaaditaan, että tilalla noudatetaan ennalta suunniteltua viljelykiertoa, jossa palkokasvit ja muut kasvit vuorottelevat (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000a). Tuotannossa tarvitaan siten monipuolisempaa konekalustoa, kuin esimerkiksi pelkästään viljaa tuottavilla tavanomaisilla tiloilla.

Tuotantotapojen suurimmat erot lienevät lannoituksessa ja kasvinsuojelussa. Luonnonmukaisessa tuotannossa helppoliukoisia mineraalilannoitteita ei saa käyttää, vaan lannoitus hoidetaan viherlannoituksen, karjanlannan ja tarvittaessa hidasliukoisten kivijauheiden avulla. Väkilannoitteiden käsittely- ja levityskalustoa ei siis tarvita, mutta karjanlannan levitystarkkuuteen ja –tehoon sekä lannan ravinteiden tarkkaan hyödyntämiseen on kiinnitettävä huomiota. Luomutuotantoyksiköissä syntynyttä lantaa ei tarvitse nykysääntöjen mukaan enää kompostoida, joten teknologia on yksinkertaistunut näiltä osin. Sen sijaan tavanomaisesta tuotannosta peräisin oleva ja luomupelloille levitettävä lanta on pääsääntöisesti kompostoitava tai laimennettava (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000a).

Luonnonmukaisessa viljelyssä kasvinsuojelu perustuu ennakoiviin ja viljelytekniisiin toimiin sekä mekaaniseen torjuntaan (Koskimies ym. 1999). Syn-

teettisiä torjunta-aineita ei saa käyttää. Tämä koskee myös siementen peit-
tausta. Siten luomutiloilla ei yleensä tarvita kasvinuojeluruiskua. Joillakin
vihanneskasveja tai rypsiä viljelevillä tiloilla ruisku voidaan kuitenkin tarvita
esimerkiksi pyretriinin levitystä varten. Sallitut torjunta-aineet ovat tu-
hoeläinten ja kasvitautien torjuntaan tarkoitettuja. Lista näistä aineista löytyy
”Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet – kasvintuotanto” – oppaasta (Kasvin-
tuotannon tarkastuskeskus 2000a).

Koska ei ole olemassa luomutuotantoon sopivia rikkakasvien torjunta-aineita,
on niiden torjunta hoidettava ilman kemikaaleja. Ennakoivat ja viljelytekniiset
toimet riittävät monesti pitkälle viljan ja nurmen viljelyssä, koska näiden
kasvien kilpailukyky on suhteellisen hyvä. Lisäksi voidaan tarvita suoran
torjunnan mekaanisia keinoja, joita ovat mm. rikkakasviäestys, riviväliharas-
us, pesäkeniitto ja kitkentä (Mattsson & Sandström 1994). Todennäköisintä
näiden tarve on kasvinviljelyyn erikoistuneilla luomutiloilla. Rikkakasviäkei-
tä on käytössä melko monella luomutilalla. Vihannesviljelyssä viljelykasvien
kilpailukyky rikkakasveihin nähden on usein heikko, jolloin torjunnan on
oltava tehokasta. Edellä mainittujen torjuntakeinojen lisäksi voidaan tarvita
mm. liekitystä ja riviväliharjausta.

Samalla tilalla harjoitettavan kotieläintuotannon ja peltoviljelyn laajuuksien
suhteesta ei ole tuotantoehdoissa tarkkoja määräyksiä. Tilalla tuotetun lannan
on sovittava omille pelloille tai lannan vastaanotosta on tehtävä sopimus toi-
sen luonnonmukaista kasvintuotantoa harjoittavan tilan kanssa. Lannanlevi-
tysalaa on oltava siten, että 2 ey/ha ei ylitä (Kasvintuotannon tarkastuskeskus
2000b). Ohjeiden mukaan eläinten rehujen on oltava mieluiten omalla tilalla
tuotettu. Jos tätä toivetta noudatetaan, niin lannan liian suuri määrä ei tule
kovinkaan helposti rajoittavaksi tekijäksi. Karkeasti ottaen luomutuotannossa
eläinmäärä voi olla korkeintaan noin 0,5 ey/ha, mikäli lähes kaikki rehut aiotaan
tuottaa omalla tilalla (Koikkalainen 1996).

Luonnonmukaiset kotieläimet on ruokittava pääasiassa luomutuotannosta
peräisin olevilla rehuilla. Naudoilla tavanomaista rehua saa olla vuotuisesta
rehukulutuksesta enintään 10 % ja sioilla ja siipikarjalla enintään 20 % re-
hun kuiva-aineesta laskettuna. Nautojen rehusta valtaosan on oltava kar-
kearehua. Myös sikojen ja siipikarjan päivittäiseen rehuannokseen on lisättä-
vä karkearehua, mikä on merkittävä ero tavanomaiseen tuotantoon nähden.
Vasikoita on juotettava maidolla 3 kk:n ikäiseksi ja porsaita 40 vrk:n ikäiseksi
(Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b).

Luonnonmukaisilla kotieläimillä on oltava eläinsuojassa tilaa karkeasti ottaen
kaksi kertaa enemmän kuin mitä ovat tavanomaisen tuotannon vähimmäisti-
lavaatimukset (Maa- ja metsätalousministeriö 1998 ja 1999, Kasvintuotannon
tarkastuskeskus 2000b). Tämä tietysti lisää rakennuskustannuksia tavanomai-
seen tuotantoon nähden. Myös työnmenekki voi lisääntyä, jos rakennus
suunnitellaan siten, että manuaalista puhdistustyötä on paljon. Toki tavan-

omaisessakin tuotannossa on usein järkevää ylittää vähimmäistilavaatimukset, jolloin erot luomutuotantoon sopivan rakennuksen kustannuksiin ja työnmenekkeihin pienenevät.

Tuotantosääntöjen mukaan luomunautojen ja -sikojen lattiapinta-alasta vähintään puolet on oltava kiinteää lattiaa, jossa ei siis ole rakoja tai ritilöitä. Lisäksi eläimillä on oltava kiinteälattiainen ja kuivitettu makuupaikka (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b). Lypsylehmäpihatossa tästä ei aiheudu suuria eroja tavanomaisen ja luomupihatton välille. Lietelantajärjestelmä on täysin mahdollinen, kun lannanpoisto järjestetään esim. raapan avulla. Sioilla vaatimukset johtavat monesti kuivalantajärjestelmään, mikä yleensä lisää työnmenekkiä lietejärjestelmään nähden. Kuivalannan poisto, kuivittaminen ja lannan levitys pellolle ovat yleensä hitaampia kuin vastaavat työvaiheet lietalantajärjestelmässä (Peltonen & Vanhala 1992, Klemola 1996).

Luomusäännöissä todetaan, että eläinten pitäminen kytkettyinä tai kääntymisen estävissä häkeissä on kielletty. Nautakarjalla ja sioilla tämä edellyttää eläinten pitämistä pihatoissa tai laajoissa karsinoissa. Pienissä lypsylehmäkarjoissa (< 30 ey) kytkeänsääntöön voidaan saada toistaiseksi poikkeuslupa, mikäli navetta on rakennettu ennen 24.08.2000. Poikkeusluvan ehtona on, että eläimet pääsevät ulkoilemaan myös talvella, vähintään kaksi kertaa viikossa. Kesällä niiden on päästävä päivittäin laitumelle (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b).

Luomunautojen on päästävä ulkoilemaan ympäri vuoden. Laidunkaudella kaikkien nautojen on päästävä päivittäin laitumelle. Pihatossa olevien nautojen talviulkoilutuksesta voidaan luopua, jos laidunkautta pidennetään normaalista. Sikojen tulee päästä ulkotarhaan toukokuusta lokakuuhun (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b). Ulkoiluttamisvaatimukset lisäävät luomutuotannon työmenekkiä tavanomaiseen verrattuna varsinkin, jos kyseessä on parsinavetta tai sikala. Nautapihatossa eroa ei välttämättä ole. Toisaalta ulkoilutus parantaa eläinten terveyttä, mm. vähentää jalkavaivoja, joten osa lisääntyneistä kustannuksista voidaan saada tätäkautta takaisin.

2.3.2 Biologian, talouden ja teknologian asettamat rajoitukset

Yhteisesti sovittujen tuotantosääntöjen ja tukiehtojen lisäksi luomutuotantoa ohjaavat monet biologiset, teknologiset ja taloudelliset lainalaisuudet, jotka tiedostamalla tuotannossa on paremmat mahdollisuudet onnistua. Tässä kapaleessa keskitytään lyhyesti siihen, missä nuo reunaehdot eroavat merkittävästi tavanomaisesta tuotannosta.

Maidontuotanto

Jos tarkastellaan luomumaidon-, -sianlihan- ja -viljantuotantoa, niin huomataan, että erot tavanomaiseen tuotantoon ovat yleensä pienimpiä luomumaidontuotannossa, mikäli tila on tavanomaisessa tuotannossa ollut suhteellisen omavarainen nurmen ja viljan suhteen (Koikkalainen 1996). Suurin muutos on yleensä se, että luomuun siirryttäessä nurmiviljely on muutettava tyypiomavaraiseksi, ts. palkokasveihin (apila) perustuvaksi. Sadot ovat karkeasti ottaen luomutuotannossa 30 % alempia verrattuna tavanomaiseen tuotantoon, joten peltopinta-alaa tarvitaan enemmän, mikäli aiotaan säilyttää sama eläinmäärä. Erityisesti laidunta tarvitaan tavanomaista tuotantoa selvästi enemmän (Koikkalainen 1996). Apila-heinäseosnurmeen perustuva säilörehu tuottaa kohtalaisia satoja, samoin lantaa saavat viljapelit.

Apilan viljelyssä onnistuminen on luomumaidontuotannon avainkysymys. Mikäli apila ei talvehdi kunnolla, esimerkiksi liian korkealla olevan pohjaveden pinnan tai tulvien takia, myös nurmisadot jäävät heikoiksi. Apilanurmen korjuussa on oltava hellävaraisempi kuin pelkkiä heinäkasveja sisältävän nurmen korjuussa. Nurmen tallaamista märkänä tulee välttää, eikä nurmea pitäisi niittää enää elokuun lopun jälkeen, jottei talvehtiminen vaarantuisi (Ansalehto & Penninkangas 1998). Vetokoneiden, perävaunujen ja työkoneiden riittävään pyörävarustukseen on luomuviljelyssä kiinnitettävä erityishuomio, jotta viljelykierrolla saavutettua maan rakenteen parantumista ja apilanurmien menestymistä ei vaaranneta (Schepel 2000).

Kuivanheinän teko runsaasti apilaa sisältävästä nurmesta on hankalaa, koska apila kuivuu hitaasti ja sen lehdet varisevat helposti (Penninkangas 1998). Latokuivuri on tässä erittäin tarpeellinen. Mikäli säilörehu on esikuivattua, kuivaa heinää tarvitaan hyvin vähän, lähinnä pikkukasikoiden rehuksi. Monella tilalla tämän vähäisen kuivaheinämäärän hankkiminen ostamalla voi olla järkevintä. Silloin kuivaheinäkalustoa ei tarvita ja voimavarat voidaan kohdentaa tehokkaamman säilörehuketjun hankintaan.

Apilavaltaisen nurmirehun syöttämisessä naudoille on muutama muistamisen arvoinen seikka. Puna-apila ja sinimailanen sisältävät runsaasti kasviestrogeenejä, jotka saattavat suurina määrinä heikentää nautojen hedelmällisyyttä. Siksi viljelykierrossa pitäisi olla eri-ikäisiä nurmia ja siemenseoksissa tulisi käyttää myös heinäkasveja, ettei ruokinnasta tulisi liian apilapitoista. Sama koskee myös puhaltumisriskin välttämistä. Puhaltuminen johtuu pötsin epänormaalista kaasunmuodostuksesta ja sen riski on erityinen odelmaisista apilanurmia syksyllä laidunnettaessa (Penninkangas 1998).

Rikkakasveista ei yleensä ole suurta ongelmaa luomumaidontuotannossa. Siemenrikkakasvit ja kestorikkakasveista pelto-ohdake ja –valvatti pysyvät yleensä hyvin kurissa monivuotisen nurmen ja siihen kohdistuvien niittojen ansiosta (Koskimies ym. 1999). Juolavehänä voi sen sijaan lisääntyä harvoissa

nurmissa, laitumissa ja keveillä maalajeilla. Juolavehnästä ei ole juurikaan haittaa nurmivuosina, mutta viljojen satoa se voi alentaa merkittävästi.

Luomukarjatiloilta rikkakasveja voidaan torjua huolehtimalla nurmien tiheydestä täydennyskylvöin, laitumien puhdistusniitoin, viljan rikkakasviäestyksin ja kyntöä edeltävin sänkimuokkauksin. Mikäli juolavehnätilanne on päässyt oikein pahaksi, myös puoli- tai kokokesän kestävä avokesanto voi olla perusteltu. Kyntö on yleensä tarpeellinen muokkausmenetelmä niin tavanomaisilla kuin luonnonmukaisillakin karjatiloilta. Sillä nurmi saadaan lopeutettua ja lanta mullattua yhdellä ajokerralla.

Luomukarjatilalla kannattaa viljellä kauraa ohran sijasta, jos se vain eläinten ruokinnan kannalta on mahdollista. Kaura on ohraa selvästi vaatimattomampi kasvupaikan ja ravinteiden suhteen. Lisäksi se kilpailee rikkakasvien kanssa ohraa paremmin, eikä ole niin arka taudeille kuin ohra (Niskanen & Ansalehto 2000). Luomutuotannossa kauraa voidaan käyttää perustettavan nurmen suojaviljana, koska se harvoin kasvaa liian rehevästi ravinteiden niukkuuden takia.

Apilavaltainen säilörehu on jopa parempaa rehua maidontuotantoon kuin puhdas heinäkasvisäilörehu. Valkuaisen hyväksikäyttö ja maittavuus ovat parempia. Silti säilörehun lisäksi tarvitaan valkuaistäydennystä, joita Suomen oloissa voivat olla rypsirouhe, herne ja härkäpapu (Penninkangas 1998). Näistä herneen ja härkäpavun viljely onnistuu melko helposti, mutta luomurypsin kiusana ovat tuholaiset ja rikkakasvit. Luomurypsiä tuottavat muuttamat siihen erikoistuneet viljelijät ja luonnonmukaista rypsirouhetta on tällä hetkellä (v. 2004) saatavilla. Valkuaistäydennys on mahdollista hoitaa myös tavanomaisia rehuja käyttäen, sillä 10 % rehun kuiva-aineesta saa olla tavanomaisesti tuotettua (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b).

Luomumaidontuotannon kannattavuus on laskelmissa osoittautunut yhtä hyväksi tai jopa lievästi paremmaksi kuin tavanomainen tuotanto (Koikkalainen 1996). Muutokset tuotannossa ovat melko pieniä luomuun siirryttäessä. Sadot laskevat, mutta ostopanoksia tarvitaan vastaavasti vähemmän. Tällä hetkellä (v. 2004) luomumaidolle saa noin 6 c/l lisähintaa niillä alueilla, joilla luomumaidon erilliskeräys on järjestetty. Tämä lisää tuotantomuodon houkuttelevuutta.

Sianlihantuotanto

Kun sikatila siirtyy luomuun, ovat muutokset yleensä selvästi suurempia kuin maitotiloilla. Sikatiloilla on tavallisesti paljon eläimiä suhteessa peltoalaan. Luomuun siirryttäessä sadot laskevat ja peltoa tarvitaan myös nurmeksi viljelykierron järjestämiseksi. Eläimiä on vähennettävä tai peltoalaa lisättävä reippaasti, jollei haluta turvautua runsaaseen ostorehujen käyttöön (Koikkalainen 1996).

Tuotantosääntöjen mukaan sikojen on saatava päivittäin pieni annos karkearehua (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b). Koska sika pystyy kuitenkin hyvin heikosti käyttämään hyväkseen nurmirehua tai olkea, karkearehun anto ei vähennä vilja-alan tarvetta. Viljelykierron kannalta on hyväksi, jos vähintään 1/3 pelloista on nurmella. Tällöin kuitenkin vain pieni osa nurmisadosta voidaan hyödyntää sioille, koska sikojen tarve on enintään 0,3-0,5 kg/säilörehua/vrk (Kyntäjä & Hietikko 1998). Loppu nurmisadosta jää maahan viherlannoitukseksi. Monella sikatilalla omien säilörehukoneiden hankinta ei kannata, vaan on viisainta turvautua urakoitsijan tai konerenkaan apuun.

Sikatiloilla lantaa riittää yleensä kohtuullisen hyvin viljeltävien viljojen tarpeisiin varsinkin, kun rikottavan nurmen esikasvivaikutus otetaan huomioon (Koikkalainen 1996). Ohra on sikojen tärkein rehu, mutta sen luomuviljelyä haittaavat edellisessä kappaleessa kuvatut asiat. Lihasian ruokinnassa voidaan kauran osuutta lisätä siten, että sitä on enintään 2/3 ja ohraa 1/3 koko viljan määrästä (Kyntäjä & Hietikko 1998). Tämä helpottaa huomattavasti viljelykierron rakentamista.

Sioilla valkuais täydennyksen merkitys on suurempi kuin nautakarjalla, sillä ne pystyvät käyttämään vain hyvin vähän karkearehun valkuaista. Käytettävissä ovat samat valkuaislähteet kuin naudoillakin, eli rypsirouhe, herne ja härkäpapu sekä lisäksi aminohapot ja kalajauho (Kyntäjä & Hietikko 1998).

Koska sikatilalla nurmen rehuikäyttö on hyvin vähäistä, yritetään monivuotisen nurmen määrä monesti minimoida viljelykierrossa tai käytetään pelkästään yksivuotisia viherlannoituskasveja. Tällöin erityisesti kestorikkakasveille tarjoutuu mahdollisuus lisääntyä, koska kasvukauden aikaisia niittoja voidaan tehdä hyvin vähän. Monet kestorikkakasvit, kuten juolavehna, peltoohdake ja –valvatti kestävät hyvin muokkauksia, mutta eivät niin hyvin taajaa niittämistä ja nurmen kilpailua (Håkansson 1995).

Tavanomaisessa tuotannossa herbisidit ovat nykyään niin tehokkaita, että sika- ja kasvinviljelytiloilla voidaan vuodesta toiseen viljellä viljaa kaikilla lohkoilla ilman, että rikkakasvit muodostuvat ongelmaksi. Luomutuotannossa rikkakasvien kontrollointi perustuu aina useamman viljelyteknisen keinon hallintaan, koska herbisidien tehoista torjuntamenetelmää ei ole käytettävissä. Hyvästä ennakoivasta torjunnasta huolimatta varsinkin kasvinviljelypainotteisilla luomutiloilla tarvitaan usein suoraa, viljelykasvustoon kohdistuvaa torjuntaa. Yleisesti käytössä oleva rikkakasviäestys tehoaa parhaiten siemenrikkakasveihin (kuva 3). Viljoille sovitettu riviväliharaus tehoaa jossain määrin myös kestorikkakasveihin (Lötjönen & Mikkola 1997). Yksi mahdollisuus on ottaa viljelykiertoon mukaan peruna, jolloin kasvustoa voidaan harata tai oikeammin mullata vielä tehokkaammin.



Kuva 3. Rikkakasviäes tehoaa hyvin siemenrikkakasveihin, mutta kestorikkakasvit selviävät yleensä käsittelystä (kuva: T. Lötjönen).

Nurmien tai viherkesantojen niittämisestä riittävän tiheästi on sikatilallakin huolehdittava, vaikkei sadolle käyttöä olisikaan. Puna-apila-timoteinurmilla riittävä taajuus on yleensä kaksi kertaa kesässä, ettei nurmen kilpailukykyä vaaranneta (Koskimies ym. 1999). Avokesannoitiin voidaan joutua turvautumaan useammin kuin nautakarjatilalla. Heti puinnin jälkeen tehty kevyt sänkimuokkaus esimerkiksi lapiorullaäkeellä ja sitä myöhemmin syksyllä seuraava kyntö on todettu melko hyväksi juolavehnän kurissapitäjiksi ainakin kuivina ja lämpiminä syksyinä (Fogelfors & Boström 1998).

Tavanomaisilla sika- ja kasvinviljelytiloilla ollaan siirtymässä kevennettyyn maanmuokkaukseen tai peräti suorakylvöön kustannuspaineiden takia. Luomutiloille tätä ei voi kuitenkaan yleisesti suositella kestorikkakasvien ja kasvitautien lisääntymisriskin takia (Lötjönen ym. 1999). Riski on erityisen suuri keveillä maalajeilla. Jäykkien savimaiden viljelijät voivat korvata kynnön kevytmuokkauksella ainakin joinakin viljelykierron vuosina. Sikatiloilla lanta on mullattava, joten aitosuorakylvön käyttäminen ei ole yleensä mahdollista. Kyntäminen on kalliimpaa ja hitaampaa kuin kevyet muokkausmenetelmät, joten tästä tulee kustannuseroa tavanomaisten ja luomutilojen välille.

Luomusianlihan tuotannon kannattavuus on laskelmissa osoittautunut heikommaksi kuin tavanomainen tuotanto (Koikkalainen 1996). Tämä johtuu siitä, että tavanomainen tuotanto on yleensä hyvin intensiivistä ostopanosten käyttöön perustuvaa ja luomuun siirryttäessä tuotannon intensiteettiä joudutaan laskemaan. Myös edellä kuvatut ongelmat eläintuotannon ja peltovilje-

lyn yhteensovittamisessa huonontavat kannattavuutta. Eläinten suurempi tilavaatimus, lannanpoiston työläys ja ulkoiluttamissääntö lisäävät työmenekkiä ja heikentävät kannattavuutta. Siksi lisähinnan saaminen tuotteesta onkin sianlihantuotannossa välttämätöntä (Koikkalainen 1996). Tuotantoteknologiset ongelmat lienevät suurin syy siihen, että luomusianlihantuotantoa harjoittavia tiloja on hyvin vähän esimerkiksi luomumaidontuotantotiloihin verrattuna (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000c).

Viljantuotanto

Kasvinviljelytilalla luomuun siirtyminen on suuri muutos. Lannoituksen järjestäminen ja rikkakasvien sekä kasvitautien kurissapito edellyttävät huolellista viljelykierron suunnittelua. Tavanomaisella kasvinviljelytilalla viljelykiertoa ei monestikaan ole, sillä kemialliset tuotantopanokset mahdollistavat pitkäaikaisen monokulttuurin.

Typpilannoitus on hoidettava kokonaan viherlannoituksen avulla, mikäli tilan ulkopuolelta ei saada lantaa. Tämä yleensä edellyttää, että vähintään 1/3 pelloista on palkokasvivaltaisella nurmella, siirtymävaiheessa tarve voi olla suurempikin (Koikkalainen 1996). Kestorikkakasvien torjunnan takia viljelykierrossa olisi oltava monivuotinen nurmi (Gummesson 1992, Koskimies ym. 1999). Jos kierrossa on esimerkiksi kaksivuotinen puna-apila-timoteinurmi, voidaan tämän jälkeen yleensä viljellä viljaa kaksi vuotta, typpeä sitovan apukasvin avulla enintään kolme vuotta (Hinkkanen & Partanen 2000). Tällöin tullaan helposti siihen, että karjattoman viljatilan pelloista puolet on viherlannoituskäytössä ja loppu puolet hyötykasvilla.

Moniin maalajeihin on pidättynyt fosforia ja kaliumia, joiden turvin karjaton luomutila voi toimia useita vuosia. Tämä edellyttää, että maan rakenne ja pieneliöstö toimivat ja rapauttavat maahan pidättyneitä ravinteita. Kalkitus tunnetusti parantaa kasvien fosforin hyväksikäyttöä. Jossakin vaiheessa fosforista ja kaliumista tulee todennäköisesti pulaa. Tällöin maan ravinnetilaa voidaan korjata levittämällä luujauhoa tai rikastamattomia kivijauheita, kuten biotiittiä ja apatiittiä. Näiden hyöty on kokeissa ollut kuitenkin heikko ja vaikutus hidas. Komposti on ollut selvästi parempi PK-lähde (Seuri ym. 2001).

Rikkakasviongelmat ja niiden ratkaisut ovat pitkälle samat kuin sikatiloillakin. Nurmelle ei ole muuta käyttöä kuin viherlannoitus, joten sen määrää viljelykierrossa pienennetään helposti liikaa. Rikkakasvit voivat olla viljailoilla jopa suurempi ongelma kuin sikatiloilla, koska ravinteita on karjattomilla luomutiloilla niukemmin käytettävissä. Monet rikkakasvit kilpailevat viljelykasvien kanssa tehokkaimmin niukoissa ravinneoloissa. Täysin selvää tämä ei kuitenkaan ole (Håkansson 1995).



Kuva 4. Kestorikkakasvit voivat tulla vakavaksi ongelmaksi karjattomilla luomuviljailoilla (kuva: T. Lötjönen).

Kiertoon tarvittava typpi voidaan tuottaa myös yksivuotisen viherlannoituskasvuston avulla (esimerkiksi vurnat). Typpeä saadaankin yleensä riittävästi, mutta viljelytoimet muistuttavat paljolti viljojen viljelyä. Kasvustoa ei voida niittää ennen kuin vasta syksyllä hitaan alkukehityksen takia. Viljelykiertoon ei tule riittävästi vaihtelua viljoihin nähden, jolloin riskinä on viljoissa viihtyvien rikkakasvien yleistymisen (kuva 4) (Håkansson 1995).

Kasvitaudit eivät ole luomuviljanviljelyssä yleensä kovin suuri ongelma, koska viljelykiertojen on muista syistä oltava monipuolisia. Laji- ja lajikevalinnassa kannattaa kuitenkin painottaa taudinkestävyyttä. Taudeille herkimpiä ovat ohra ja vehnä. Lisäksi ne ovat ravinteiden suhteen vaateliaita ja kilpailevat heikosti rikkakasvien kanssa, joten niille on varattava paras paikka viljelykierron. Kaura ja ruis ovat helpompia luomuviljoja (Niskanen & Ansalehto 2000).

Luomuviljantuotanto on Koikkalaisen (1996) tutkimuksen mukaan vähintään yhtä kannattavaa kuin tavanomainen tuotanto, mikäli viherlannoituskasvusto pystytään myymään rehuksi. Jos sitä ei pystytä myymään, jää kannattavuus hieman tavanomaista heikommaksi. Luomutuotannossa huomattavasti alentuneita viljan myyntimääriä kompensoivat vähäinen ostopanosten tarve ja korkeammat tuet. Tähän asti luomuviljasta on yleensä saatu myös korkeampaa hintaa kuin tavanomaisesta viljasta, mitä ei Koikkalaisen (1996) tutkimuksessa otettu huomioon.

3 Luomutuotannon ekologinen perusta

Luomutuotannon voidaan katsoa syntyneen ja kehittyneen teknis-kemiallisen maatalouden vastavoimana, usein luomuviljelyyn liitetään käsite ekologisesti kestävä tuotanto. Teknis-kemiallisen, eli ns. tavanomaisen, maatalouden mukanaan tuomia kysymyksiä ovat mm. uusiutumattomien resurssien riittävyys (esim. fossiilinen energia, fosforilannoitteet) ja ympäristön kuormittuminen (esim. kasvihuonekaasut, vesistöjen ravinnekuormitus, torjunta-aineiden vaikutukset ekosysteemissä). Toisaalta tavanomaisen maatalouden tuotantointensiteetti on niin korkea, että sen avulla kyetään tuottamaan rajoitetulla maa-alueella runsaasti ravintoa. Toisinaan katsotaan korkean tuotantointensiteetin jopa hyödyttävän ympäristöä, koska näin voidaan välttää luonnontilaisten maa-alueiden otto viljelykseen.

Tässä yhteydessä tarkastellaan suppeasti joitakin luomuviljelyn ekologiseen kestävyysliitettyjä käsitteitä. Tutkimuksen päähuomio kohdistetaan luomuviljelyn ravinnetalouteen ja viime kädessä typpitalouteen. Tarkastelunäkökulma on valittu ensisijaisesti suomalaisen maatalouden toiminnasta, eikä globaalien ympäristöongelmien (kasvihuonekaasut, maatalouskemikaalit) tarkastelu ole saanut ehkä ansaitsemaansa huomiota tässä yhteydessä.

3.1 Ympäristön kantokyky, tuotannon kestävyys

Ekologian käsitteenä ympäristön kantokyvyllä ymmärretään sitä, miten suuren populaation jotakin eliölajia jokin alue kykenee jatkuvasti ylläpitämään. Ihminen kykenee monin tavoin hyödyntämään sekä alueen ulkopuolisia resursseja, että alueelle varastoituneita resursseja. Tämän vuoksi kantokyky – käsite ei ole kovin yksiselitteinen arvioitaessa ihmisten määrää suhteessa ympäristön tuottokykyyhin. Kantokyvyn sijasta puhutaan enemmän kestävyyydestä. Lähtökohtana on, että tietyn alueen luontaista tuottokykyyä on kohotettu; kestävyysarviointi tässä yhteydessä merkitsee sitä, miten pysyvästi tällaista kohotettua tuottokykyyä voidaan ylläpitää. Maataloudessa keskeisimmät keinot kohottaa alueen luontaista tuottokykyyä on ensinnäkin ottaa maa viljelykäyttöön; hyödyntää varastoitunutta energiaa tai muuta kuin kasvien vangitsemaa energiaa; käyttää hyväksi elottomasta luonnosta peräisin olevia raaka-aineita (ravinteita, metalleja) sekä käyttää systeemin manipulointiin ja ohjaukseen teknisiä innovaatioita (esim. kasvinjalostus, torjunta-aineet, koneet).

Keskeisimmät uhkat maatalouden kestävyydelle on uusiutumattomien ja rajallisten resurssien riittävyys (viljelymaa, energia, raaka-aineet), ympäristön olosuhteiden muuttuminen (kasvihuoneilmiö, happamat sateet, vesistöjen rehevöityminen) tai saastuminen, muutokset eliölajien keskinäisissä suhteissa (biodiversiteetti) sekä normaalia evoluutiota huomattavasti nopeammat muutokset eliöiden perimässä (geenimanipulaation luomat eliöt). Tässä yhteydes-

sä on mahdollista tarkastella pintapuolisesti vain joitakin keskeisiksi katsottuja teemoja, lähinnä resurssien riittävyteen ja toisaalta ympäristövaikutuksiin liittyen.

3.2 Viljelymaa

Väestö maapallolla on jakautunut varsin epätasaisesti. Mitä tiheämmin alue on asuttu sitä suurempi osa maa-alueesta on välttämätöntä ottaa viljelykäyttöön. Kaikkein tiheimmin asutuilla alueilla ei oma alue enää riitä ravinnon tuottamiseen, vaikka kaikki maa-alue olisi valjastettu viljelykäyttöön. Toisaalta on laajoja alueita maailmassa, joilla tuotetaan merkittävästi enemmän ravintoa kuin alueen oma väestö kuluttaa (esim. Argentiina, Kanada, Australia). Suomi on eräs harvaanasutuimmista alueista maailmassa. Vaikka viljelymaan osuus koko maa-alasta on vain n. 7 %, vastaa oman maan maataloustuotanto suuruusluokaltaan väestön ravinnon kulutusta. Euroopassa on useita maita joiden maa-alasta yli puolet on viljelykäytössä (esim. Tanska, Unkari, Puola).

Ympäristövaikutuksia arvioitaessa joudutaan ottamaan kantaa siihen, onko itse maan viljelykäyttöön otto ympäristövaikutus ja jos on, niin millainen tämä ympäristövaikutus on. Maan ottaminen viljelykseen on varsin suuri muutos luonnontilaisen ekosysteemin toimintaan. Viljelykseen otetun alueen luontainen kasvillisuus ja eläinlajisto muuttuu tyystin; samoin alueen ravinne- ja vesitaloudessa tapahtuu voimakkaita muutoksia muokkauksen, lannoituksen ja ojituksen ansiosta. On siis varsin ilmeistä, että maan viljelykäyttö on sellaisenaan ympäristövaikutus.

Huomattavasti vaikeampi kysymys on se, onko maan viljelykäytön ympäristövaikutukset hyödyllisiä vai haitallisia. Mikäli asiaa tarkastellaan luonnontilaisen ekosysteemin kannalta, niin maan viljelykseen otto merkitsee aina luonnontilaisen ekosysteemin tuhoutumista. Jos taas asiaa tarkastellaan ihmisen omien toimintojen näkökulmasta, niin ihmiselle itselleen maan viljeleminen on välttämätöntä ja jokseenkin ainoa maankäytön muoto, minkä avulla voidaan tuottaa riittävästi ravintoa alati lisääntyvälle ihmispopulaatiolle maapallolla. Ihmiskunnan maanviljelyksen historia on jo tuhansia vuosia vanha ja ihminen on ottanut maata viljelykseen kaikkialla maapallolla. Viljelymaan ulkopuoliset alueet eivät nekään ole suuressa osassa maapalloa lähestulkoonkaan luonnontilaisia. Esim. Suomessa jokseenkin kaikki metsäalueet on viimeisten satojen vuosien aikana jollain tavoin hyödynnetty (kaskeamalla, puuston hakkuilla).

Koska on ilmeistä, että ihminen itse on osa ekosysteemiä ja ihmisellä on maanviljelyksen lisäksi muita maan hyödyntämistapoja, jotka perustuvat luonnontilaisen ekosysteemin muuttamiseen ja manipulointiin, ei ole mielekäästä tarkastella kestävyyttä luonnontilaisten ekosysteemien pohjalta. Kysymystä maan viljelykäytön osalta Suomen olosuhteissa tulisi tarkastella

ensisijaisesti kolmen eri maankäyttömuodon kesken: pellon, (talous-)metsän ja metsitetyn pellon kesken.

Eri maankäyttömuotojen välistä ympäristövaikutustarkastelua ei Suomessa ole tehty. On ilmeistä, että maankäyttömuodoilla on keskeinen vaikutus ihmisen elinympäristöön. Osa elinympäristön arviointikriteereistä on varsin subjektiivisia (esim. maiseman kauneus), eikä näin ollen ole mahdollista sanoa, milloin viljelymaata on optimaalisesti (kuva 5). Tässä yhteydessä tuodaan esiin vain joitakin näkökulmia kolmessa eri vaihtoehdossa pellon määrän osalta: peltoa on vähemmän kuin nykyisin, peltoa on nykyinen määrä, tai peltoa on nykyistä enemmän.

Tilanne, jossa viljelymaata olisi mahdollisimman vähän, merkitsisi hyvin sulkeutunutta maisemaa. Biodiversiteetti vähenisi, koska viljelystä riippuvaiset lajit vähenisivät eikä metsitetty pelto toisi juurikaan uusia lajeja. Viljelykäytöstä poistuneelle pellolle muodostunut metsä erottuisi varsin pitkään muista metsistä. Koska maata ei enää muokattaisi, vähenisi typen ja fosforin huuhtoumat varsin nopeasti, mutta mitä ilmeisimmin fosforin huuhtoumat säilyisivät suurempina kuin muissa metsissä keskimäärin. Metsitettyjen peltojen ravinnehuuhtoumista on varsin niukasti tietoja. Metsitettyjen peltojen ja suojeltavien luonnonmetsien määrän välillä ei voida sanoa olevan riippuvuutta, koska Suomessa suojelupäätökset tapahtuvat poliittisin perustein – suojeltavien metsien määrä ei siis ole riippuvainen kokonaisuudesta. Taloudellisista vaikutuksista voisi sanoa vain sen, että pellon metsityksessä yleensä menetetään lopullisesti kaikki siihen tehdyt uhraukset (kalkitus, ojitus, kiveäminen) ilman, että niistä myöhemmin metsän kasvattamisen yhteydessä on mainittavampaa hyötyä. Lisäksi metsän perustamiskustannukset saattavat olla huomattavan korkeat (esim. heiniminen, myyrän-/hirvenkarkoitus, mätästys, istutus) ja syntyvän metsän tuottama puu heikkolaatuista.

Nykyisen peltoalan säilyttäminen merkitsisi, että maan käyttömuodoissa ei tapahtuisi muutoksia. Muutokset maisemassa ja biodiversiteetissä liittyisivät lähinnä viljelyn monipuolisuuteen ja karjan laidunnukseen sekä torjunta-aineiden käyttöön. Metsittämisen vaatimilta investoinneilta vältyttäisiin.

Nykyistä suurempi peltoala merkitsisi avarampaa maisemaa ja lisäisi monilla alueilla biodiversiteettiä. Ravinnekuormitus syntyisi nykyistä laajemmalla alueella, jolloin ympäristön puskurointikyky hyödynnettäisiin nykyistä paremmin. Pellon raivauksesta aiheutuisi investointikustannuksia.



Kuva 5. Peltoaukion maisema-arvo on vaikeammin mitattavissa kuin pellon viljelyarvo (kuva: T. Lötjönen).

Yhteenvetona viljelymaan riittävydestä ja toisaalta viljelymaan vaikutuksista ympäristöön voisi sanoa, että laajoilla alueilla Suomessa viljelymaata on ympäristön viihtyisyyden ja biodiversiteetin kannalta ennemminkin liian vähän kuin liian paljon. Pelloksi soveltuvia alueita on raivattavissa lähes koko maassa, viljelymaan määrä ei ole erityinen niukkuusresurssi maassamme. Mikäli nykyistä suuremman viljelymaa-alueen vaikutusta tarkastellaan biodiversiteetin tai vesistöjen tilan kannalta, niin tarkastelun lähtökohtana voidaan pitää sellaisia alueita, joilla jo nyt pellon osuus on keskimääräistä huomattavasti suurempi. Yleisesti ottaen viljelymaan suurtakaan osuutta maankäytöstä ei pidetä meidän ilmastossamme erityisenä ekologisena uhkana. Voidaankin sanoa, ettei muiden uusiutumattomien resurssien avulla ylläpidettävää korkeaa tuotantointensiteettiä voida perustella viljelymaan niukkuudella, eikä sillä, että mahdollisimman pieni peltoala toisi jotakin erityisiä ympäristöhyötyjä tuottaessa vakiosuuruinen määrä elintarvikkeita. Seikkaperäisiä kvantitatiivisia tarkasteluja eri maankäyttömuotojen ympäristövaikutuksista ei kuitenkaan ole käytettävissä.

3.3 Ekosysteemipalvelut

Kirjallisuudessa käytetään termiä ”ekosysteemipalvelut” (engl. ”nature’s services” tai ”ecosystem services”) yleisesti kaikista ekosysteemin toiminnoista, jotka jotenkin hyödyttävät ihmistä (Daily 1997). Useat tällaiset toiminnot liittyvät maatalouteen, mutta kemiallis-teknisessä maataloudessa ekosysteemipalveluja ei useinkaan hyödynnetä, niistä saattaa päinvastoin olla jopa haittaa. Luomutuotanto perustuu viime kädessä juuri ekosysteemipalve-

lujen hyödyntämiseen. Tässä yhteydessä käsitellään esimerkinomaisesti kolmea ilmiötä (puskurointikyky, biologinen typensidonta, mykorritsa), joiden kaikkien voidaan tulkita olevan eräänlainen ekosysteemipalvelu. Tarkastelun tarkoitus on nostaa esille ilmiöitä, jotka selittävät alhaisen tuotantointensiteetin mukanaan tuomia mahdollisuuksia vähentää uusiutumattomien resurssien käyttöä ja toisaalta vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia.

3.3.1 Puskurointikyky

Puskurointikyvyllä yleisesti tarkoitetaan (systeemin) ominaisuutta estää muutosta. Ekosysteemin puskurointikyvystä puhuttaessa puskurointikyky liitetään useimmiten veden (vesistön) ominaisuuteen toimia pH:n muutoksia vastaan. Ekosysteemille on kuitenkin luontaista toimia kaikkia muutoksia vastaan. Tässä yhteydessä tarkastellaan lähinnä vain ekosysteemin ominaisuutta vähentää ravinnekuormituksen aiheuttamia vaikutuksia.

Maatalouden ravinnekuormitus on luonteeltaan hajakuormitusta. Kuormitus syntyy pellolla, mutta sen vaikutukset todetaan vain pellon ulkopuolella (ts. esim. veden korkea ravinnepitoisuus pellolla ei ole haitta, vasta kun se esiintyy pellon ulkopuolisissa ekosysteemissä, se on haitta). Pellolta tuleva valumavesi, johon ravinteet ovat joko liuenneet tai sitoutuneet kiintoainekseen (erosioaines), siirtyy pois pellolta joko ojien tai pintavalunnan kautta. Valumavesi siirtyy sitten vesistössä eteenpäin päätyen lopulta Itämereen. Mitä etäämmällä pelto sijaitsee Itämerestä, sitä monipolveisempi veden reitti ja samalla siihen liuenneiden ja sekoittuneiden aineiden kulku Itämereen on.

Matkalla pellolta Itämereen valumavesi on vuorovaikutuksessa pellon ulkopuolisen ekosysteemin kanssa. Useimmissa tapauksissa pellon ulkopuoliset ekosysteemit ovat erilaisia vesi- ja kosteikkoekosysteemejä, mutta vuorovaikutusta maan ja maaekosysteemien kanssa ei tule unohtaa. Tiivistelmän erityyppisistä suojavyöhykkeistä viljelymaan ja sitä ympäröivän ekosysteemin välillä ovat esittäneet esimerkiksi Uusi-Kämpä ja Kilpinen (2000). Mekanismeja, joiden avulla pellolta valumaveden mukana siirtyvät ravinteet (tai kiintoaines) poistuvat vedestä, eivätkä näin muodoin päädy lisäämään Itämeren ravinnekuormitusta, on lukuisia. Kasvipeitteinen maa hidastaa pintavirtailunopeutta, jolloin maa-ainesta ehtii laskeutua (sedimentoitua). Mitä hitaampaa veden virtaus on sitä suurempi osa ehtii tunkeutua maahuokosiin (infiltroitua), mikä mahdollistaa sekä kiintoaineksen että siihen liuenneiden ravinteiden jäämistä maahan. Kiintoaines siivilöityy maahuokosiin jo pelkästään mekaanisesti, liuenneet ravinteet sitoutuvat (adsorptio) fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien avulla. Tietyissä olosuhteissa esim. typpi voi myös poistua maa-vesi –systeemistä ilmakehään kaasumaisena (mm. denitrifikaatio).

Kaikkien näiden prosessien yhteisvaikutusta kutsutaan tässä yhteydessä puskurointikyvyksi. Sillä ymmärretään siis koko ekosysteemin ominaisuutta vähentää pellolta veden mukana poistuvien ravinteiden ja kiintoaineksen määrää ja näin pienentää ympäristövaikutuspotentiaalia. Tämä ilmenee tyypillisesti siten, että lähimpänä peltoa (kuormituslähdetä), jossa kuormitus on voimakkainta, voi kuormituksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia olla havaittavissa, mutta etäisyyden kasvaessa vaikutukset vähenevät. Puskurointikyky on siis enemmän tai vähemmän riippuvainen etäisyydestä, tai oikeammin pellon ja muun ekosysteemin rajapinnan suhteellisesta määrästä.

Tarkastellaan rajapinnan suhteellista määrää kahden esimerkin valossa:

- 1) Oletetaan, että kahdelta neliönmuotoiselta peltoalueelta, joista toisen pinta-ala on 1 ha ja toisen 4 ha, aiheutuu kummaltakin pinta-alaa kohti samansuuruinen (100) tasainen ravinnekuormitus ympäröivään ekosysteemiin. Yhden hehtaarin suuruinen pelto rajautuu 400 metrin matkalla ympäröivään ekosysteemiin, kuormitus on tällöin $100/400 \text{ m} = 0,25/\text{m}$. Vastaava kuormitus neljän hehtaarin alueelta on $400/800 \text{ m} = 0,5/\text{m}$, eli kaksinkertainen.
- 2) Oletetaan, että edellisen esimerkin pelloilta syntyy kummaltakin absoluutisesti samansuuruinen (100) tasainen ravinnekuormitus ympäröivään ekosysteemiin. Yhden hehtaarin alueelta kuormitus rajapinnalla olisi tällöin edelleenkin $100/400 \text{ m} = 0,25/\text{m}$, mutta neljän hehtaarin alueelta $100/800 \text{ m} = 0,125/\text{m}$.

On ilmeistä, että pienemmällä kuormituksella (kuormitus/rajapinta) on vähäisempi ympäristövaikutus ja puskurointikyvyn ansiosta ympäristövaikutus ei ulotu yhtä etäälle pellolta kuin voimakkaamman kuormituksen aiheuttama. Ensimmäisen esimerkin valossa voidaan todeta, että mitä keskittyneemmin pellot sijaitsevat, sitä vähäisempi on puskurointikyvyn merkitys, ts. ravinnekuormituksen aiheuttamat ympäristövaikutukset ulottuvat niin etäälle (koko vesistöön, tai Itämereen asti), ettei puskurointikyvystä ole hyötyä. Toisen esimerkin valossa voidaan todeta, että mitä voimakkaampi kuormitus on peltopinta-alaa kohti, sitä voimakkaampi se on myös ympäröivää ekosysteemin pinta-alaa kohti. Puskurointikyvyn kannalta merkitys on sama kuin ensimmäisessäkin esimerkissä: voimakas pinta-alakohtainen kuormitus vähentää puskurointikyvyn merkitystä.

Vaikka esimerkeissä oletettiin ravinnekuormituksen tulevan tasaisesti koko peltoalalta ympäröivään ekosysteemiin ja käytännössä kuitenkin kuormitus tulee ensisijaisesti ojastoa myöten melko pistemäisenä, ei tämä muuta ilmiön perusluonnetta: mitä vähäisempään pinta-alakohtaiseen ravinnekuormitukseen peltoa ympäröivän ekosysteemin puskurointikyky kohdistuu, tai mitä suuremmalle alueelle samansuuruinen ravinnekuormitus kohdistuu, sitä nopeammin (lyhyemmällä matkalla vesistöissä) sen vaikutukset häviävät.

Puskurointikyvyn hyväksikäyttöön perustuvat mm. erilaisten suojavyöhykkeiden ja –kaistojen käyttö, laskeutusaltat ja erityiset kosteikkoalueet. Näiden toiminnan on katsottu vähentävän ravinnekuormituksen ympäristövaikutuksia niin tehokkaasti, että esim. suojakaistat kuuluvat osaltaan ympäristötuenn myöntämiskriteereihin ja esim. laskeutusaltaiden rakentamista tuetaan taloudellisesti.

3.3.2 Biologinen typensidonta

Palkokasvien kyky käyttää ilmakehän vapaata typpeä typen lähteenä liittyy lähinnä Rhizobium-suvun bakteerien symbioottiseen toimintaan palkokasvien juuristossa, i. palkokasvien juurinystyräbakteerien toimintaan. Biologisen typensidonnan periaate on siinä, että kasvi luovuttaa osan yhteyttämistuotteistaan (energiasta) juurinystyräbakteereille ja saa juurinystyräbakteereiden avulla typpeä ilmakehästä. Milloin maan mineraalityppeä on hyvin niukasti tarjolla, voi juurinystyräbakteerien avulla hankittu typpi olla kasvin lähes yksinomaisena typen lähteenä. Jos palkokasville on tarjolla maan mineraalityppeä, pystyy se rajoittamaan juurinystyräbakteerien toimintaa ja ottamaan maan mineraalityppeä. Väisäsen (2000) tutkimuksessa havaittiin selkeä ero tavanomaisesti viljellyn apilanurmen ja luonnonmukaisesti kasvatetun apilanurmen biologisen typensidonnan osuudessa. Biologisesti sidotun typen osuus tavanomaisessa oli n. 50 % ja luomuapilassa n. 70 %.

Koska kasvi joutuu uhraamaan energiaa juurinystyräbakteerien elättämiseen, menettää kasvi osan satopotentiaalista, mm. tämän vuoksi palkoviljojen ominaissato on heikompi kuin muiden viljojen. Ilmiön kokeellisena osoituksena pidetään sitä, että myös palkokasvien satoa voidaan (voimakkaalla) typpilannoituksella kohottaa. Toisaalta palkokasvit reagoivat paljon heikommin typpilannoitukseen kuin muut kasvit, minkä vuoksi niiden satoa ei voi runsaallaakaan typpilannoituksella lisätä merkittävästi (Köyljijärvi & Inkilä 1977).

Tavanomaisessa viljelyssä biologista typensidontaa ei juurikaan hyödynnetä. Typensitojakasvien viljely apiloita lukuunottamatta on varsin vähäistä, kovin tarkkoja tietoja ei apiloidenkaan viljelylaajuudesta ole käytettävissä. Apilat soveltuvat heikosti voimaperäiseen nurmiviljelyyn. Puna-apila, joka on viljellyin apilalaji maassamme, ei säily voimakkaasti typpilannoitetussa seosnurmessa. Sen häviäminen seosnurmesta selitetään heikommalla kilpailukyvyllä suhteessa heinäkasveihin olosuhteissa, joissa mineraalityppeä on runsaasti saatavilla. Lisäksi puna-apila sietää heiniä heikommin toistuvia niittoa ja sen talvehtiminen on heiniä voimakkaammin riippuvainen niittoaajankohdasta. Esim. Väisäsen (2000) aineistossa tavanomaisten apilaseosnurmien apilasadon osuus kuiva-aineesta oli vain n. 10 % kun se luomutilojen apilaseosnurmessa oli n. 50 %. Tämän perusteella voidaan arvioida, että tavanomaisesti viljellyissä nurmissa biologinen typensidonta on enimmilläänkin joitakin kymmeniä kiloja hehtaarilla ja keskimäärin koko nurmialalla joitakin kiloja. Samansuuntaiseen arvioon on päädytty jo aiemmin (Uomala 1986).

Palkokasvien hyödyntäminen edellyttää riittävää kasvinvuorotusta. Palkokasvien jatkuva viljely samassa maassa johtaa sadon alenemiseen, ns. maan väsymiseen. Maan väsyminen on ensisijassa patogeenien aiheuttama, ts. maalevintäiset taudit lisääntyvät voimakkaasti, jos isäntäkasvi on jatkuvasti läsnä. Patogeenien lisäksi maan väsymiseen liittyy myös muita kasvutekijöitä, kuten maan rakenne ja ravinnetila.

Verrattaessa biologista typensidontaa lannoitetyypen valmistukseen ja käyttöön, havaitaan kaksi keskeistä eroa: toisin kuin lannoitetyypen valmistukseen vaaditaan runsaasti fossiilista energiaa ei biologinen typensidonta vaadi mitään uusiutumattomia resursseja; toiseksi biologisen typensidonnan käyttö säätelee viljelyn ravinneintensiteettiä, jolloin systeemi itse asettaa ylärajan ravinneintensiteetille – eikä sitä voida laajassa mitassa ylittää.

Biologisen typensidonnan avulla hankitun typen hintaa (kustannusta) voidaan arvioida pellon vaihtoehtoistuoton avulla. Esimerkiksi rehuohran tuotto 3500 kg/ha satotasolla ja 110 euron tonninhinnalla on 385 euroa/ha, tosin viljelyn muuttuvat kustannukset ovat samaa luokkaa. Mikäli biologinen typensidonta hinnoitellaan väkilannoitetyypen hinnalla, muodostuu vuotuisen typensidonnan (100 kg/ha) arvoksi noin 100 euroa/ha, josta on vielä vähennettävä viljelykustannukset. Viherlannoituksen muuttuvat kustannukset ovat noin 170 euroa/ha (Liite 3). Väkilannoitetyypen hinnalla arvotettuna biologisen typensidonnan viljelykustannus on siis saadun tuoton arvoa suurempi. Jos peltoa käytetään vaikkapa rehuviljan tuotantoon, on sadon bruttoarvo moninkertainen.

Voidaankin varsin helposti ymmärtää, miksi teknis-kemiallinen maatalous ei pysty hyödyntämään biologista typensidontaa. Teknis-kemiallisen maatalouden ekologisen kestävyuden arvioinnissa voidaan todeta, että biologinen typensidonta on hyödyntämätön ekosysteemipalvelu ja se on korvattu taloudellisen hyödyn saavuttamiseksi uusiutumattomalla energialla tuotetulla väkilannoitetyypellä. Väkilannoitetyypen käyttö mahdollistaa ravinneintensiteetin kohottamisen korkeammaksi kuin mitä systeemi itse mahdollistaisi.

Lähtökohtaisesti luomuviljelyn kaikki tyyppi on biologisesti sidottua. Tämä on varmistettu siten, että tyyppiväkilannoitteiden käyttö on luomuviljelyn tuotanto-ohjeissa kokonaan kielletty ja väkilannoitetyypellä tuotetun biomassan siirtämistä luomuviljelyyn on rajoitettu monin tavoin. Aivan kokonaan tällaisen materiaalin siirtymistä luomuviljelyyn ei ole estetty, mutta periaate tämän asian osalta on selkeä. Koska tyyppiä voidaan hankkia luomuviljelyyn vain biologisen typensidonnan avulla, määräytyy luomuviljelyn (ravinne)intensiteetti voimakkaasti typensidonnan onnistumisen myötä. Typensidonnan ohella ravinteiden kierrätys muodostaa luomuviljelyn ravinnetalouden perustan.

3.3.3 Mykorritsa

Mykorritsa I. sienijuuri tarjoaa biologisen typensidonnan ohella toisen ravinnetalouteen liittyvän keskeisen ekosysteemipalvelun. Mykorritsa muodostaa myös symbioosin isäntäkasvin kanssa. Symbioosi on verrannollinen typensidontabakteerien muodostamaan symbioosiin: kasvi luovuttaa osan yhteyttämistuotteistaan (energiasta) sienelle ja sieni puolestaan hyödyttää isäntäkasvia eri tavoin. Kirjallisuudesta löytyy lukuisia eri prosesseja, joissa mykorritsan on osoitettu parantavan kasvin kasvuedellytyksiä, tärkeimmät vaikutukset liittyvät veden ja ravinteiden saannin parantumiseen. Ytimekäs katsaus aiheeseen löytyy julkaisusta Kahiluoto (2000).

Kahiluodon (2000) tutkimuksessa tarkasteltiin mykorritsan vaikutuksia kasvin fosforin ottoon. Tuloksista voi tehdä yhteenvedon, jossa maan fosforipitoisuuden mukaan on kolme eri vuorovaikutussuhdetta. Milloin fosforia on maassa tarjolla niukasti, parantaa mykorritsa kasvien fosforin saantia. Mikäli fosforia on tarjolla kohtalaisesti, saattaa mykorritsa jopa alentaa kasvien satoa. Tällöin kasvi jo pystyy ottamaan maasta riittävästi fosforia ilman mykorritsaakin, mutta mykorritsasymbioosissa kasvi joutuu kuitenkin luovuttamaan osan tuottamastaan energiasta mykorritsan käyttöön, mykorritsa toimii tällöin ikään kuin loisena. Lopuksi, jos fosforin määrä maassa on runsas, ei mykorritsalla ole vaikutusta puoleen tai toiseen, mikä selittyy sillä, että kyllin korkea maan fosforipitoisuus inaktivoi, jopa tappaa, mykorritsan.

Saarelan ja Elosen (1982) ja Saarelan ym. (1995) raportoimassa ns. fosforilannoituksen porraskokeissa saadut tulokset selittyvät osaltaan Kahiluodon (2000) havaintojen avulla. Vähäinen fosforilannoitus (15 kg/ha) ei näet johdonmukaisesti lisännyt satoa, vaan viljavuusluokissa välttävä-tyydyttävä saattoi jopa alentaa satoa. On mahdollista, että tällöin lisäfosfori yhdessä runsaahkon typpilannoituksen kanssa on inaktivoinut/tuhonnut mykorritsan ja vähäinen lannoitefosfori ei ole riittänyt kompensoimaan menetettyä mykorritsasymbioosihyötyä. Toisena vaihtoehtona on, että mykorritsa voi toimia tällaisessa tilanteessa loisena ja mykorritsan tuhoaminen (lisäämällä entisestään lannoitusta) saattaa johtaa sadon paranemiseen, josta myös mainittu porraskoe antoi viitteitä. Kumpikin oletus mykorritsan toiminnasta fosfori-intensiteetin lisääntyessä merkitsee sitä, että mykorritsan tuottama hyöty kasvin ravinteiden (erik. fosfori) saannissa menetetään (fosfori-)intensiteetin kasvaessa, kuten on laita useimmissa tapauksissa tavanomaisessa viljelyssä.

Kasvusto ei myöskään hyödy lisäfosforista, jos fosforin ohella muidenkin ravinteiden (erik. typpi) saanti on niukkaa (Seuri ym. 2001). Näin ollen fosfori-intensiteetin laskeminen tasolle, jossa mykorritsa toimii aktiivisesti ja lisää kasvin fosforinsaantia ei vähennä satoa, mikäli muidenkin ravinteiden saanti on niukkaa.

Luomuviljelyssä voidaan siis fosforilannoitusta vähentää oleellisesti ilman, että sadon määrä tai laatu alenee ja viljelymaan fosforipitoisuus voidaan pitää varsin alhaisella tasolla. Seurin ym. (2001) kokeissa maan fosforitila oli jopa viljavuusluokassa ”huono”, eikä tällöinkään fosforilannoituksella ollut vaikutusta sadon määrään eikä sadon fosforipitoisuuteen. Kokeessa kasvaneen ohran fosforipitoisuus kaikissa käsittelyissä oli selkeästi normiarvoa, 3,5 g/kg (ka) (Tuori ym. 1995) korkeampi, 3,9 – 4,3 g/kg (ka). Sen sijaan puna-apilan ja timotein fosforipitoisuus oli normiarvoa jonkin verran alempi. Tulos vahvistaa käsitystä, että fosforilannoituksen ollessa niukka, saattaa typpilannoituksen lisääminen ilmetä kuiva-ainesadon kasvuna, mutta fosforipitoisuuden heikkenemisenä.

3.3.4 Johtopäätöksiä ekosysteemipalveluista

Kaikki kolme edellä esitettyä esimerkkiä osoittavat, että luomuviljelyssä on mahdollista hyödyntää sellaisia ekosysteemipalveluja, jotka tavanomaisessa viljelyssä monesti jäävät kokonaan hyödyntämättä, tai ekosysteemipalveluita saattaa jopa aiheutua haittaa. Ekosysteemipalveluita voidaan hyödyntää vain ylläpitämällä ja luomalla sellaiset olosuhteet, joissa ekosysteemipalvelut voivat toimia.

Kaikkien kolmen edellä esitellyn esimerkin yhteydessä viitattiin intensiteetti-käsitteeseen. Yleisesti onkin niin, että tavanomaisessa maataloudessa tuotantointensiteetin kohottaminen ulkoisten tuotantopanosten käyttöä lisäämällä sulkee pois ekosysteemipalvelun käytön. Ulkoinen tuotantopanous harvoin tehostaa entisestään ekosysteemipalvelun toimintaa, ennemminkin ne ovat toistensa vaihtoehtoja. Tämän vuoksi ulkoisten tuotantopanosten käyttö voi olla hyvin tehontonta ja kuluttaa paljon resursseja saavutettuun lisähyötyyn nähden.

Ulkoisten tuotantopanosten avulla saatua hyötyä tai panosten käyttöä voidaan arvioida eri tavoin. Useimmissa ympäristöelinkaariarvioinneissa resurssin käyttö suhteutetaan koko tuotoksen määrään. Jos esim. nurmituotannossa on käytetty väkilannoitetyyppiä 200 kg/ha ja satoa on saatu 5000 RY/ha, ajatellaan yhdellä typpikilolla saadun 25 RY nurmisatoa. Vastaavasti, jos samassa yhteydessä on energiaa käytetty 10 GJ/ha, ajatellaan yhdellä gigajoulella saadun 500 RY nurmisatoa. Verrataan tätä alempaan tuotantointensiteettiin, jossa typpi (100 kg/ha) on hankittu biologisen typensidonnan avulla ja tämän vuoksi energiapanoskin (4 GJ/ha) on merkittävästi alempi, mutta myös sato jää heikommaksi (3000 RY/ha). Havaitaan, että alemman intensiteetin tuotannossa typpikilolla on saatu 30 RY ja yhdellä gigajoulella vastaavasti 750 RY nurmisatoa.

Resurssien käyttöä voidaan tarkastella myös suhteuttamalla lisäpanos lisätuotokseen. Edellisen esimerkin lukuja käyttäen voidaan todeta, että korke-

ammalla tuotantointensiteetillä on saavutettu 2000 RY korkeampi hehtaarisato (tuotos). Tämän saavuttamiseksi on uhrattu 100 kg enemmän typpeä ja 6 GJ energiaa. Lisätuotosta onkin saatu yhdellä lisätyppikilolla vain 20 RY, samoin yhdellä lisäigajoulella on saatu vain 333 RY nurmisatoa.

Jälkimmäinen tarkastelutapa, jossa päähuomio kiinnittyy intensiteetin kohottamisella aikaansaatuun lisätuotokseen ja siihen tarvittaviin resursseihin, havainnollistaa ensimmäistä paremmin sitä, kuinka paljon lisätuotos todella vaatii resursseja. Tällaisen tarkastelutavan voisi ajatella kuvaavan myös ekosysteemipalvelujen arvoa: alemman tuotantointensiteetin voisi olettaa perustuvan pitkälti ekosysteemipalvelujen hyödyntämiseen, korkeamman intensiteetin saavuttaminen on merkinnyt luopumista ekosysteemipalvelujen käytöstä; lisätuotoksen vaatima lisäresurssin tarve heijastaa näin sitä, paljonko resursseja todella tarvitaan korvaamaan menetetyt ekosysteemipalvelut, ts. millä hinnalla lisätuotos joudutaan hankkimaan.

3.3.5 Tuotantointensiteetti

Ympäristön kantokykyyn ja kestävyyyteen oleellisesti liittyvä käsite maataloudessa on tuotantointensiteetti. Intensiteetistä käytetään suomenkielistä vastinetta ”voimaperäisyys”; korkeasta intensiteetistä käytetään sanaa ”intensiivinen” (”voimaperäinen”); alhaisesta intensiteetistä puolestaan sanaa ”ekstensiivinen” (”laajaperäinen”). Maatalouden tuotantointensiteetillä ymmärretään yleisesti tuotantopanosten käyttöä maa-alaa, tai kotieläintä kohti. Intensiteetti –käsite ei ole mitenkään eksakti. Intensiteetin voidaan katsoa lisääntyneen, jos esim. väkilannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö on lisääntynyt, mutta samanaikaisesti työvoiman käyttö vähentynyt; jossakin toisessa tilanteessa taas työvoiman käytön lisääntyminen voi indikoida korkeampaa tuotantointensiteettiä. Toisinaan korostetaan jonkin yksittäisen tuotantopanoksen lisääntynyttä käyttöä puhumalla esim. työntensiivisistä tai pääomaintensiivisistä tuotannosta. Yleensä intensiteetti ja pinta-alakohtainen (tai eläinkohtainen) tuotoksen määrä samaistetaan: mitä suurempi pinta-alakohtainen sato, sitä korkeampi intensiteetti.

Yleisesti voidaan sanoa, että tuotantointensiteettiä kohottamalla voidaan lisätä pinta-alakohtaista satoa, mikä siis merkitsee ympäristön kantokyvyn lisääntymistä. Kestävyyden osalta puolestaan ratkaisevaa on se, miten intensiteettiä on kohotettu. Jos korkeampi tuotantointensiteetti perustuu uusiutumattomien resurssien käyttöön, voidaan tuotantosysteemin kestävyys asettaa kyseenalaiseksi. Myös korkeammasta tuotantointensiteetistä aiheutuvat ympäristövaikutukset vaarantavat systeemin kestävyuden, seuraavassa tarkastellaan intensiteetin merkitystä toisaalta resurssin hyödyntämisen kannalta ja toisaalta ympäristövaikutuksien kannalta.

Intensiteetin vaikutus resurssin hyödyntämiseen ja ympäristövaikutuksiin

Taulukossa 1 havainnollistetaan numeerisin esimerkein intensiteetin vaikutusta. Taulukkoon on valittu kaksi yksittäistä tuotantopanosta (ravinteet ja energia), joista ravinneintensiteettiä tarkastellaan ensin yksinään ja sitten yhdessä energiaintensiteetin kanssa.

Esimerkki 1 on vertailutila, johon kaikkia muita tapauksia verrataan. Tilan sekä ravinne- että energiaintensiteetti (taulukon alaosa) on merkitty suhdeluvulla sata, myös tuotosta kuvataan suhdeluvulla sata. Tuotos on yhteismittainen ravinneintensiteetin kanssa (tuotos on ilmaistu samalla suurella kuin ravinneintensiteettikin, ts. tuotos on ilmaistu ravinteiden määränä). Suhdeluvuille on annettu myös absoluuttiset arvot: ravinneintensiteetin suhdeluku 100 merkitsee myös absoluuttisena arvona sataa ("ravinneyksikköä"), sen sijaan tuotoksen absoluuttinen arvo on 60 ("ravinneyksikköä"), sato sisältää 60 % systeemissä käytetyistä ravinteista, ts. ravinteiden hyödyntämistä vertailutilalla on 60 %.

Eri tilojen ravinteiden hyödyntämistason vertailemisen helpottamiseksi on muodostettu ravinteiden käytön (=ravinneintensiteetti) ja tuotoksen välinen suhde, joka siis vertailutilalla on yksi. Yhtä pienemmät arvot kuvastavat ravinteiden parempaa hyödyntämistä kuin vertailutilalla ja yhtä suuremmat arvot heikompa hyödyntämistä. Koska ravinneintensiteetillä ja tuotoksella on myös absoluuttiset arvot, kuvaa näiden erotus systeemin ravinneylijäämää, eli (potentiaalista) kuormitusta. Vertailutilalla ravinnekuormitus on siis $100 - 60 = 40$. Taulukon 1 toiseksi viimeisessä sarakkeessa on havainnollistettu puskurointikyvyn vaikutusta. Puskurointikyvyksi on asetettu 20 ("ravinneyksikköä"), ts. ekosysteemi sietää tämän suuruisen ravinnekuormituksen ilman mainittavia muutoksia systeemissä. Sarakkeessa on laskettu valmiiksi ravinnekuormituksen ja puskurointikyvyn välinen erotus. Mikäli arvo on 0 tai sitä pienempi (negatiivinen arvo), kuvastaa se tässä esimerkissä tilannetta, että ravinnekuormitus ei aiheuta ympäristövaikutuksia (=vaikutukset ovat niin vähäisiä, että ne ovat merkityksettömät). Viimeisessä sarakkeessa on havainnollistettu, miten ravinteiden heikompi hyödyntämistä (suhdeluku $100 = 40$ %) ja toisaalta puskurointikyvyn puute (puskurointikyky = 0) vaikuttavat ravinnekuormitukseen. Vertailutilalla 40 % hyötysuhde merkitsee siis 60 ("ravinneyksikön") ravinnekuormitusta (vs. 60 % hyötysuhde merkitsee 40 ("ravinneyksikön") ravinnekuormitusta).

Taulukko 1. Hypoteettinen numeerinen esimerkki kahden toisistaan riippumattoman tuotantopanoksen (ravinne, energia) intensiteetin vaikutuksista tuotantopanoksen suhteelliseen hyödyntämistehokkuuteen (ravinne/tuotos, energia/tuotos). Lisäksi intensiteetin vaikutus absoluuttiseen ravinnekuormituksen hyödyntämissuhteen ollessa 60 % (tuotos100 = 60 %), tai 40 % (tuotos100 = 40 %); sekä puskurointikyvyn vaikutus absoluuttiseen kuormituksen (puskurointikyky = 20). Esimerkki 1 on vertailusysteemi, jossa sekä ravinne- että energiaintensiteetti ja tuotos on kuvattu suhdeluvulla 100 ja hyödyntämistehokkuutta näiden suhteella (100/100 =1).

Esi- merkki	Ravinne- intens.	Tuotos	Ravinne/ tuotos	hs=60%	pk=20	hs=40%		
				ravinne- kuormitus	r.kuorm. p.kyky	ravinne- kuormitus	Energia- intensi- teetti	Ener- gia/ tuotos
1	100	100	1	40	20			
2	100	125	0.8	25	5	50		
3	100	80	1.25	52	32	68		
4	125	125	1	50	30	75		
5	125	140	0.89	41	21	69		
6	125	110	1.14	59	39	81		
7	80	80	1	32	12	48		
8	80	100	0.8	20	0	40		
9	64	80	0.8	16	-4	32		
10	90	80	1.125	42	22	58		
11	45	40	1.125	21	1	29		
1	100	100	1	40	20	60	100	1
4	125	125	1	50	30	75	125	1
7	80	80	1	32	12	48	80	1
5	125	140	0.89	41	21	69	150	1.07
12	100	100	1	40	20	60	125	1.25
13	100	100	1	40	20	60	80	0.8
14	100	125	0.8	25	5	50	150	1.2
15	100	80	1.25	52	32	68	40	0.5
16	45	40	1.125	21	1	29	20	0.5

Esimerkki 2 osoittaa, miten samalla ravinneintensiteetillä saavutettu korkeampi sato vähentää ravinnekuormitusta. Mitä parempi on alkuperäinen ravinteiden hyödyntämisaste, sitä enemmän absoluuttinen ravinnekuormitus pienenee.

Esimerkki 3 osoittaa puolestaan, miten samalla ravinneintensiteetillä saavutettu heikompi sato lisää ravinnekuormitusta. Mitä parempi on alkuperäinen ravinteiden hyödyntämisyhteys, sitä enemmän absoluuttinen ravinnekuormitus kasvaa.

Esimerkeissä 4-6 on vertailutilaa korkeampi ravinneintensiteetti. Esimerkissä 4 ravinneintensiteetti ja sato on kohonnut samassa suhteessa, jolloin ravinteiden hyödyntämisyhteys (1) ei tapahdu muutosta. Tästä huolimatta absoluuttinen ravinnekuormitus lisääntyy. Esimerkissä 5 tuotos on lisääntynyt suhteellisesti enemmän kuin ravinneintensiteetti. Tällöin ravinteiden hyödyntämisyhteys paranee, mutta tästäkin huolimatta absoluuttinen ravinnekuormitus on yhä suurempi kuin vertailutilalla. Esimerkissä 6 ravinneintensiteetti on kohonnut suhteellisesti enemmän kuin tuotos, jolloin ravinteiden hyödyntämisyhteys heikkenee. Tämä lisää entisestään absoluuttista ravinnekuormitusta.

Esimerkeissä 7-11 on vertailutilaa alempi ravinneintensiteetti. Esimerkki 7 on analoginen esimerkin 4 kanssa: ravinneintensiteetin ja tuotoksen laskiessa suhteellisesti yhtä paljon ei ravinteiden hyödyntämisyhteys (1) tapahdu muutosta, mutta absoluuttinen ravinnekuormitus alenee. Esimerkissä 8 on ravinneintensiteettiä alennettu, mutta tuotos on pysynyt samansuuruisena. Vaikutus on täsmälleen sama kuin jos samalla ravinneintensiteetillä olisi saatu suurempi sato (esimerkki 2): ravinteiden hyödyntämisyhteys paranee ja absoluuttinen ravinnekuormitus pienenee.

Vaikka esimerkissä 2 saavutetaan sama ravinteiden hyödyntämisyhteys kuin esimerkissä 8, on esimerkin 8 absoluuttinen ravinnekuormitus pienempi kuin esimerkin 2. Tämä johtuu esimerkin 8 alemmasta ravinneintensiteetistä. Esimerkki 9 vahvistaa edellisen: edelleen ravinteiden hyödyntämisyhteys on sama kuin esimerkeissä 2 ja 8, mutta absoluuttinen ravinnekuormitus on näitä kumpaakin alempi alemman ravinneintensiteetin ansiosta. Esimerkissä 10 on ravinneintensiteetti alentunut suhteellisesti vähemmän kuin tuotos, mistä seuraa heikompi ravinteiden hyödyntämisyhteys. Myös absoluuttinen ravinnekuormitus on kasvanut. Esimerkissä 11 on yhtä heikko ravinteiden hyödyntämisyhteys kuin esimerkissä 10, mutta ravinneintensiteetti vain puolet esimerkin 10 intensiteetistä. Myös absoluuttinen ravinnekuormitus on puolittunut.

Ravinneintensiteetti ja energiantensiteetti samanaikaisessa tarkastelussa

Taulukon 1 alaosassa on lisätty kaksi uutta saraketta: energiantensiteetti ja energian ja tuotoksen välinen suhde, joka on analoginen ravinteiden ja tuotoksen väliselle suhteelle (ykköstä suuremmat arvot kuvaavat heikompaan energian hyödyntämisyhteys ja ykköstä pienemmät arvot parempaan energian hyödyntämisyhteys).

Taulukon 1 alaosan ensimmäisellä rivillä on toistettu esimerkin 1 ravintetiedot ja lisätty uudelle sarakkeelle energiantensiteetti, jolle on annettu suhde-

luku sata. Viimeisen sarakkeen energian hyödyntämisaste saa tällöin arvon yksi. Tämän jälkeen on esimerkit 4 ja 7. Niiden energiaintensiteettiä on muutettu samassa suhteessa kuin tuotostakin, jolloin energian hyödyntämisaste pysyy muuttumattomana (1). Havaitaan, että mikäli sekä ravinne- että energiaintensiteetti muuttuu samassa suhteessa kuin tuotoskin, ei kummankaan hyödyntämisasteessa tapahdu muutoksia, mutta absoluuttinen ravinnekuormitus kasvaa ravinneintensiteetin kasvaessa.

Esimerkit 12 ja 13 havainnollistavat, että ravinneintensiteetti ja energiaintensiteetti voivat olla toisistaan täysin riippumattomat: energiaintensiteetin muutokset eivät millään tavoin näy ravinteiden hyödyntämisasteessa eikä ravinnekuormituksessa.

Esimerkki 14 kuvaa tilannetta, jossa ravinneintensiteettiä muuttamatta on saavutettu korkeampi sato. Vastaavasti kuitenkin energiaintensiteettiä on kohotettu. Ravinteiden hyödyntämisaste on parantunut ja samalla myös absoluuttinen ravinnekuormitus; vastaavasti kuitenkin energian hyödyntämisaste on heikentynyt.

Esimerkki 15 on edellisen esimerkin vastakohta: ravinneintensiteettiä muuttamatta on saavutettu heikompi sato, mutta samalla on energiaintensiteettiä alennettu. Ravinteiden hyödyntämisaste on heikentynyt, mutta energian hyödyntämisaste parantunut.

Viimeisessä esimerkissä 16 ravinneintensiteetti on huomattavan alhainen (sama kuin esimerkissä 11), mutta myös alhaisen tuotoksen vuoksi ravinteiden hyödyntämisaste on heikompi kuin vertailutilalla. Huolimatta heikosta ravinteiden hyödyntämisasteesta absoluuttinen ravinnekuormitus on pieni. Energiaintensiteetti on äärimmäisen alhainen, minkä vuoksi energian hyödyntämisaste on vertailutilaa selvästi korkeampi.

Edellä esiteltyjen esimerkkitulojen perusteella havaitaan, että tarkastellessa samaa viljelyaluetta (pinta-alaa), ravinneintensiteetin kohottaminen lisää aina ravinnekuormitusta ellei ravinteiden hyödyntämisaste samalla kohoa. Ravinteiden parempi hyödyntämisastekaan ei aina riitä kompensoimaan intensiteetin kohottamisen aiheuttamaa suurempaa ympäristökuormitusta (esimerkki 5). Vastaavasti ravinneintensiteetin alentaminen vähentää aina ravinnekuormitusta ellei ravinteiden hyödyntämisaste samalla heikkene. Mikäli ravinneintensiteetti alenee riittävästi, voi ravinnekuormitus vähentyä, vaikka ravinteiden hyödyntämisaste jopa heikkenisi (esimerkki 11).

Koska eri tuotantopanosten hyödyntämisasteet ovat toisistaan riippumattomat, ei yhden tuotantopanoksen heikentynyttä hyödyntämisastetta voi kompensoida toisen tuotantopanoksen hyödyntämisastetta parantamalla. Loogisena seurauksena voidaan pitää sitä, ettei erilaisten ympäristövaikutusten haittoja voi kompensoida toisien haittojen vähäisemmällä määrillä.

Eräissä ympäristövaikutusarviointimenetelmissä, kuten ympäristöelinkaari-analyysi, kuitenkin käytetään eräänlaista kompensatiomenetelmää: yhteenlaskettujen haittapisteiden määrään vaikuttaa kaikkien tuotantopanosten käyttö ja kaikkien vaikutusluokkien haittapisteet. Yhdistäminen tapahtuu arvotamalla, joka on jossain määrin subjektiivista. Tämän vuoksi usein pyritäänkin välttämään kokonaishaittapisteiden laskentaa, vaikka ne toisinaan saattavat yksinkertaistaa tulosten esittämistä. (Grönroos & Seppälä 2000).

Usein ympäristövaikutuksia arvioidaan tuotettua tuotetta kohti laskien – ei siis esim. pinta-alaa kohti. Esimerkeissä 1, 4 ja 7 on ravinteiden hyödyntämistä samansuuruinen, mutta intensiteetti erilainen. Mikäli halutaan tuottaa sama tuotost määrä kuin esimerkissä 1, tarvitaan esimerkissä 4 vain $100/125 = 80\%$, mutta esimerkissä 7 $100/80 = 125\%$ pinta-alasta verrattuna esimerkkiin 1. Koska kaikissa esimerkeissä ravinteiden hyödyntämistä on samansuuruinen, muodostuu absoluuttiseksi kokonaiskuormitukseksi kaikissa tapauksissa sama, 40 ”ravinneyksikköä” (esimerkki 4: $80\% * 50 = 40$; esimerkki 7: $125\% * 32 = 40$). Mikäli maan viljelykseen otto katsotaan kaikissa tapauksissa haitalliseksi ympäristövaikutukseksi, tulkitaan näistä kolmesta vaihtoehdosta korkein tuotantointensiteetti ympäristöystävällisimmäksi. Tällaista tulkintaa käytetään esim. useimmissa ympäristöelinkaariarvioinnissa (Grönroos & Seppälä 2000). Tämä on selkeästi ristiriidassa sen kanssa, mitä aiemmin kantokykyä koskevassa kappaleessa esitettiin viljelymaan vaihtoehdoista käytöstä.

Ympäristöelinkaariarviointi ei myöskään ota huomioon puskurointikykyä. Mikäli puskurointikyky otettaisiin huomioon, muodostuisi esimerkkien 1, 4 ja 7 aiheuttama ravinnekuormitus samansuuruisen tuotost määrän tuottamisessa erisuuruiseksi: esimerkissä 1 ravinnekuormitus olisi 20 ”ravinneyksikköä” esimerkissä 4 24 ”ravinneyksikköä” ($80\% * 30$) ja esimerkissä 7 15 ”ravinneyksikköä” ($125\% * 12$). Havaitaan, että järjestys noudattaisi ravinneintensiteettiä: mitä alempi ravinneintensiteetti, sitä vähäisemmät kokonaisympäristövaikutukset.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tuotettua tuoteyksikköä kohti lasketut ympäristövaikutukset (ympäristöelinkaariarviointi) saattavat muodostua vähäisemmiksi käytettäessä korkeakin tuotantointensiteettiä. Tällainen tulos voi kuitenkin olla ristiriidassa sen kanssa, että korkean tuotantointensiteetin aiheuttamat pinta-alakohtaiset ympäristövaikutukset ovat lähes poikkeuksetta suuremmat kuin alhaisen tuotantointensiteetin aiheuttamat. Näin ollen tuoteyksikkökohtainen tarkastelu ei niinkään kuvaa ympäristön tilaa vaan pikemminkin resurssien käytön tehokkuutta. Koska eri intensiteetillä tuotettaessa tuotoksen määrä on erilainen, tarvitaan samansuuruisen tuotoksen tuottamiseen erisuuruinen pinta-ala. Kuten jo aiemmin todettiin, eri suuruisten pinta-alojen ympäristövaikutusten vertailuun ei tällä hetkellä ole riittävästi tietoa.

3.4 Ympäristövaikutusten ja ekologisen kestävyys- den arviointi

Ympäristöelinkaariarvioinnissa yhteismitallistetaan tuotannon aiheuttamat ympäristövaikutukset, joita kuvataan haittapisteillä. Erilaisten ympäristövaikutusten (vaikutusluokkien) yhteismitallistaminen on kuitenkin sangen vaikeaa, osin subjektiivista ja osin jopa mahdotonta (Grönroos & Seppälä 2000).

Käytetyissä ympäristöelinkaariarvioinneissa ei myöskään ole kyetty riittävästi huomioimaan eri (ravinne-)intensiteetin aiheuttamia muutoksia koko systeemin kannalta. Ongelma tulee esiin tilanteessa, jossa tuotantointensiteettiä kohottamalla lisätään myös hehtaarisatoa, minkä ansiosta joidenkin tuotantopanosten hyödyntämisaste voi parantua ja tuotettua tuoteyksikköä kohti laskeutu ympäristövaikutus voi olla alempi kuin alemmalla tuotantointensiteetillä tuotettaessa. Tämä siitä huolimatta, että pinta-alakohtainen kuormitus lähes poikkeuksetta kohoaa intensiteetin kasvaessa.

Ongelma ilmentää vaikeutta laskea yhteen erilaisia ympäristövaikutuksia. Aiemmin käytetty numeerinen esimerkki kahden tuotantopanoksen (ravinteet, energia) intensiteetin vaikutuksesta havainnollistaa ongelmaa: Esimerkissä 5 on lisätty satoa kohottamalla sekä ravinneintensiteettiä että energiain-
tensiteettiä. Tuotantointensiteetin kohottaminen on lisännyt hehtaarikohtaista ravinnekuormitusta huolimatta siitä, että ravinteiden hyödyntämisaste on parantunut ja ravinnekuormitus tuoteyksikköä kohden alentunut. Samanaikaisesti energiain-
tensiteettiä on kohotettu suhteellisesti enemmän kuin satoa, ts. energian hyödyntämisaste on heikentynyt.

Perinteiseen tapaan tehtävässä ympäristöelinkaariarvioinnissa punnitaan tällaisessa tapauksessa kolmen eri ympäristövaikutuksen yhteisvaikutusta (vertailu esimerkkien 1 ja 5 välillä):

		Esim.1	Esim. 5
Ravinteiden hyödyntämisaste	ravinne/tuotos	1	0,89
Energian hyödyntämisaste	energia/tuotos	1	1,07
Pinta-alan tarve, maan käyttö	pinta-ala/tuotos	1	0,71

Vertailu näiden kahden esimerkin kesken on mahdollista vain, jos kaikki kolme ympäristövaikutusta voidaan yhteismitallistaa. Jo aiemmin esitettiin, että maan käytön osalta vertailulta puuttuu tieteellinen perusta. Mikäli maan käyttö jätettäisiin tarkastelun ulkopuolelle, jäljelle jäisi punninta ravinteiden ja energian hyödyntämisasteiden kesken. Tässä esimerkissä voidaan ajatella, että ravinteiden parempi hyödyntämisaste on aikaansaatu lisäämällä voimak-

kaasti energian käyttöä. Sekä ravinteiden että energian osalta on arvioitava erikseen suoria ympäristövaikutuksia (esim. ravinnekuormitus, kasvihuoneilmiö) ja resurssin vähenemistä (uusiutumattoman resurssin riittävyyttä).

Yhteismitallistaminen voitaisiin tehdä arvottamalla ja ilmaisemalla eri ympäristövaikutukset haittapisteinä. Riippuen arvottamisesta lopputulos voisi olla mikä tahansa kolmesta: ympäristövaikutukset ovat vähäisemmät, yhtäsuuret tai suuremmat vertailuesimerkissä (1) kuin intensiteetiltään korkeammassa esimerkissä (5). Mikäli esimerkin 5 todettaisiin olevan parempi vaihtoehto, voidaan ravinteiden tehostuneen käytön ajatella ikään kuin kompensoivan energian heikentyneen hyötysuhteen.



Kuva 6. Ympäristövaikutusten yhteismitallistaminen on joskus ongelmallista. Maan kyntö ja glyfosaatin käyttö tähtäävät kumpikin rikkakasvien torjuntaan. Kyntö aiheuttaa suuremman välittömän energian kulutuksen, glyfosaatti välillisen. Kyntö voi lisätä vesistöjen ravinnekuormitusta, glyfosaatin riskinä on huuhtoutuminen vesistöön. Kumpi on ympäristön kannalta haitallisempaa? (Kuvat: T. Lötjönen ja H. Mikkola)

On kuitenkin varsin epäloogista, että yhtäällä lisäämällä jonkin niukan resurssin käyttöä ja aiheuttamalla enemmän ympäristövaikutuksia ja toisaalla vähentämällä toisen niukan resurssin käyttöä ja alentamalla aivan erilaisten ympäristövaikutusten määrää voitaisiin vähentää kokonaisympäristövaikutuksia ja systeemin kestävyyttä. Mm. tämän epäjohdonmukaisuuden vuoksi tässä tutkimuksessa ei eri ympäristövaikutuksia pyritä yhteismitallistamaan, vaan kutakin vaikutusta arvioidaan yksinään. Rajallisten resurssien vuoksi kohdennetaan huomio lähinnä vain ravinnekuormitukseen, joka esim. Grönroosin ja Seppälän (2000) raportissa todettiin ylivoimaisesti tärkeimmäksi vaikutusluokaksi (vaikutusluokka oli nimetty ”rehevöityminen”) esitettyjen viiden muun vaikutusluokan (ilmastonmuutos, happamoituminen, alailmakehän otsoni, happivajaus, uusiutumattomat polttoaineet) joukossa.

Vaihtoehtoisten tuotantotapojen ympäristövaikutusten arviointi tässä tutkimuksessa perustuu lähinnä mallinnettuun ravinnetalouden tarkasteluun. Energian käytön osalta tyydytään vain karkeaan arvioon siitä, minkä suuntainen mahdollinen muutos energiakäytön osalta on.

Ravinnetaloutta kuvataan yksinkertaisuuden vuoksi lähes yksinomaan vain tyyppitalouden osalta. Muiden ravinteiden kuin typen osalta kuitenkin kiertävien ravinteiden osuus antaa viitteitä systeemin kestävydestä. Yleisesti voidaan sanoa, että muiden ravinteiden kuin typen osalta luomuviljelyn ympäristövaikutukset arvioidaan varsin vähäisiksi, koska niitä käytetään merkittävästi vähemmän ja niukkaliukoisemmassa muodossa kuin tavanomaisessa viljelyssä. Sen sijaan typen käytön osalta on raportoitu luomutuotannon osalta jopa heikompia hyödyntämisasteita ja näin muodoin suurempia tuoteyksikkökohtaisia ravinnekuormitusvaikutuksia kuin tavanomaisessa tuotannossa (Grönroos & Seppälä 2000).

4 Luonnonmukaisen tuotannon toteuttamisongelmat

4.1 Luomuneuvojien näkemykset

4.1.1 Aiempi tutkimus

Kallion (1998) tutkimuksessa luonnonmukaisen tuotannon tarkastajilta ja neuvojlta kysyttiin mielipiteitä luonnonmukaisen tuotannon nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä. Vastaajia oli 47 kpl. Vastauksissa nousivat esille erityisesti markkinointiin ja menekinedistämiseen, yhteiskunnan toimintaan ja tiloilla tapahtuvaan tuotantoon liittyvät asiat. Tuotantoon liittyvissä asioissa mainittiin mm., että viljelijöiden yhteistoiminnan valmiuksia on lisättävä (Kallio 1998).

Luonnonmukaisen tuotannon **tarkastajat** olivat pääasiallisesti tyytyväisiä tarkkailun suorittamiseen liittyviin tekijöihin. Eniten tyytymättömyyttä oli markkinointiin liittyvän ja uuden tiedon saatavuuteen. Heidän mielestään viljelijät eivät ajoissa käänny tarkastajan puoleen, mikä yleensä pahentaa tilannetta tilalla. Tarkastusmaksua pidettiin myös liian suurena varsinkin juuri luomuun siirtyneille tiloille. Viljelijöiden suhtautumiseen oltiin erittäin tyytyväisiä (Kallio 1998).

Tarkastajat joutuivat puuttumaan viljelykiertoihin, jotka olivat puutteellisia. Lisäksi lohkoissa kasvoi vanhaa nurmea sekä liian vähän typensitojakasveja. Lannan käsittelyssä ja varastoinnissa löytyi huomautettavaa. Jos tilalla oli rinnakkaisviljelyä, oli tuotteiden markkinoinnissa ja varastoinnissa epäselvyyksiä. Muistiinpanot olivat puutteellisia tai vanhentuneita. Kaiken kaikkiaan luonnonmukainen tuotanto olisi vaatinut yleensä lisää huolellisuutta ja asiaan paneutumista (Kallio 1998).

Neuvojat olivat havainneet ongelmia välinpitämättömyyden takia eli oltiin huolimattomia, tuotanto-ohjeita kierrettiin eikä kaikista viljelytoimenpiteistä kerrottu. Eri tukien välillä oli tuotantoa haittaavia ristiriitoja. Yleinen epävarmuus maatalouden tulevaisuudesta esti investointeja ja pidempiaikaisia suunnitelmia. Viljelijät eivät olleet ymmärtäneet tuotteen laadun tärkeyttä. Taloudelliset odotukset olivat epärealistisia ja aiheuttivat siten vaikeuksia. Neuvontaa ei haluttu käyttää eikä neuvojen oma tietotaitokaan aina riittänyt (Kallio 1998).

Sekä tarkastajat että neuvojat arvioivat tuottajien tarvitsevan neuvontaa viljelykiertojen suunnittelussa ja kotieläintuotannossa sekä markkinointi- ja yritysneuvontaa. Lisäksi tarvittiin neuvoja rikkakasvien säätelyyn ja lannoituksen suunnitteluun (Kallio 1998).

4.1.2 Tämän tutkimuksen sähköpostikysely

Tämän tutkimuksen aikana luomuneuvojille tehtiin sähköpostikysely, jonka tehtävänä oli selvittää neuvojen näkemyksiä luonnonmukaisen tuotannon ongelmista. Kysely suunnattiin neuvoille, koska heillä arveltiin olevan luomun ongelmista viljelijöitä laajemmin näkemyksen. Kysely toteutettiin sähköpostin välityksellä maaliskuussa 2001 ja vastauksia saatiin neljältätoista luomuneuvojalta.

Kysymykset olivat seuraavat:

1. Mitkä ovat mielestäsi luomutuotannon neljä suurinta ongelmaa (tärkeysjärjestyksessä)?
2. Mitä vaikeuksia on luomutilojen välisessä yhteistoiminnassa?
3. Mitä ongelmia on luomutuotannon teknologioissa?
4. Muuta asiaa

Kysymys 1. Tuotannon ongelmat

Ensimmäinen kysymys käsitteli luomutuotannon ongelmia yleensä ja siinä pyydettiin kertomaan tärkeysjärjestyksessä neljä suurinta ongelmaa. Vastaukset on ryhmitelty poliittisiin (EU, valtio), selvästi luomutukeen ja luomu- ym. sopimukseen liittyviin, talouteen ja markkinointiin liittyviin, viljelytekniisiin syihin sekä muihin syihin. Jaottelu ei kuitenkaan ollut yksiselitteistä eikä helppoa. Esimerkiksi vastaus “huono kannattavuus“ ilman lisäselityksiä on luokiteltu talouteen ja markkinointiin kuuluvavaksi. Toisinaan annetusta vastauksesta selviää tarkemmin, mikä on vaikuttanut kannattavuuteen, joten vastaus on luokiteltu sen mukaan; Huonoon kannattavuuteen voi olla syynä esimerkiksi alhaiset sadot johtuen väärästä viljelytekniikasta, jonka syynä on

alun perin tutkimustiedon puute. Syy voi olla myös epäonnistunut markkinointi, kun jalostaja ei osaa jalostaa raaka-ainetta kuluttajalle mieluisaksi eli tavallaan ammattitaidon puute.

Vastausten analysointi olisi ollut helpompaa, jos neuvojille olisi lähetetty lomake, jossa olisi ollut valmiita vaihtoehtoja. Toisaalta kysymyksillä ei haluttu ohjailta vastausten sisältöä. Kysely tehtiin keväällä, juuri ennen viljelysesongin alkua ja oli pelkona, että pitkä sähköpostikirje tarkkoine kysymyksineen olisi vähentänyt vastausten määrää.

Suurimpana ongelmana pidettiin politiikkaa eli valtion, ministeriön, järjestöjen haluttomuutta “tunnustaa” luomua ja sen mahdollisuuksia. Siitä seuraa sopimus- ja tukipolitiikan epävarmuutta ja vuosittain muuttuvia sääntöjä. Valtion hallinnon, poliitikkojen ja etujärjestöjen haluttomuus, jopa jarruttaminen mainittiin neljässä vastauksessa. Siihen liittyen mainittiin tukipolitiikan ailahtelevaisuus ja epävarmuus. Luomutukea pidettiin liian alhaisena, näennäisviljely oli mahdollista ja tukiviidakko mahdoton (ympäristötuki, luomusopimusehdot, EU, viljelijäjärjestöt, KTTK) sekä säännöt tiuhaan muuttuvia.

Myös viljelytekniikassa oli ongelmia sekä sadon laadun ja määrän suhteen, mikä puolestaan vaikeuttaa markkinointia ja huonontaa kannattavuutta. Korkeaa viljelijäväestön ikää pidettiin yhtenä syynä ammattitaidon puutteeseen tai oikeastaan haluttomuuteen oppia uutta.

Toiseksi tärkeimpänä syynä mainittiin tukien vaikutus, mm. siihen, että luomumaitoa ja -lihaa ei ole riittävästi saatavilla, koska joko tuen määrä on liian pieni tai tuotantoehdot ovat vaikeita toteuttaa käytännössä. Lisäksi mainittiin satojen huono laatu ja määrä, minkä syynä mainittiin mm. tutkimustiedon puute ja tutkimuksen suuntautuminen vain muutamiin tuotantosuuntiin.

Uutena ryhmänä mainittiin sekä viljelijöiden että naapureiden kielteiset asenteet ja ennakkoluulot, jopa tietämättömyys luonnonmukaisesta tuotannosta. Siihen liittyy kylä- ja viljelijäyhteisön sosiaaliset suhteet sekä yleinen maatalouden epävarmuus.

Kolmanneksi suurimpana ongelmana mainittiin kolmessa vastauksessa viljelytekniset ongelmat: kasvinsuojeluongelmat, erityisesti kestorikkakasvit ja ravinteiden puute. Peltojen huono peruskunto kielii vähäisestä mahdollisuudesta investointeihin.

Kahdessa vastauksessa huomautettiin jalostajien ja markkinoinnin tulevan jälkijunassa. Valikoimat ovat pienet eivätkä kuluttajatkaan tunne luomutuotteita riittävästi. Eri akreditointiohjelmat lisäävät hämmennystä. Tutkimustiedon, varsinkin Suomen oloihin sovelletun, vähyyttä kritisoitiin kahdessa vastauksessa. Rungas satsaus luomututkimukseen tuottaisi paljon uutta tietoa,

jonka avulla luomutuotannon määrää ja laatua voitaisiin parantaa suhteellisesti nopeammin kuin tavanomaisen tuotannon. Yhdessä vastauksessa oltiin sitä mieltä, että luomutuotannon taloudellinen kannattavuus on heikentynyt.

Huonot esimerkit mm. näennäisviljely tahraavat koko tuotantoalan maineen, kun “paha kello kauas kaikaa”.

Neljänneksi tärkeimpänä syynä mainittiin kolmessa vastauksessa sekä tukipolitiikka että markkinaongelmat; Paperisotaa on liikaa, kotieläinsääntöjen hankaluus lisää kustannuksia (esimerkkinä vasikan hinta) ja kaikille sama pinta-alatuki suorastaan viekoittelee näennäisviljelyyn. Pienten, laadultaan vaihtelevien erien markkinointi on vaikeaa, jalostajat eivät ole halukkaita maksamaan kustannuksia kattavaa hintaa ja kauppa korjaa suurimman kateen tuotteista (kermankuorinta).

Viljelytekniisinä ongelmina mainittiin fosforin puute tulevaisuudessa ja yksi-voitisten rikkojen määrä joinakin vuosina. Valtiovallan ja MTT:n nihkeä asenne, tavanomaisesti tuottavien viljelijöiden ennakkoluulot sekä kotimaisen tutkimustiedon puute olivat myös ongelmia.

Kysymys 2. Yhteistyön vaikeudet

Toinen kysymys käsitteli tuottajien välisen yhteistyön ongelmia: “Mitä vaikeuksia on luomutilojen välisessä yhteistoiminnassa?”

Kaksi eniten mainittua syytä, noin kolmannes molempia, yhteistoiminnan puutteelle olivat maatilojen etäisyys ja itsenäisyyden halu. Viidenneksessä vastauksista mainittiin tukiehdot ja lainsäädäntö, esimerkkinä oli naapurin tuotteiden kuljettaminen torille ilman liikennöintilupaa. Tukirahojen määrä vaikuttaa yhteistyöhön, jos esimerkiksi lannan vastaanottosopimukseen ei ole rahaa.

Kahden neuvon mukaan erilaiset tuotantosuunnat rajoittavat yhteistyötä, koska silloin sopivien koneiden lainaaminen ei onnistu. Yksi neuvoja piti lypsykarja- ja viljatilojen yhteistyötä hyvin järkevänä, mutta jatkoi, että paikkakunnalla tilat ovat kaukana toisistaan. Yhdessä mainittiin pienten erien markkinointivaikeus. Kolme neuvojaa oli kuitenkin toiveikkaita yhteistoiminnan lisääntymisen puolesta.

Kysymys 3. Teknologian ongelmat

Kolmannella kysymyksellä haluttiin kartoittaa, millaisiin teknologiaan liittyviin ongelmiin neuvojat olivat törmänneet. “Mitä ongelmia on luomutuotannon teknologioissa?”

Kaksi neuvojaa oli sitä mieltä, että viljelyssä käytetään tavanomaisessa tuotannossa käytettäviä koneita, vaikka ne eivät olisi parhaita mahdollisia. Tosin yhden vastauksen mukaan uudenlaisia koneita tulee markkinoille. Luomutilojen ongelmina mainittiin monipuolinen viljelykierto, jolloin konevalikoiman on oltava laaja. Pinta-alat ovat kuitenkin pienet verrattuna tavanomaisen "tehotuotannon" suuriin pinta-aloihin, jolloin tehokkaat uutuudet eivät ole taloudellisesti kannattavia. Yksi neuvoja pohti, johtaako liika koneistaminen ja automaatio "luomuuden" menettämiseen; voiko luomunavetassa olla lypsyrobotti.

Lisäksi mainittiin luomutuotannon erikoisongelmia, kuten viherlannoituksen hoito ja rikkakasviongelmat. Myös puutarhatuotanto tarvitsisi omaa laitekehitystä. Jo olemassa olevista laitteista tarvittaisiin tutkimustietoa, mm. rikkaäestyksen ja lannan levityksen työmenetelmistä, viherlannoituksen hoidosta, lietelannan ilmastuksesta. Tutkimustuloksia olisi oltava kaikilta maalajeilta, joilla Suomessa viljellään. Vuosittain muuttuvat säännöt vaikeuttavat koneosojen suunnittelua.

Kysymys 4. Muuta asiaa

Viimeisenä kysyttiin vielä muuta asiaan liittyvää. Kaikki vastaukset käsittelivät enemmän tai vähemmän tuotannon tukipolitiikkaa ja luomun kehittämisen linjaa tai linjattomuutta; Ohjeet ovat monimutkaisia, käytännössä hankalia toteuttaa eivätkä tuen määrät ole riittäviä (esimerkkinä mainittiin kotieläintuotanto). Sopimusten tekeminen on epävarmaa, näennäisviljelyn mahdollisuus olisi poistettava ja tutkimukseen olisi varattava riittävästi rahaa.

4.2 Tuotantoteknologinen tarkastelu

4.2.1 Rakennetut työnkäyttömallit ja mallien validointi

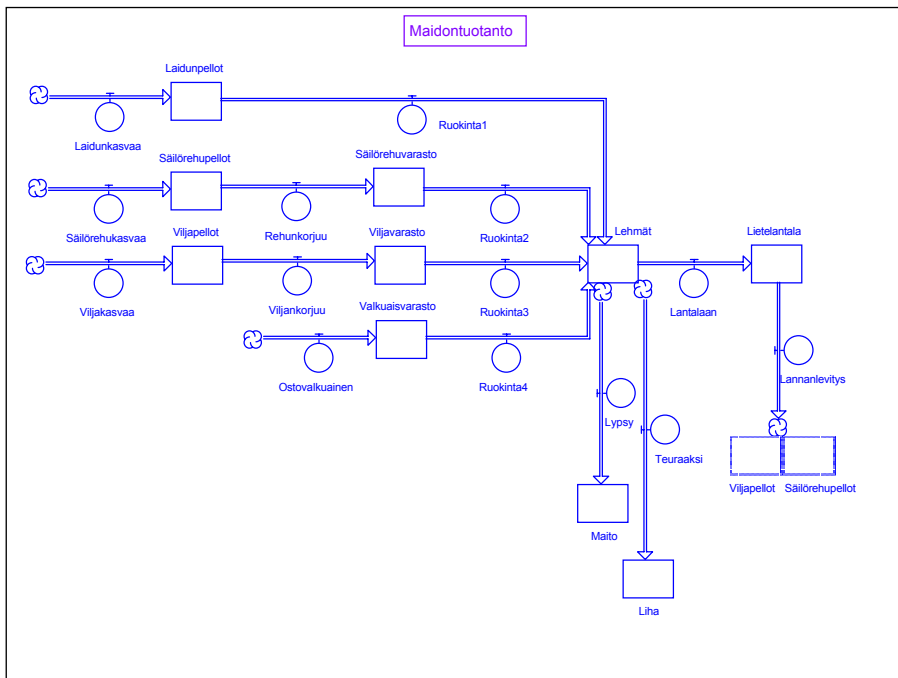
Kuten edellä on todettu, luomutuotanto eroaa tavanomaisesta tuotannosta eniten lannoituksen ja rikkakasvien torjunnan järjestämisessä. Monipuolista tuotantoa harjoittavalla tilalla (esim. maitotila) tuotantoteknologian muutokset ovat vähäisiä luomuun siirryttäessä. Pitkälle erikoistuneilla kasvinviljelytiloilla tapahtuu suurempia muutoksia. Laadituilla työnkäyttömalleilla pyrittiin hahmottamaan tuotantomuotojen vaatimien kokonaistyömenekkien eroja, löytämään luomutuotannon teknologisia pullonkaulakohtia, sekä selvittämään yhteistyön järkevyyttä luomutuotannossa.

Mallinnukseen päätettiin käyttää Stella 6.0.1. Research -ohjelmaa. Aiemmin vastaavanlaista mallinnusta on tehty taulukkolaskimella. Stella-ohjelman etuna on se, että mallista on helppo tehdä dynaaminen, jolloin malliin voidaan ottaa mukaan hankalasti ennustettavia tapahtumia (Gustafsson ym. 1982). Esimerkiksi todellisen sääaineiston käyttö lähtötietoina on mahdollista

tai voidaan helposti kokeilla yllättävän konerikon tai tapaturman vaikutusta tuotantoon. Lisäksi ohjelman etuna on graafisuus, joten mallia tuntematon henkilö pääsee nopeasti selville mallin toiminnasta.

Stella-mallien ideana on, että jokin/jotkin systeemin keskeisistä materiaaleista virtaavat systeemin läpi. Esimerkiksi maidontuotantomallissa tarkasteltava materiaali on aluksi rehua, joka jalostuu maidoksi ja edelleen lannaksi (kuva 7). Monia muita tekijöitä voidaan kerätä muistiin seuraamalla näitä päävirtauksia, näissä malleissa työnkäyttö saatiin tällä tavalla. Koska materiaali on saatava virtaamaan oikeasti ja oikein, malli on rakennettava kaikilta osiltaan riittävän tarkasti ja ketjun eri työvaiheet joutuu miettimään tarkasti läpi. Työtä tässä on kuitenkin monesti enemmän kuin taulukkolaskentamallin laadinnassa.

Lähtödatan keruu ja aineiston oikeellisuuden arviointi (datavalidointi) ovat yksi mallinnuksen työläimmistä vaiheista. Keskeiset lähtötiedot tulisi olla kerätty samalla tarkkuustasolla, jotta mallin antamat tulokset olisivat luotettavia. Tulosten herkkyyttä lähtöaineiston muutoksille kannattaa myöskin testata, jotta tiedetään mikä merkitys lähtödatan epävarmuudella on. Laadituissa työnkäyttömalleissa käytetyt työmenekkitiedot saatiin pääasiassa Työtehoseuran työntutkimuksista.



Kuva 7. Yksinkertaistettu esimerkkikuva Stella-maidontuotantomallista. Materiaalit virtaavat systeemin läpi. Työnkäyttötiedot saadaan seuraamalla näitä materiaalivirtoja.

Tavanomaisen tuotannon satotiedot, eläinten rehunkulutukset ja tuotostiedot ovat peräisin Maatilatilastollisista vuosikirjoista (MMM:n tietopalvelukeskus) sekä Maaseutukeskusten liiton laatimista Maatalouskalentereista. Luomutuotannon sadoista ja tuotoksista on olemassa vielä melko vähän kerättyä tilastotietoa, joten niissä lienee lähtötietojen suurin epävarmuus (taulukko 2). Luomun tiedot ovat pääasiassa poimittu TTS:n maataloustiedotteesta 467 (Klemola 1996). Lypsylehmien vuosituotokset on oletettu molemmissa tuotantosuunnissa samoiksi. Estettä tähän ei pitäisi olla, kun oletetaan rehujen olevan samanarvoisia. Kummassakin tuotantotavassa ruokinnan on oletettu perustuvan esikuivattuun säilörehuun ja kotoiseen viljaan. Valkuaistäydennyksenä käytetään rypsirohetta, joka siis voi olla tavanomaisestikin tuotettua.

Taulukko 2. Peltokasvien sadot ja kotieläinten tuotokset, joita käytettiin työnkäyttömalleissa. Lähteet: Klemola 1996, Maaseutukeskusten Liitto 1998 – 2002, MMM:n tietopalvelukeskus 1990 - 2001.

	Sadot / tuotokset		
	Tavanomainen	Luomu	
Laidun	3 400	2 800	ry/ha
Säilörehu	24 000	17 000	tuore kg/ha
Rehuvilja	3 400	2 250	kg/ha
Lypsylehmä	8 000	8 000	maitoa kg/v
Lihasila	616	515	päiväkasvu g/vrk
	3 erää/v	2,5 erää/v	

Työnkäyttömallit rakennettiin pala palalta ja jokaisen osan valmistumisen jälkeen testattiin sen toimivuus. Kokonaisvalidointia tehtiin vertaamalla mallin laskemaa työnkäyttöä ja tuotosmääriä TTS:n maataloustiedotteen 467 (Klemola 1996) tuloksiin. Sianlihan- ja viljantuotannossa tulokset olivat yhteneväiset. Maidontuotannossa kokonaistyömenekki oli mallin mukaan noin 25 % suurempi tavanomaisessa sekä luomutuotannossa verrattuna TTS:n tiedotteeseen. Ero johtunee siitä, että mallissa on käytetty Kailan (1999) työmenekkilukuja ja TTS maataloustiedotteessa 467 on käytetty vanhempia Työtehoseuran (1988) lukuja, jotka ovat pienempiä.

Mallinnettaviksi tuotantosuunniksi valittiin maidontuotanto, sianlihantuotanto, viljantuotanto sekä yhdistetty maidon- ja viljantuotanto. Myös naudanlihantuotanto, kananmunien/broilereidentuotanto ja vihannesten viljely olisivat olleet kiinnostavia tuotantosuuntia, mutta ne päätettiin rajata tutkimuksen ulkopuolelle. Maitotilan viljelykierto oli kaksi vuotta nurmea, yksi vuosi viljaa, sikatilan yksi vuosi nurmea, kaksi vuotta viljaa ja viljatilan viljelykierto kaksi vuotta nurmea ja kaksi vuotta viljaa.

Aluksi verrattiin tavanomaista ja luomutuotantoa ns. ”mittatikkutiloilla”. Näiden tilojen koot valittiin siten, että ne ovat karkeasti ottaen kaksi kertaa suurempia kuin ko. tuotantosuunnan tilat tällä hetkellä Suomessa ovat (MMM:n tietopalvelukeskus 2001). Siten maitotilan kooksi valittiin 32 lehmää, sikatilän kooksi 300 lihasikaa ja viljatilän kooksi 80 ha. Kotieläintilojen peltoala mitoitettiin eläinmäärään nähden sopivaksi.

Seuraavassa vaiheessa kokeiltiin, mitä eriasteinen yhteistyö vaikuttaa työmenekkeihin. Tässä keskityttiin tutkimaan pelkästään luomutiloja. Yhteistyörenkaiden kokonaispinta-aloiksi valittiin 80 ha, 160 ha ja 320 ha. Eläinmäärät mitoitettiin peltoalaan nähden sopiviksi. Yhteistyön muotoja olivat 1) Ei yhteistyötä, 2) Koneyhteistyö ja 3) Yhteistila, jossa yhteistyötilojen lehmät tai siat on koottu samaan rakennukseen ja viljelykierto on tilakokonaisuudelle yhteinen. Pellot ovat edelleen kunkin osakkaan omistuksessa.

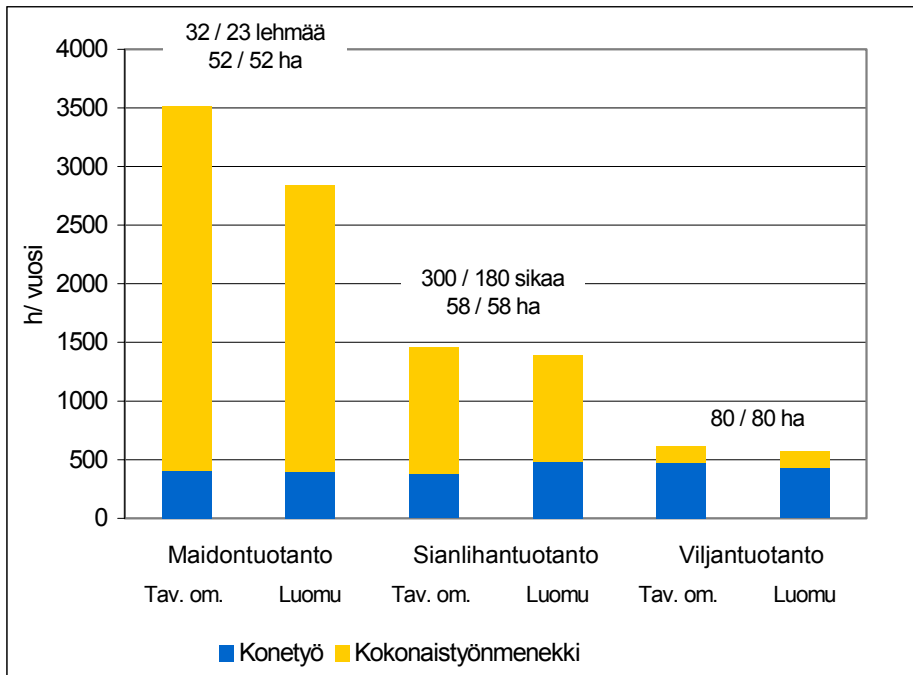
Malleissa käytetty konekalusto ja rakennusten esimerkkikuvaus on esitetty liitteessä 1. Nämä on pyritty mitoittamaan harmoniseksi peltoalan ja eläinmäärän suhteen. Maidontuotannon järjestäminen pohjautuu pitkälti Kailan (1999) tutkimukseen. 18 lehmän tilamallissa on parsinavetta, kun 32 lehmän tilalla ja sitä isommilla tiloilla on pihatto lypsyasemineen. Parsinavettatilalla lehmiä ulkoilutetaan talvella, pihattotiloilla ei. Kaikilla tiloilla ruokinta perustuu säilörehuun ja kotoiseen viljaan. Tarvittava kuivaheinä ostetaan. Pienimmällä tilalla on kuivalantajärjestelmä ja suuremmilla tiloilla lietalanta. Perustilanteessa koneet ovat pääosin omia, ainoastaan leikkuupuinti pienillä viljaloilla sekä sikatilojen säilörehun ja oljen paalaus teetetään urakoitsijoilla.

Tavanomaisella sika- ja viljatilalla maa muokataan kultivoimalla pellot syksyllä kertaalleen. Maitotilalla pellot kynnetään nurmen lopettamisen takia. Kaikilla luomutiloilla pellot ensin sänkimuokataan kevyesti lapiorullaäkeellä ja kynnetään myöhemmin syksyllä. Tämän tarkoituksena on kestorikkakasvien lisääntymisen estäminen.

Tavanomaisella sikatilalla on käytössä lietalantajärjestelmä ja luomutiloilla kuivalanta, joka poistetaan koneellisesti. Kuivikkeena luomutiloilla käytetään olkea. 240 lihasian mallissa ja tätä pienemmillä tiloilla liemiruokintaa ohjataan käsin, kun suuremmissa kokoluokissa ohjaus on automaattinen. Sika- ja maitotiloilla vilja käsitellään murskemyllyllä ja muurahaishapolla ja säilötään tuoreena laakavarastoissa. Viljatiloiilla on lämminilmakuivurit varastosii-loineen. Kotieläintiloilla kaikki rehut, paitsi lisävalkuainen ja kivennäiset tuotetaan itse. Kasvukauden sää on määritelty siten, että joka kolmas päivä on sadepäivä, jolloin peltotöitä ei voi tehdä. Koneiden huoltoon ja tilan johon on oletettu kuluvan 0,5 – 1 h/vrk vuodenajasta riippuen.

4.2.2 Tavanomaisen ja luomutuotannon työmenekkivertailu

Kun tila siirtyy luomutuotantoon, peltokasvien sadot yleensä laskevat helppo-
liukoisten lannoitteiden käytön loppumisen takia (taulukko 2). Siirtymävai-
heen aikana (noin 5 vuotta) pellon luontainen ravinteiden kierrätysjärjestelmä
alkaa toimia, mutta vain harvoin päästään sadoissa samalle tasolle kuin ta-
vanomaisessa viljelyssä. Siten kotieläintila joutuu siirtymävaiheessa vähen-
tämään eläinmäärää, hankkimaan lisää peltoa tai turvautumaan ostorehujen
käyttöön, jotta kaikki eläimet saataisiin ruokittua.



Kuva 8. Kokonaistyönmenekki ja konetyöntarve tilamalleilla tavanomaisessa ja luomuviljelyssä (sama pinta-ala).

Kuvien 8 ja 9 lähtökohtina ovat noin kaksi kertaa keskimääräistä suuremmat suomalaiset tavanomaista tuotantoa harjoittavat tilat (MMM:n tietopalvelukeskus 2001). Kuvassa 8 on laskettu samoille tiloille työmenekit sekä tavanomaisessa tuotannossa että luomuun siirtymisen jälkeen Stellaa apuna käyttäen. Aivan siirtymävaiheen alussa työmenekit voivat olla laskettua suurempia esimerkiksi rakennusten muutos- ja maanparannustöiden takia, joten esitetyt luomutilojen työmenekit kuvaavat tilannetta tuotannon jo vakiinnuttua. On oletettu, ettei tilojen pinta-ala kasva siirtymisen aikana, vaan eläinmäärät sopeutetaan tuotantoon siten, että kaikki rehut voidaan tuottaa omalla tilalla valkuais täydennystä ja kivennäisiä lukuunottamatta.

Melko yllättävästi lypsykarjatilan kokonaistyönmenekki näyttäisi olevan luomussa pienempi kuin tavanomaisessa tuotannossa (kuva 8). Suurin syy tähän on lehmämäärän vähentyminen yhdeksällä eläimellä. Vaikka sianlihan-tuotannossa eläinmäärää joudutaan alentamaan vielä suhteellisesti enemmän, työmenekit tavanomaisessa ja luomussa näyttäisivät olevan liki samat. Luomusianlihatuotannossa sikoja ulkoilutetaan kesällä, sioille annetaan myös karkearehua ja kuivikkeena käytetään runsaasti olkea, jolloin lanta joudutaan käsittelemään kiinteänä. Näistä johtuen työmenekit ovat kummassakin tuotantomuodossa miltei samat.

Viljantuotannossa eroa ei juurikaan ole eri tuotantomuotojen välillä, kun tilojen kokonaispinta-ala pidetään samana. Vaikka luomutuotannossa maata joudutaan muokkaamaan enemmän ja rikkaäestykset ovat hitaampia kuin tavanomaisen tilan ruiskutukset, aikaa säästyy lannoitteiden käsittelyssä sekä suuremmasta kesantoalasta ja vähemmästä kuivattavasta viljamäärästä johtuen.

Kuvissa 8 ja 9 konetyö sisältyy kokonaistyönmenekkiin. Konetyöllä tarkoitetaan traktoreilla (1-3 kpl) ja puimurilla vuoden aikana ajettujen tuntien summaa. Vaikka esimerkiksi rikkaäestykseen käytetty työtunti ei vie yhtä paljon polttoainetta kuin kyntöön käytetty työtunti, voidaan konetyön menekin perusteella tehdä karkeitä johtopäätöksiä tuotantotavan energiankulutuksesta. Tässä ei tietenkään voida huomioida ostopanosten (lannoitteet, kasvinsuojeluaineet) tuottamiseen ja kuljetukseen käytettyä energiaa, joka tavanomaisessa tuotannossa on merkittävän suuri.

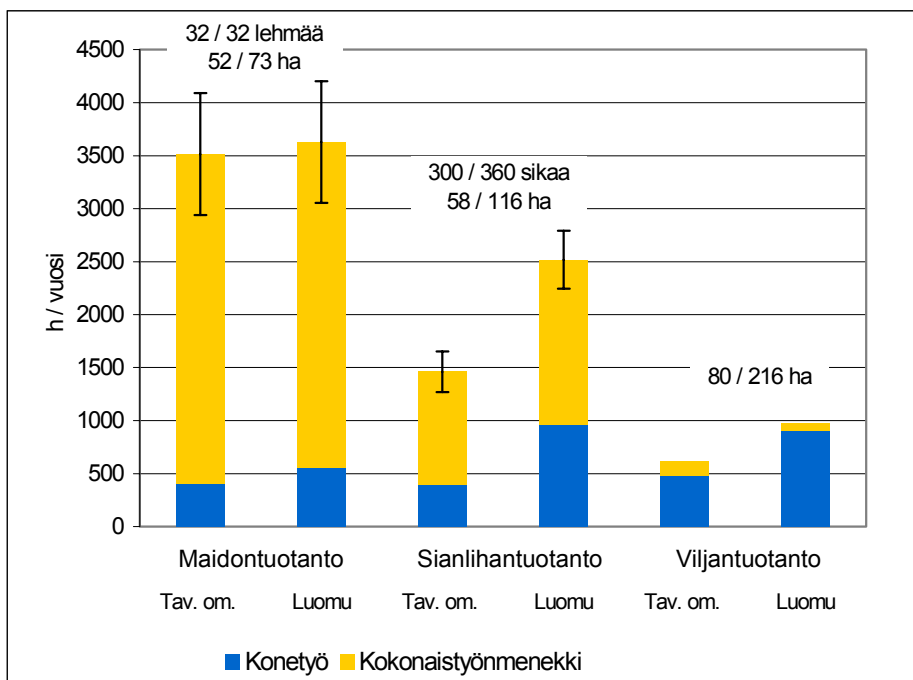
Kuvan 8 perusteella näyttäisi siltä, ettei ero tuotantotapojen konetyön määrässä ole missään tuotantosuunnassa kovin suuri. Ainoastaan luomusianlihan-tuotannossa tehdään hieman enemmän konetyötä kuin tavanomaisessa tuotannossa, koska lannanpoisto sikalasta ja kuivalannan levitys teettävät lietalantajärjestelmää enemmän töitä.

Toinen mahdollinen tarkastelutapa tavanomaisen ja luomutuotannon välillä on pyrkiä tuottamaan sama tuotost määrä (kuva 9). Silloin tilan pinta-alaa ja usein myös eläinmäärää on lisättävä tavanomaiseen tuotantotapaan verrattuna, jolloin myös työnmenekki kasvaa. Maidontuotannossa työmäärän kasvu ei ole kovin suurta, koska lehmäkohtaisen tuotoksen oletetaan olevan sama. Peltoa tarvitaan kuitenkin parikymmentä hehtaaria lisää, joskaan sen hoitaminen ei ole yhtä intensiivistä kuin tavanomaisessa tuotannossa.

Luomusianlihan- ja viljantuotannossa tarvittava työpanos on melkein kaksinkertainen tavanomaiseen tuotantoon verrattuna, mikäli halutaan tuottaa sama tuotost määrä (kuva 9). Tämä johtuu kaksinkertaisesta tai jopa suuremmasta pinta-alan tarpeesta ja suuremmasta sikamäärästä päiväkasvun ja kiertonopeuden ollessa pienempiä kuin tavanomaisessa tuotannossa.

Kotieläinten hoitotöihin kuluva aika eri tiloilla vaihtelee huomattavasti tilan olosuhteista johtuen, vaikka kyseessä olisivat samankokoiset tilat (Alakruuvi 1996). Tämän takia kuvan 9 kokonaistyömenekkien herkkyyttä haluttiin testata $\pm 20\%$:n muutoksella kotieläinten hoitotyössä (janat pylväiden yläosissa). Kuvan 9 mukaan luomusianlihantuotannossa ei päästä kovinkaan helpolla työmenekeissä tavanomaisen tuotannon tasolle, vaikka tuotanto olisi-kin hyvin rationaalisesti järjestetty.

Konetyötä näyttäisi olevan kaikissa tuotantosuunnissa luomussa enemmän kuin tavanomaisessa tuotannossa. Ennen kaikkea tämä johtuu luomun vaatimasta suuremmasta pinta-alasta tuoteyksikköä kohti. Korvaako kaupallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käytön lopettaminen kasvavan koneiden energiankulutuksen, sitä ei tämän laskelman pohjalta voida sanoa.

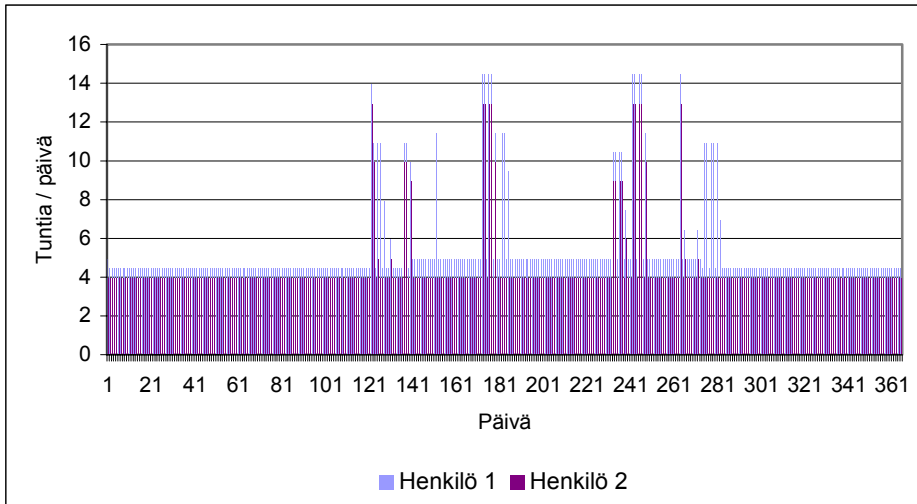


Kuva 9. Kokonaistyömenekki ja konetyöntarve tilamalleilla (sama tuotost määrä). Jana ilmoittaa, kuinka paljon kokonaistyömenekki muuttuu, kun eläinten hoitoon käytettävä aika vaihtelee välillä $\pm 20\%$.

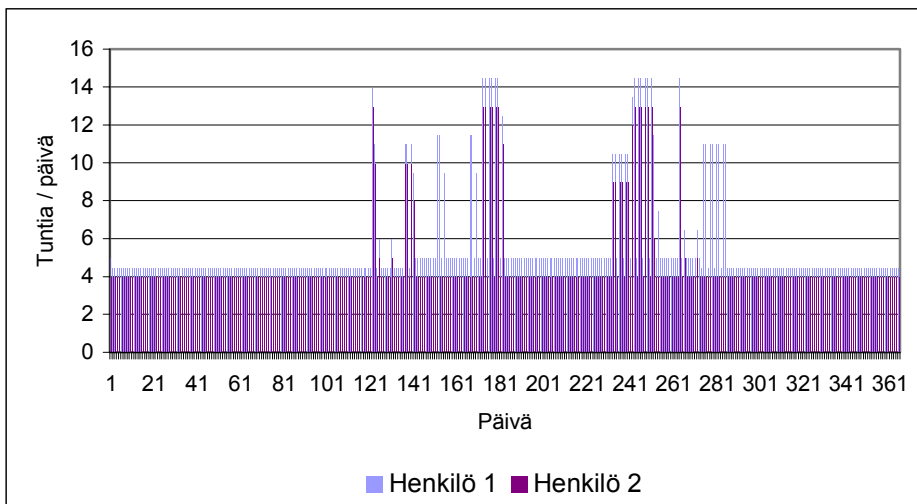
Kuvissa 10 ja 11 on esitetty maidontuotannon päiväkohtaiset työmenekit eli työhuiput tavanomaisessa ja luomutuotannossa. Kyseessä ovat kuvan 9 tilamallit, joissa pyritään saamaan aikaan sama tuotost määrä. Muiden tuotantosuuntien työhuippukuvat on esitetty liitteessä 2.

Kuvien 10 ja 11 mukaan luomumaidontuotannossa ei olisi juuri sen pahempia pullonkauloja kuin tavanomaisessakaan tuotannossa. Puintitöiden ja toisen

säilörehunkorjuun tietämällä on jonkinverran tavanomaista tuotantoa pidempi työsesonki. Työt eivät kuitenkaan teoreettisesti tarkastellen näyttäisi kasaantuvan siten, että edellisen työn suorittaminen viivästyttää seuraavan työn aloittamista, koska koneketjut ovat tasapainoisesti laadittuja. Jos esimerkiksi puinnin ja toisen rehunkorjuun tienoilla sattuisi paha konerikko, tapaturma tai epäedullinen sääjakso, se tietysti kasauttaisi työt pahoin. Sesonkiaikoina maitotilalliset joutuvat tekemään työtä tuotantotavasta riippumatta noin kaksi kertaa enemmän kuin normaalia kahdeksan tunnin työpäivää tekevä palkansaaja.



Kuva 10. Päivittäiset työnmenekit tavanomaisella 32 lehmän ja 52 ha:n tilalla.



Kuva 11. Päivittäiset työnmenekit luonnonmukaisella 32 lehmän ja 73 ha:n tilalla.

Sianlihantuotannon ja viljantuotannon työhuippukuvaajat on esitetty liitteessä 2. Nyt kuvista näkyy selvästi luomutuotannon vaatima suurempi peltopinta-ala, kun pyritään samaan tuotosmäärään tavanomaisen tuotannon kanssa. Silti ylitsepääsemättömiä työsesonkeja ei pitäisi luomutuotannossakaan syntyä, kun konekanta on oikein mitoitettu peltoalaan nähden.

Nyt on huomattava, ettei työmenekki yksistään kerro kaikkea tuotannon kannattavuudesta. Kun tila siirtyy luomutuotantoon peltoalan pysyessä vakiona, näyttää siltä ettei tilalla tehtävä työmäärä lisäänty valituissa tuotantosuunnissa. Myytävien tuotteiden määrä kuitenkin vähenee. Lisäksi rakennuksiin, eläinainekseen ja peltoihin on tehtävä parannuksia. Näiden kompensoimiseksi tarvitaan luomutuotannossa korkeampia tuottajahintoja ja/tai luomutukea.

4.2.3 Yhteistyön vaikutus työmenekkeihin

Yhteistyötä tarjotaan monesti ratkaisuksi maatalojen työvoimapula- ja konekustannusongelmiin. Luomutuotannossa yhteistyöllä voisi olettaa olevan tavanomaista tuotantoa suuremman merkityksen, koska tuotannon on viljelykierröllisistä syistä oltava monipuolista, mikä johtaa laajaan konekannan ja osaamisen tarpeeseen. Seuraavaksi kokeiltiin, mitä eriasteinen yhteistyö vaikuttaa luomutilojen työmenekkeihin.

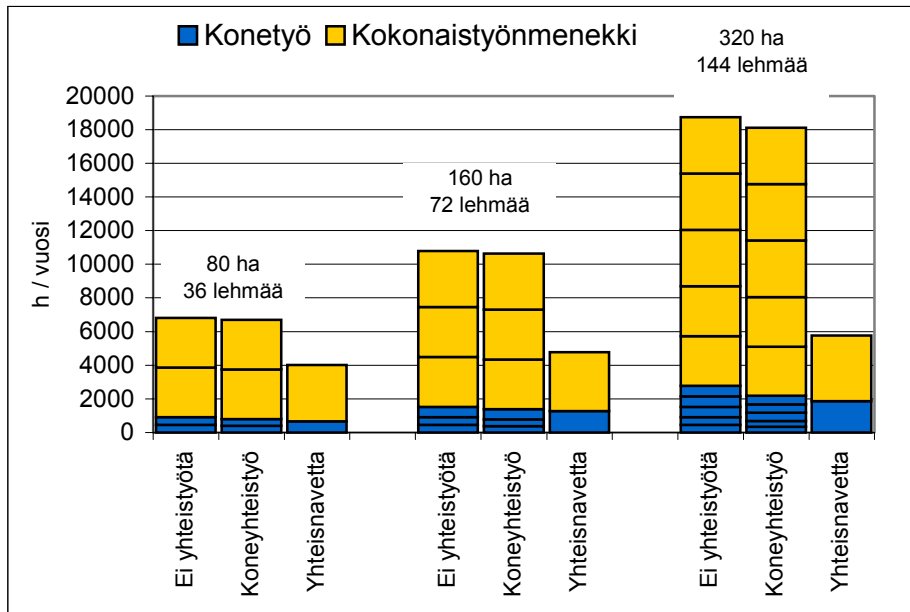
Yhteistyörenkaiden kokonaispinta-aloiksi valittiin 80 ha, 160 ha ja 320 ha. Eläinmäärät mitoitettiin peltoalaan nähden sopiviksi. Yhteistyön muotoja olivat 1) Ei yhteistyötä, 2) Koneyhteistyö ja 3) Yhteistila, jossa yhteistyötilojen lehmät tai siat on koottu samaan rakennukseen ja viljelykierto on tilakokaisuudelle yhteinen. Pellot ovat edelleen kunkin osakkaan omistuksessa. Aluksi tarkasteltiin vain saman tuotantosuunnan tilojen välistä yhteistyötä ja viimeksi yhteistyökuviota, jossa maidon ja myyntiviljan tuottajat tekevät yhteistyötä. Yhteistyötilojen koko ja lukumäärä on esitetty taulukossa 3. Jo vaihtoehdossa ”Koneyhteistyö” työntekijät käyvät koneidensa mukana toissa toistensa tiloilla, joten yhteistyö ei rajoitu pelkkään omistamiseen.

Taulukko 3. Yhteistyöhön osallistuvien tilojen lukumäärä ja peltopinta-alat.

	Yhteistyörenkaan peltopinta-ala		
	80 ha	160 ha	320 ha
Tilojen lukumäärä	2	3	5
Tilojen pinta-alat	40+40 ha	40+40+80 ha	40+40+80+80+80 ha

Kuvissa 12 – 13 on esitetty kaikkien yhteistyörenkaaseen kuuluvien tilojen työmenekkien summa eri yhteistyön muodoissa ja eri tuotantosuunnissa. Kuvista huomataan, että pelkkä koneyhteistyö laskee kokonaistyömenekkejä vain vähän. Tämä on aika yllättävää, koska koneyhteistyötä tekeville tiloille on hankittu tehokkaampia koneita kuin mitä itsenäisesti toimivilla tiloilla on. Yksi ilmiön syistä on se, että jos esimerkiksi säilörehua tekee kahden henki-

lön sijasta kolmen työntekijän porukka, kertyy kolmen henkilön odotteluajoista ja siirtymistä tiloilta toisille helposti sen verran lisätyötunteja, mitä tehokkaampi koneketju tuo säästöä. Tällöin työn luonne muuttuu ja työn fyysinen rasittavuus yleensä pienenee.

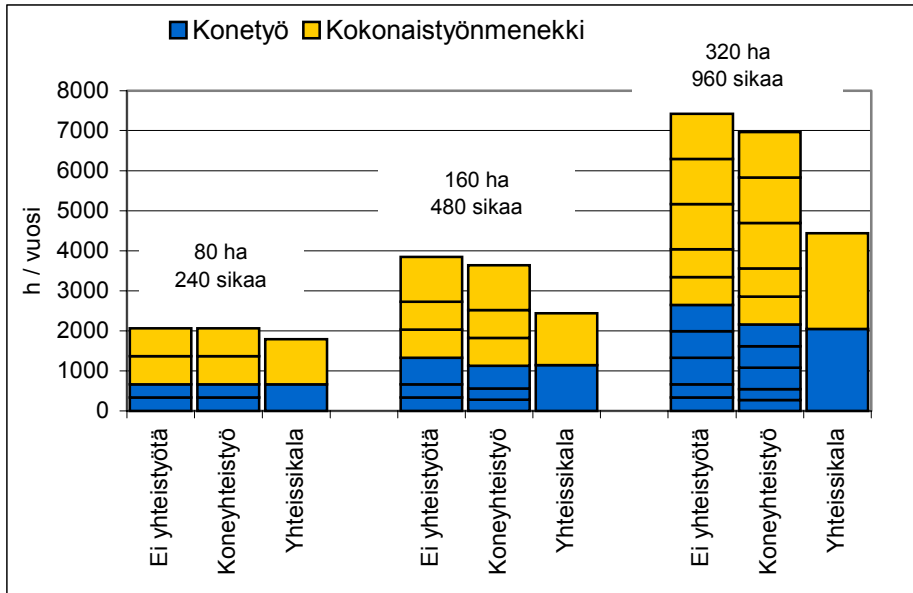


Kuva 12. Yhteistyön vaikutus maidontuotannon työmenekkeihin (luomutuotanto).

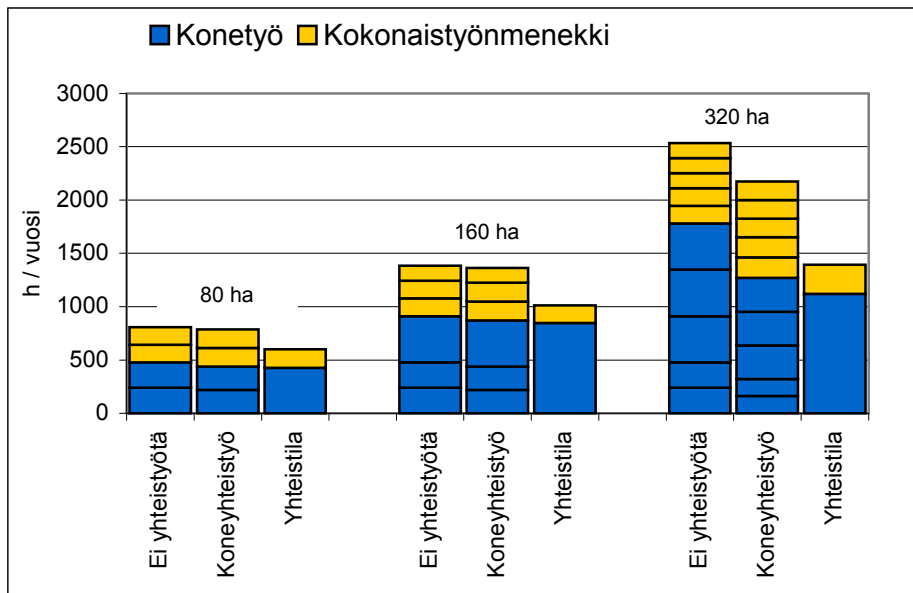
Suurin hyöty siirryttäessä vaihtoehdosta ”Ei yhteistyötä” vaihtoehtoon ”Koneyhteistyö” saadaan konekustannusten jakaantumisenä useamman tilan kesken. Myös tilakohtaiset työhuiput lyhenevät Stellan tulostusten mukaan. Esimerkiksi säilörehunkorjuussa tästä voi olla hyötyä: rehu saadaan korjattua paremmin optimiajankohtana varastoon. Tietenkään kaikki eivät voi aina voittaa, joillekin rehunkorjuu voi sattua optimiajankohdan ulkopuolellekin. Selkeä vaikutus koneyhteistyöllä on myös kokonaisuuden hoitamiseen tarvittavalla henkilömäärällä. Suurissa koneyhteistyöryhmissä (5 tilaa) peltotöiden tekemiseen tarvittava työntekijämäärä voi laskea esimerkiksi kymmenestä henkilöstä kuuteen henkilöön, jolloin näiden henkilöiden työpanos vapautuu muihin töihin.

Mallien mukaan todellista työnsäästöä alkaisi syntyä vasta, kun siirrytään syvälliseen yhteiset viljelykierrat ja kotieläinrakennukset sisältävään yhteistyön muotoon. Varsinkin maidontuotannossa saavutetaan tällöin suuria synergiaetuja (kuva 12). Kaksi kertaa vuoden jokaisena päivänä toistuvat karjanhoidon aloittelu- ja lopettelutyöt eläintä kohti vähenevät merkittävästi yhteisnavetoissa ja –sikaloiissa. Samoin eläinten seurantatyötä voidaan suuremmissa yksiköissä rationalisoida. Lypsyy ja ruokintaan on käytettävissä

tehokkaammat laitteet. Suurimmassa 320 ha:n lehmä- tai sikamallissa tarvittavien työntekijöiden määrä laskisi syvällisen yhteistyön avulla jopa kymmenestä kolmeen henkilöön.



Kuva 13. Yhteistyön vaikutus sianlihan tuotannon työmenekkeihin (luomutuotanto). Kuvassa ilmoitettu sikapaikkojen lukumäärä.



Kuva 14. Yhteistyön vaikutus viljantuotannon työmenekkeihin (luomutuotanto).

Yhteisen viljelykierron merkitystä voidaan arvioida viljantuotantorenkain työmenekin kautta (kuva 14). Siinä tehokkaammista koneista saadaan suurempi hyöty, jos yhtä kasvilajia voidaan viljellä vierekkäisillä lohkoilla, vaikkakin nämä lohkot olisivat eri viljelijöiden omistuksessa. Toki tässä on oletettu olevan yksi yhteinen lämminilmakuivuri, jolloin myös valvontatyötä on yhteensä vähemmän kuin monessa erillisessä kuivurissa.

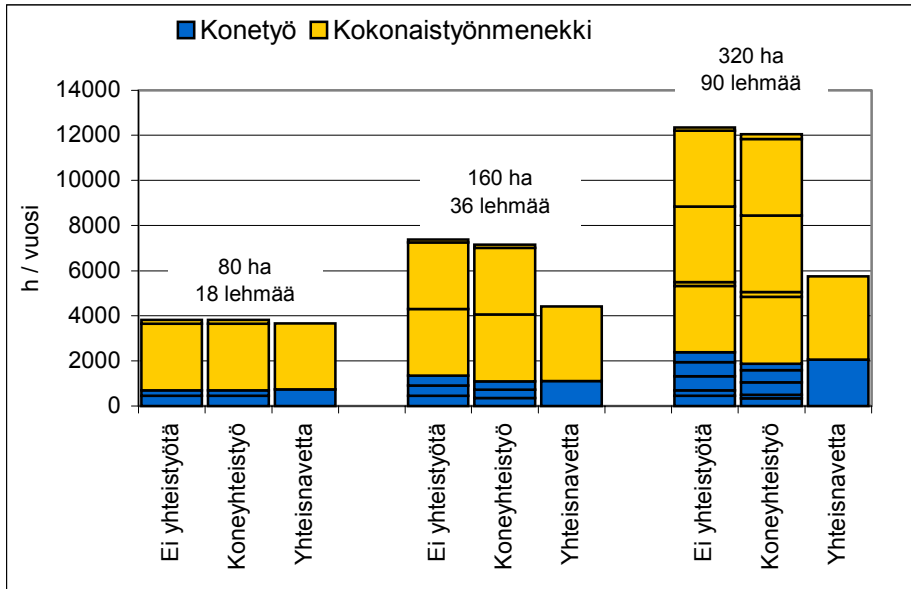
On selvää, että yhteisen karjarakennuksen hankkiminen kannattaa monesti vasta sitten, kun yksittäisten tilojen rakennuksia oltaisiin iän tai laajennustarpeen takia muutenkin uusimassa. Toimivia, kohtuullisen kokoisia rakennuksia ei kannata yleensä lähteä purkamaan. Yhteinen karjarakennus vaatii koneyhteistyötäkin joustavamman asenteen omistajaosapuoliltaan, sillä yhteistyö jatkuu vuoden jokaisena päivänä ja kyseessä ovat elävät olennot, joiden oikeasta ja tulosta tuottavasta hoidosta syntyy helposti eri näkemyksiä.

Laajamittaisen ja syvällisen yhteistyön sopivuus maamme eri osissa varmasti vaihtelee, toisin sanoen tilat ovat jossain niin harvassa, ettei kotieläintuotannon keskittäminen yhteen paikkaan ole järkevää. Lannan ja rehun kuljetusmatkat muodostuvat liian pitkiksi. Stella-mallit eivät ole niin yksityiskohtaisesti laadittuja, jotta yhteistyön herkkyyden testaaminen erilaisille tilusrakenteille olisi niillä mahdollista. Parhaiten syvällisen yhteistyön malli sopii alueelle, jossa yhteistyötilojen pellot ovat tiiviisti lähellä toisiaan. Mutta myös harvemmin asutulle seudulle malli voi sopia, mikäli tilojen pellot ovat sopivasti limittäin, jolloin keskimääräiset kuljetusetäisyydet talouskeskukselle eivät merkittävästi kasva. Viljantuotannossa kuljetuksia ja pelloilla käyntejä tarvitaan vähemmän kuin karjatiloiilla, jolloin kasvavat kuljetusmatkat eivät ole niin suuri haitta. Esimerkiksi nykyaikaiseen perävaunuun mahtuu 2 – 4 luomuhehtaarin viljat, joten viljaa puitaessa käyntikertoja viljan varastointipaikalle ei tule kovin usein.

Kuvassa 15 tarkastellaan maito- ja viljatilojen eriasteista yhteistyötä. Tässäkin vasta syvälinen yhteistyö tuo merkittäviä säästöjä työmenekeihin. Lisäksi kun osa viljatilojen viherkesannosta voidaan käyttää lehmien rehuksi, kyetään syvälinisessä yhteistyössä tuottamaan 1,5 kertainen määrä viljaa myyntiin verrattuna pelkkään koneyhteistyöhön tai tilojen toimiessa kokonaan ilman yhteistyötä. Tämä tietenkin edellyttää sitä, ettei viherkesannosta otettava rehusato laske seuraavan vuoden viljasatoa. Toisaalta maitotiloilta mahdollisesti yli jäävä lanta auttaa viljatilojen ravinnehuollossa.

Mielenkiintoinen teoreettinen kysymys on se, että kannattaako tilan hankkiutua yhteistyöhön saman vai eri tuotantosuunnan tilojen kanssa. Yhdessä tuotantosuunnassa pitäydyttäessä selvittää vähemmällä koneilla, mutta niiden täytyy vastaavasti olla tehokkaampia. Synergiaetu tulee töiden tehostumisen ja kiinteiden kustannusten jakaantumisen kautta. Useamman eri tuotantosuunnan yhteistyössä tarvitaan laajempi konekanta ja osaaminen, mutta synergiaetuja saadaan kiinteiden kustannusten jakautumisen lisäksi edelläkuvaa-

tun rehujen ja lannan vaihdon kautta. Myös työhuiput ajoittuvat eri tuotantosuunnan tiloilla eri aikoihin, mistä on etua.



Kuva 15. Yhteistyön vaikutus yhdistetyn maidon- ja viljantuotannon työmenekkeihin (luomutuotanto). Lehmiä on kaikissa yhteistyömuodoissa saman verran, mutta vaihtoehdossa "Yhteisnavetta" viljaa kyetään tuottamaan myyntiin 1,5-kertainen määrä muihin verrattuna.

Käytännössä yhteistyökumppaneiden valintaan vaikuttanee eniten se, ketkä tilan lähietäisyydellä ovat halukkaita yhteistyöhön. Yksittäistä erikoiskonetta voidaan kuljettaa kaukanakin sijaitsevien tilojen välillä, mutta mitä tiiviimpää yhteistyö on, sen tärkeämpää on kumppanien sijaitseminen lähellä. Myös koneyhteistyö tavanomaisten ja luomutilojen välillä on täysin mahdollista ja usein myös rationaalista, koska esimerkiksi sadonkorjuutyöt ajoittuvat eri tavalla eri tuotantomuodoissa. Lisäksi luomutiloja on edelleenkin niin harvassa, että pelkkä luomutilayhteistyö on monesti teoriaa. Syvälinen yhteistyö viljelykiertojen vaihtoineen ei tietysti tule kyseeseen luomu- ja tavanomaisten tilojen välillä.

4.3 Taloudellinen tarkastelu

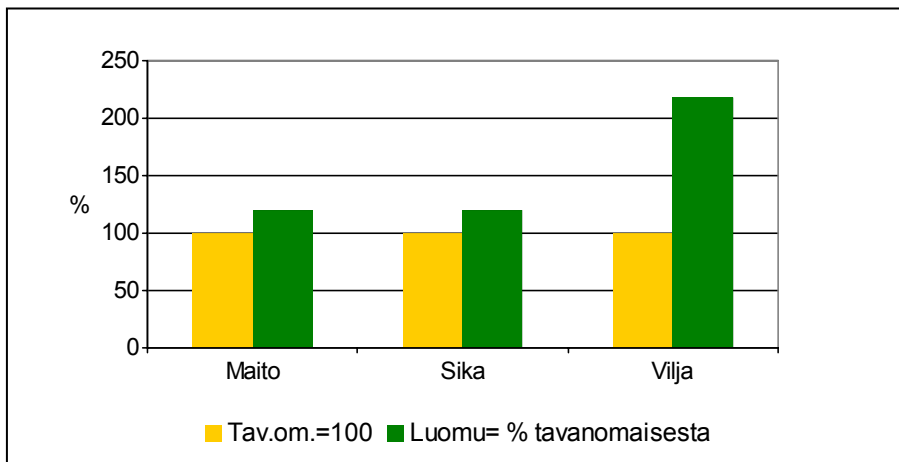
4.3.1 Tavanomaisen ja luomutuotannon tuotantokustannusvertailu

Tuotantokustannusvertailut tavanomaisen ja luomutuotannon tuotantokustannuserojen selvittämiseksi tehtiin MTT taloustutkimuksen tilamalliaineistolla. Aineisto muokattiin yhteensopivaksi Stella-työskäyttömallien perusaineiston

kanssa. Tuotantokustannusvertailussa käytettiin samoja sato- ja tuotostasoja sekä tilakokoja kuin työnmenekkivertailuissakin. Laskelmat tehtiin vuoden 2000 kustannustasossa. Tuotantokustannusta verrattiin tilanteessa, jossa tilan tuotantopinta-ala pysyy vakiona ja sellaisessa tilanteessa, jossa luomutuotannossa tuotetaan sama määrä lopputuotteita kuin tavanomaisessa tuotannossakin. Tarkasteltavat tuotantosuunnat olivat maidon-, sianlihan- ja viljantuotanto. Lisäksi tarkasteltiin eri asteisen yhteistyön vaikutusta tuotantokustannukseen saman tuotantosuunnan tilojen välillä. Tulokset ovat suuntaa antavia.

Tuotantokustannus tilamalleilla tavanomaisessa ja luomuviljelyssä (sama eläin tai hehtaarimäärä).

Työnmenekkivertailussa tavanomaisen ja luomutuotannon välillä ei ollut kovinkaan suuria eroja, kun tarkasteltiin hehtaarimäärältään samansuuruisia tiloja, kun on siirrytty luomutuotantoon. Luomumaidontuotantomallissa työnkäyttö jopa pieneni. Sianlihan ja viljantuotantomallissa työnmenekki säilyi lähes samansuuruisena. Tuotantokustannukseen luomutuotannolla oli suurempia vaikutuksia. Maidon ja sianlihantuotannossa tilamallitarkastelussa luomutuotteiden tuotantokustannus oli noin 20 % suurempi kuin tavanomaisilla tilamalleilla. Viljantuotannossa tuotantokustannusero oli yli 100 % (kuva 16).



Kuva 16. Tuotantokustannusvertailu tavanomaisessa ja luomuviljelyssä viljellessä samankokoista pinta-alaa tai hoidettaessa yhtä suurta eläinmäärää kummassakin tuotantomuodossa (tavanomainen =100).

Eri tuotantotapojen erot tuotantokustannuksessa selittyvät pitkälti sato- ja tuotostasojen eroilla. Kustannuksissa ei tapahtunut yhtä suurta muutosta. Maidontuotannossa eläinten tuotos muuttuu vähiten siirryttäessä luomutuotantoon. Tässä tarkastelussa lehmäkohtainen tuotos oletettiin samaksi kummassakin tuotantomuodossa. Maidontuotantotilalla viljelykasvivalikoima on myös nurmivoittoinen ja nurmenviljelyssä satotasojen muutos luomuviljelyyn

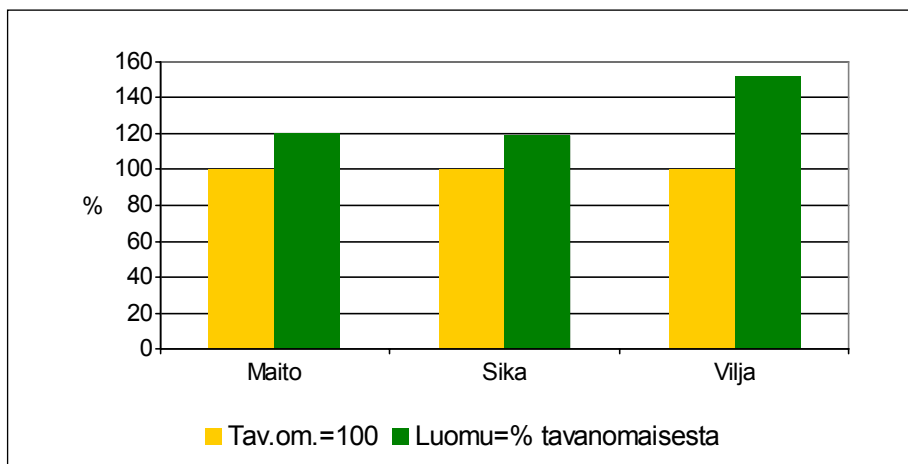
siirryttäessä on myös pieni. Luomumaidontuotannossa myytävä tuotemäärä pienenee kuitenkin, koska lehmiä joudutaan mallissa vähentämään pienemmistä rehusadoista johtuen. Tästä seuraa, että luomutuotannossa tuotantokustannus on noin 20 % suurempi. Lopullisessa taloudellisessa tuloksessa tuotannosta maksettavat tuet nostavat luomumaidontuotannon kuitenkin lähes yhtä kilpailukykyiseksi kuin tavanomaisen tuotannon. Tuotet muodostavat maidontuotantotiloilla kokonaistuotosta noin 40 %. Tämä on myös havaittavissa tarkasteltaessa kannattavuustutkimustoiminnassa mukana olevia maitotiloja. Luomutiloilla kannattavuuskertoimet ovat olleet keskimäärin yhtä suuria kuin tavanomaisessakin tuotannossa (MTT taloustutkimus 2003).

Mallitarkastelussa luomusianlihan tuotannossa ero eri tuotantomenetelmien tuotantokustannusten välillä on yllättävän pieni, noin 20 %. Osaltaan tämä johtuu siitä, että mallissa oleva tavanomainen vertailutilakin on suhteellisen laajaperäistä tuotantoa edustava tila mm. siksi, että se tuottaa 80 % tarvitsemistaan rehuista itse. Mallitarkastelussa luomutuotannossa tarvitaan lähes puolta pienempi sikalarakennus, kun rehuomavaraisuusvaatimus pidettiin samana luomutuotantoon siirryttäessä haluttaessa tarkastella tilannetta, jossa viljelypinta-ala pysyy vakiona. Tällöin tilan kokonaistyönmenekki jopa pieneni hieman luomutuotantoon siirryttäessä, kun sikalatöiden määrä pieneni sikamäärän laskiessa. Tämä selittää jossain määrin kohtuullisen pientä tuotantokustannuseroa. Jos luomutuotantoon siirryttäessä joudutaan rakentamaan uusi luomuehdot täyttävä lihasikalarakennus, tulee tuotantokustannuserosta huomattavasti suurempi. Tavanomaiseen tuotantoon verrattuna suurimmat kustannuserot syntyvät suuremmista eläinkohtaisista pinta-alavaatimuksista ja ulkoilutilojen järjestämisestä (Kivinen 2003). Luomusianlihan tuotannossa ja sianlihan tuotannossa yleensäkin tukien osuus tuotannon lopulliseen tulokseen ei ole aivan yhtä merkittävä kuin muissa tuotantosuunnissa.

Viljantuotantomallissa tuotantokustannusero oli kaikkein merkittävin tarkastelluista tuotantosuunnista. Luomuviljan tuotanto tuli yli kaksi kertaa kalliimmaksi, kun tarkasteltiin viljelypinta-alan pysymistä muuttumattomana luomuun siirryttäessä. Tämä selittyy hyvin pitkälle sillä, että satotasot laskevat luomuun siirryttäessä noin 30 % ja viljelykiertoon tarvitaan myytävää satoa tuottamatonta viherkesantoa vähintään kolmasosa viljelyalasta. Tällöin myytävä kokonaissato jää alle puoleen tavanomaisen viljelyn sadosta. Työnmenekki samankokoisella luomuviljatilalla on aavistuksen pienempi kuin vastaavalla tavanomaisella tilalla viherkesannon vaatimasta pienemmästä työmäärästä johtuen. Viljantuotannossa tukien merkitys lopulliseen tulokseen on tarkastelluista tuotantosuunnista merkittävin, koska viljatilalla molemmissa tuotantosuunnissa tukien osuus tuotoista saattaa olla jopa yli 70 %. Kannattavuuskirjanpitoalustoiminnassa mukana olleet luomuviljatilat ovat pärjänneet hieman huonommin kuin tavanomaiset viljatilat.

Tuotantokustannus tilamalleilla tavanomaisessa ja luomuviljelyssä (sama tuotusmäärä)

Jos luomutuotannossa pyritään saamaan aikaan yhtä suuri tuotos kuin tavanomaisessa tuotannossa, tarvitaan luomutuotannossa yleensä enemmän eläimiä ja/tai suurempi viljelypinta-ala. Tällaisessa tarkastelussa työmenekkimäärät kasvoivat sianlihan- ja viljantuotannossa huomattavasti, mutta maidontuotannossa työmäärän kasvu ei ollut kovin suurta, koska maidontuotannossa tuotoksen oletettiin olevan sama molemmissa tuotantotavoissa. Viljelypinta-alaa luomumaidontuotannossakin tarvittiin jonkin verran enemmän. Sianlihan ja viljantuotannossa lisäpinta-alan tarve oli yli kaksinkertainen tavanomaiseen tuotantoon verrattuna. Tuotantokustannukseen saman tuotusmäärän tuottamisella oli ehkä yllättäviäkin vaikutuksia. Suhteellinen tuotantokustannusero säilyi noin 20 prosentissa maidon- ja sianlihantuotannossa. Viljantuotannossa tuotantokustannusero pieneni noin 50 prosenttiin (kuva 17).



Kuva 17. Tuotantokustannusvertailu tavanomaisessa ja luomuviljelyssä viljellessä sellaista pinta-alaa tai hoidettaessa sellaista eläinmäärää, jotta tuotos on samansuuruinen molemmissa tuotantotavoissa.

Tulos selittyy pitkälle sillä, että hoidettaessa suurempaa yksikköä luomussa tuottaen sama tuotusmäärä päästään parempaan tehokkuuteen ja pienempiin yksikkökustannuksiin. Tavanomaisessa tuotannossa tuotantokustannus käyttäytyisi kuitenkin samalla tavoin tuotantoa laajennettaessa, joka tulee ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa.

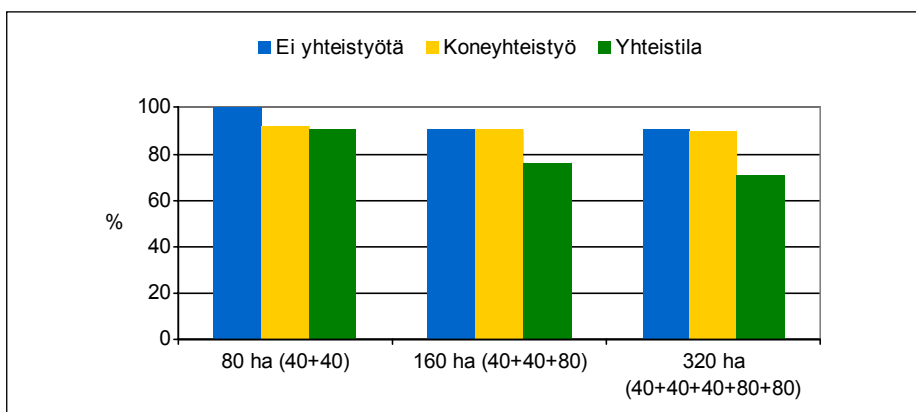
4.3.2 Eri asteisen tilayhteistyön vaikutus tuotantokustannukseen

Tilamalleilla tarkasteltiin myös erilaisen yhteistyön vaikutusta tuotantokustannukseen. Tarkasteltuja yhteistyön muotoja oli kolme: 1) Ei yhteistyötä, 2)

Koneyhteistyö ja 3) Yhteistila, jossa yhteistyötilojen lehmät tai siat on koottu samaan rakennukseen ja viljelykierto on tilakokonaisuudelle yhteinen. Vaikka työnmenekki ei välttämättä laskeakaan kovin paljon yhteiskoneiden käyttöön siirryttäessä, yksikkökohtaisia kustannussäästöjä tulee siitä, kun kustannukset jakaantuvat suuremman tuotantomäärän osalle ja koneen koko tehollinen kapasiteetti saadaan hyödynnettyä.

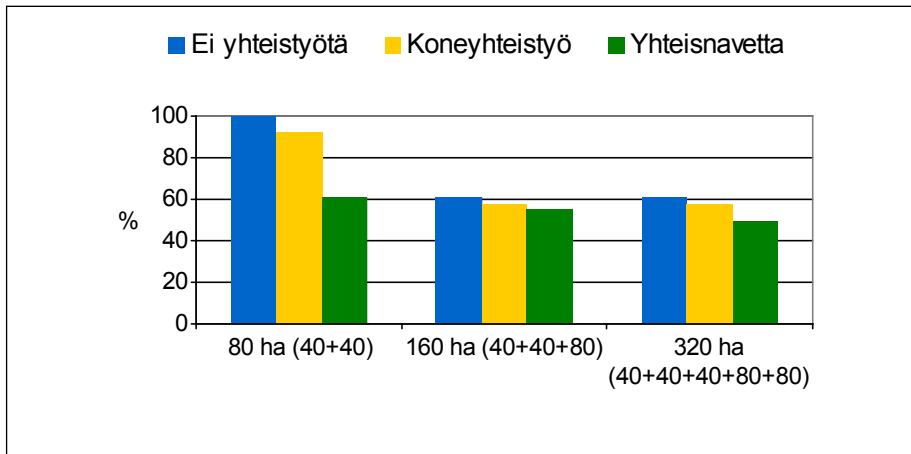
Usean eri tuotantosuunnan välisen yhteistilasyhteistyön tuotantokustannusvertailu on hankala toteuttaa mallitarkastelussa yhden tuotteen tuotantokustannusmallilla. Siksi tässä tutkimuksessa tyydyttiin tarkastelemaan vain saman tuotantosuunnan välisiä eri asteisia yhteistyökuvioita. Luomutuotantoa ajatellen eri tuotantosuuntien välisestä yhteistyöstä saattaisi tulla vielä enemmän talousetuja. Yhteistilasyhteistyössä tuotantokustannusvaikutukset ovat huomattavan suuria mm. skaalaeduista johtuen. Yhteisnavetoissa ja –sikaloidissa mm. rakentamisen yksikkökustannukset ovat huomattavasti pienempiä verrattuna keskikokoisiin tuotantoyksiköihin. Useamman tuotantosuunnan välisen taloudellisten hyötyjen realisoituminen vaatii vieläkin suurempia yhteistyöpinta-aloja ja eläinmääriä kuin mitä yksittäisen tuotantosuunnan sisäinen yhteistyö vaatii. Kaikkia yhteistyön etuja ei tosin pystytä mittaamaan rahassa.

Luomuviljantuotannossa koneyhteistyö 40 - 80 ha tilojen kesken laskee tuotantokustannusta 10-12 % verrattuna 40 ha luomuviljatilalan tuotantokustannukseen. Tilakoon kasvaessa tuotantokustannus yleensä pienenee. Jos tilat muodostaisivat yhteisen 320 ha tilan, jota hoidettaisiin näin suurelle pinta-alalle suunnitelluilla koneilla yhteistilana, olisi tuotantokustannus noin 30 % pienempi (kuva 18). Luomuviljan tuotantokustannuksesta työkustannuksen osuus on 9-22 %, tarvikkekustannukset 12-19 %, omaisuudesta aiheutuvat kustannukset 53-75 % ja yleiskustannukset 3-6 % tilakoosta ja tuotannon järjestämisestä johtuen.

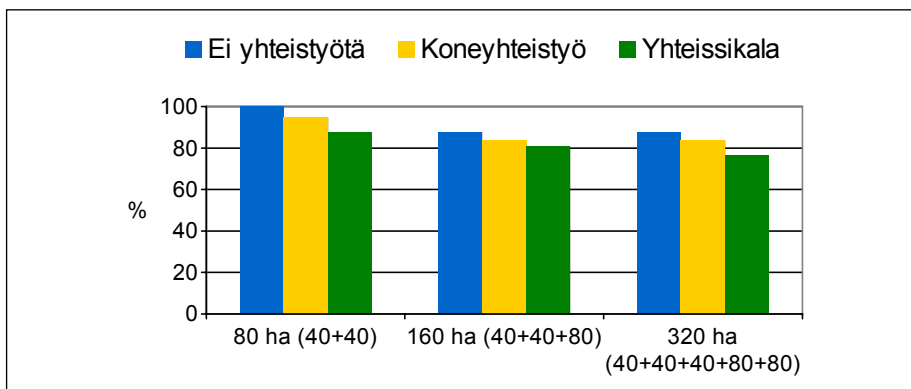


Kuva 18. Eri asteisen yhteistyön vaikutus viljantuotannon tuotantokustannukseen. Verranteena 40 ha:n luomuviljatilalla, joka ei tee yhteistyötä (=100).

Luomumaidontuotannon kustannuksista työkustannuksen osuus on 35-37 %, tarvikekustannukset 15-22 %, omaisuudesta aiheutuvat kustannukset 40-44 % ja yleiskustannuksen osuus 3-4 %. Luomumaidontuotannossa kustannukset alenevat huomattavan paljon tilakoon kasvaessa. Kun 16 lehmän karjasta siirrytään yhteiseen 65 lehmän karjarakennukseen, alenee luomumaidon tuotantokustannus laskennallisesti noin 40 % (kuva 19). Suureen yhteisnavettaan siirtyminen alentaa tuotantokustannusta enää kuitenkin vain noin 10 % 65 lehmän karjakkoon jälkeen. Koneyhteistyön kautta saavutettavat kustannussäästöt ovat maidontuotannossa suhteellisesti pienempiä kuin viljantuotannossa.



Kuva 19. Eri asteisen yhteistyön vaikutus maidontuotannon tuotantokustannukseen. Verranteena 16 lehmän ja 40 ha:n luomumaitotila, joka ei tee yhteistyötä (=100).



Kuva 20. Eri asteisen yhteistyön vaikutus sianlihan tuotantokustannukseen. Verranteena 120 sian ja 40 ha:n luomusikatila, joka ei tee yhteistyötä (=100).

Sianlihan tuotantokustannus alenee melko lineaarisesti tilakoon kasvaessa (kuva 20). Sianlihan tuotannossa koneyhteistyön vaikutus tuotantokustannukseen on noin 5 %. Yhteissikala alentaa tuotantokustannusta 15 - 25 % tarkas-

telluilla sikalakokoluokilla, sikalan koosta riippuen. Luomusianlihan tuotantokustannuksesta työkustannuksen osuus on 8-16 %, tarvikekustannusten osuus 48-55 %, omaisuudesta aiheutuvan kustannuksen osuus 31-34 % ja yleiskustannus 3-4 %.

Taloudellisia vaikutuksia on tarkasteltu tässä lähinnä tuotantokustannuksen näkökulmasta. Luomutuotantoon siirryttäessä tuotantoa joudutaan monipuolistamaan, jolloin tuotantokustannukset nousevat verrattuna siihen, että tuotannossa voitaisiin erikoistua yhden tai muutaman kasvin tuotantoon. Luomutuotantoon siirryttäessä menetetään aikaisemmin tuotannon rationalisoinnista (=erikoistumisesta) saatu hyöty. Siksi järkevän ja riittävästi viljelijälle tuloa tuottavan tuotannon toteuttamisen mahdollistamiseksi luomutuotannossa joudutaan etsimään yhteistyövaihtoehtoja tilojen välille, jotta saadaan riittävän suuria ”tuotantoyksiköitä” taloudellisen toteutettavuuden näkökulmasta.

5 Ratkaisuna yhteistyö

5.1 Monipuolinen tuotanto johtaa pienimuotoiseen toimintaan

Luomutuotannon periaatteisiin kuuluu tuotannon monipuolisuus, mikä lisää tarvetta esimerkiksi monipuoliseen koneistukseen. Tuotantokustannuksia pyritään vähentämään erikoistumalla. Erikoistuneen luomutilan sisällä on kuitenkin vaikea toteuttaa toimivaa viljelykiertoa; viljeltila tarvitsee lantaa ja palkokasveja kiertoonsa, vihannestilat lantaa ja ”latauskasveja” viljelykiertoon, eläintila helpotusta lannan sijoitukseen.

Tilojen välisen yhteistyön avulla voidaan mahdollistaa luomutuotannon periaatteiden toteuttaminen ja järkevä taloudellinen tuotanto. Yhteistyöllä saavutettavat edut ja siitä aiheutuvat haitat kulmineituvat tilan/tilojen kilpailukyyn parantumiseen sekä maatalousyrittäjän itsenäisyyden rajoittumiseen. Siksi yhteistyöstä koituvan hyödyn on oltava selkeä ja sen on oltava suurempi kuin mahdolliset riskit (Vesalainen & Asikainen 1993). Viime kädessä menestymiseen kuitenkin vaikuttaa eniten tila- ja yrittäjäkohtaiset asiat. Esimerkiksi hyvin menestyneillä lypsykarjatililla oli Turkin (1988) tutkimuksen mukaan hyvän yrittäjäjyyden omannut, tarkkaileva ja yhteistyöhaluinen viljelijä.

Yhteistyön tärkeimpiä tavoitteita on saada kustannussäästöjä. Niihin voidaan pyrkiä joko mittakaavan kasvattamisella tai erikoistumalla. Vaikka viljelijä ei haluaakaan laajentaa toimintaa, hän voi yhteistyön avulla saavuttaa ison yrityksen etuja. Yhdessä myös tilat pystyvät hyödyntämään mahdollisuuksia, joihin niillä ei yksin olisi resursseja. Voitton maksimointikin on helpompaa

yhdessä kuin erikseen. Lisäksi yhteistyö vähentää ympäristöstä aiheutuvaa epävarmuutta (Vesalainen & Asikainen 1993).

Yrittäjätoiminnan taustalla on yleensä kaksi tarvetta: tarve itsenäisyyteen ja tarve saavuttaa jotakin. Itsenäisyyden ja riippumattomuuden tarve on usein se ominaisuus, joka ajaa henkilön yrittäjäksi toisen palveluksesta. Yhteistyön ensiedellytys on, että osapuolet ovat tasavahvoja eikä kukaan/kumpikaan hallitse suhdetta. Vesalainen ja Asikainen (1993) ovat koonneet kirjallisuudesta yritys yhteistyön kahdeksan eri osasta:

1. Yhteistyön osapuolet ovat taloudellisesti erillisiä itsenäisiä yrityksiä
2. Yhteistyö perustuu vapaaehtoisuuteen
3. Yhteistyön tarkoituksena on osapuolten kilpailuaseman parantaminen
4. Osapuolten oikeudet ja velvollisuudet on määritelty suullisella tai kirjallisella, lyhyt- tai pitkäaikaisella sopimuksella
5. Yhteistyöosapuolet asettavat resurssejaan yhteiseen käyttöön
6. Yhteistyö kohdistetaan usein tietyn osa-alueen hoitamiseen
7. Muilla osa-alueilla osapuolet säilyttävät päätöksentekonsa itsenäisyyden
8. Osapuolet ovat tasavertaisia keskenään ja riippuvaisia toisistaan

Yhteistyön tarkoituksena voi olla resurssien vaihtaminen tai yhdistäminen yhteistä tavoitetta varten. Yhteistyö on *intensiivistä*, jos siinä sovitaan molemminpuolisesta erikoistumisesta tiettyihin toimintoihin. Silloin kukin voi keskittyä siihen, mitä parhaiten osaa tai haluaa tehdä ja kumppanit hyötyvät toistensa erikoisosaamisesta (Vesalainen & Asikainen 1993).

Yhteistyö voi olla myös hyökkäävää tai puolustavaa. *Hyökkäävässä* yhteistyössä käytetään hyväksi avautuvia mahdollisuuksia tai saavutetaan kilpailuetua. Yhteistyö on *puolustavaa*, kun yritys on tavallaan pakotettu tekemään yhteistyötä ulkoisen uhan takia. *Tuotannollisessa* yhteistyössä kumppanien välillä on molemminpuolinen riippuvuus ja yhteistyökumppanin vaihtaminen vaatii suuria resursseja (Vesalainen & Asikainen 1993).

Yhteistyöllä on pitkät perinteet, vaikka viljelijän kunnia-asia on ollut, että kaikki tehdään itse ja vain kiireaikana on käytetty joko naapuriapua tai kausityövoimaa. Kyläyhteisön muoto on vaikuttanut myös ihmisten välisiin suhteisiin: Itä-Suomessa harva asutus ja kaskikulttuurin kiertävä elämäntapa on luonut erilaisen kulttuurin kuin Länsi-Suomen vanha kyläasutus (Köppä 1979).

Aikoinaan kaikki maa kuului kruunulle, vain sen käyttöoikeutta oli jaettu esimerkiksi kyläkunnille. Kustaa III:n (1523-1560) aikana annettiin mm. talonpojille myös muodollinen oikeus viljelemänsä maan omistukseen. 1300-

luvulla aloitettu sarkajako pakotti tekemään peltotyöt yhdessä (nk. vainiopakko), kun pelot oli jaettu verotussyistä kapeisiin sarkoihin (Köppä 1979). Vuonna 1757 annettu isojakoasetus ja sitä täydentävä uusjakoasetus (1848, toteutus alkaen 1881) selkeyttivät peltokuvioita ja mahdollistivat töiden tekemisen itsenäisesti ilman vainiopakkoa. Talonpojan vapautuminen toisista riippumattomiksi muutti sosiaalista rakennetta, mutta yhteisvoimin pidettävät kalastuskunnat, kylämeijerit, puimakoneet jne. pitivät edelleen yhteishenkeä yllä (Köppä 1979).

Nykyaikana yhteistyöstä on tullut yksi tapa selvittää laajentumisen aiheuttamasta työn määrästä ja yhä suuremmiksi käyvistä konekustannuksista. Yhteistyö ei saa olla mikään itseisarvo, vaan siihen pitää olla myös tarve. Sopivimman yhteistyön muodon valintaan vaikuttavat eniten osallistujien määrä, rahoituksen ja pääoman tarve. Yritysmuodoissa on eroja päätöksenteon, vastuun, verotuksen, pääoman ja uusien jäsenten liittymisen välillä. Sopivan yritysmuodon valintaan saa apua esimerkiksi maaseutu- ja TE-keskuksilta. Verotuskäytäntöä kannattaa kysyä paikallisesta verotoimistosta, koska verotajan ratkaisut vaihtelevat paikkakunnittain (Kirkkari ym. 1998).

5.2 Naapuriavusta viralliseen yhtiömuotoon

Yleisin tapa tehdä yhteistyötä – jos sitä edes siksi mielletään – on **naapuriapu**, jossa vastavuoroisesti autetaan töiden tekemisessä tai lainataan koneita ja tarvikkeita. Perustana on hyvät ihmissuhteet eikä työstä tai lainasta veloiteta mitään, vaan se kuitataan vastavuoroisella auttamisella (Kirkkari ym. 1998). Talkoita järjestettäessä on muistettava, että talkootyön tekeminen tai teettäminen – varsinkin suuressa määrin - voi aiheuttaa verottajan mielestä taloudellista hyötyä. Jos asiassa on epäselvyyksiä, kannattaa kysyä jo etukäteen verotoimistosta (Hautala 2002).

Yhteistyö muuttuu hieman sitovammaksi, kun töitä suunnitellaan tehtäväksi yhdessä mm. käyttämällä molempien osapuolien koneita rehuntekoon. Yhteisessä **työ- tai koneketjussa** ollaan jo riippuvaisia muiden työpanoksista ja vastuussa omasta osuudesta. Koneet voivat olla yhteisiä tai jokainen osakas omistaa oman koneen. Koneketjuista voidaan muodostaa myös virallisempia mm. perustamalla **yhtymä, osakeyhtiö, osuuskunta** (Kirkkari ym. 1998).

Yhtymän muodostaa vähintään kaksi luonnollista tai oikeudellista henkilöä. Se on hyvin löyhä yhteistoiminnan muoto ilman erityistä organisaatiota. Selkeiden sääntöjen puuttumisen takia yhtymä ei voi olla kovin iso, koska jäsenten on luotettava toisiinsa. Yhtymä sinänsä ei omista mitään, vaan sen osakkaat antavat omaa omaisuuttaan yhtymän käyttöön tai omistavat sen yhdessä. Osakkaan erotessa voi olla vaikeaa selvittää osakkaan vastuut tai yhtymään sijoittaman omaisuuden kohtalo (Kirkkari ym. 1998).

Osakeyhtiö on edelliseen verrattuna raskas ja runsaasti paperityötä vaativa yritysmuoto. Sen perustamiseen tarvitaan vähintään yksi tai useampi luonnollinen tai juridinen henkilö. Päätösvalta jakautuu osakkeiden perusteella eli yksi osake on yleensä yksi ääni. Osakeyhtiö on helppo myydä, mutta yhtiöjärjestyksen tai omistajien määrän muuttaminen tai osakeyhtiön lopettaminen vaatii aikaa. Osakas on vastuussa vain sijoitetun osakepääoman verran, joten vastuu ei ulotu henkilökohtaiseen omaisuuteen asti. Pääoman ja työn suhde voidaan järjestää sopivasti ja tarvittaessa työtä voi korvata pääomalla (Kallioniemi 1998).

Osuuskunta harjoittaa taloudellista toimintaa jäsentensä elinkeinon tukemiseksi. Sen tarkoitus ei ole ensisijaisesti tuottaa voittoa vaan muita etuja. Perustajajäseniä on oltava vähintään viisi ja kukin jäsen on vastuussa vain sijoittamansa pääoman määrällä. Osuuskunta ei ole sopiva yritysmuoto, jos toiminta vaatii paljon pääomaa. Jäsenet ovat tasa-arvoisia, koska jokaisella on vain yksi ääni. Jäseneksi liittyminen tai osuuskunnasta eroaminen on yksinkertaista (Kallioniemi 1998).

Pestipalvelu tarjoaa lyhytkestoista palvelua. Palvelun laatu määräytyy mukana olevien yrittäjien osaamisen mukaan ja se voi olla esimerkiksi remonttiapua tai vanhusten hoivaa. Pienviljelijäyhdistykset, maamiesseurat ja muut **järjestöt** ovat perinteisesti ostaneet yhteiseen käyttöön mm. ruiskuja ja raketaneet kuivureita. Myös kursseilla ja muulla koulutustoiminnalla on ollut merkitystä (Kirkkari ym. 1998).

Urakoitsijalta voidaan ostaa töihin sekä kone että työntekijä. Urakointi voi olla myös hyvin pienimuotoista, kuten lumen aurausta. **Konerenkaassa** yhdyshenkilö välittää tietoa käytettävissä olevista koneista, mutta työn teettäjä ja tekijä sopivat keskenään työn laadun ja hinnan (Kirkkari ym. 1998).

Maidontuotantorenkas on kahden tai useamman tilan yhteenliittymä, jossa maitokiintiöt on yhdistetty renkaan kiintiöksi. Osakkaat osallistuvat työpanoksella maitorenkkaan toimintaan esimerkiksi navetta- tai peltotöiden muodossa. Eläimet ja tarvittavat koneet voivat olla yhteisiä tai edelleen kunkin yksityisessä omistuksessa. **Yhteisnavetta** on kahden tai useamman tilan kokonaisuus, jossa maitoa tuotetaan yhteisessä tuotantorakennuksessa. Tuotantovälineet mm. eläimet ja osa koneista on yleensä yhteisomistuksessa. Navetta voi olla myös **vuokrattu**. Osakkaat voivat vuokrata tilat kokonaan ulkopuoliselta tai joku osakkaista tarjoaa omasta navetastaan parsipaikkoja vuokralle. Työt tehdään yhdessä ja eläinten hoidossa tarvittavat koneet ovat yhteisiä (Kirkkari ym. 1998).

Emakkorenkaassa emakon astutus ja porsitus tapahtuvat eri sikaloissa. Eli sikalan eri osastoilla voi olla pitkäkin välimatka. Yhteistyö suunnitellaan tarkasti etukäteen ja sopimukset mm. pahnueiden aikatauluista tehdään kirjallisesti. Emakkorenkaassa emakoita kuljetaan eri yksiköiden välillä, kun taas

multi-site sikaloissa porsaas lähetetään eteenpäin kasvatettavaksi. Kun porsaas ovat kasvaneet sopivan kokoisiksi, ne kuljetetaan edelleen lihasikaloihin loppukasvatukseen (Kirkkari ym. 1998).

Yhteisviljelyssä tai yhteistaloudessa tuotantoyhtymä muodostuu useammasta tilasta tai tilan osasta. Osakkaat laativat yhdessä viljelysuunnitelman ja sopivat tuotteiden jalostamisesta tai myynnistä. Edellä mainituista yhteistyön muodoista maidontuotantorengas, yhteis- tai vuokranavetta sekä emakkorengas voidaan laskea yhteisviljelyksi (Kirkkari ym. 1998).

Avoimessa yhtiössä kukin jäsen vastaa yhtiön sitoumuksista kaikella pääomallaan, joten yhtiömiehiä ei voi olla kovin montaa ja heidän on luotettava toisiinsa. Yhtiösopimuksessa kannattaa sopia tarkasti keskinäisistä velvollisuuksista ja oikeuksista. Jäsenen erotessa säilyy edelleen vastuu tehdyistä sopimuksista. Pääoman voi tarvittaessa korvata esimerkiksi omalla työllään tai koneen käyttöoikeudella. **Kommandiittiyhtiössä** on avoimen yhtiön tapaisia vastuunalaisia yhtiömiehiä ja heidän lisäksi äänettämiä yhtiömiehiä, jotka ovat vastuussa vain sijoitetun pääoman määrällä (Kallioniemi 1998).

Peltojen vuokrausta voidaan myös käyttää eräänlaisena tapana tehdä yhteistyötä. **Vaihtovuokraus tai lohkojen vaihto** on suunniteltua peltojen vaihtoa tilojen kesken, jolloin tilojen pinta-ala ei paljoakaan muutu. Näin esimerkiksi erikoiskasveja viljelevä saa käyttöönsä levänneitä lohkoja, mikä on viljelyn kannalta erinomainen asia. Käytännössä vaihtovuokrausta haittaa, jopa estää sopimusten jäykkyys, jolloin kahden tilan viisivuotiset luomusopimukset on jopa ajoitettava alkamaan samanaikaisesti.

5.3 Yhteistyön hyödyt ja esteet

Koska yhteistyötä tekevät ihmiset eivätkä tilat tai yritykset, mukana olevien henkilöiden ominaisuudet ratkaisevat yhteistoiminnan onnistumisen (kuva 21). Sitä pidetään jopa sopimuksia tärkeämpänä (Liiketaloustieteen tutkimuslaitos 1995). Hyvin toimiva yhteistyö edellyttää mukana olevilta mm. erilaisuuden sietoa, joustamista, vuorovaikutustaitoja ja sitoutumista hankkeeseen. On myös muistettava, että aina ei voi olla saamapuolella, vaan joskus naapuri hyötyy enemmän.

Pyhäjärvi-Instituutin hankkeessa rakennettiin yhteistyötä satakuntalaisten vihanne- ja elintarviketuottajien kesken. Sen aikana tuli selkeästi esille muutama käytännön seikka: Ensiksi hankkeen onnistumisen kannalta on olennaista, että mukana olevat yrittäjät kokevat asian omakseen ja jokaisella on halu ja tarve tehdä yhteistyötä oman yrityksen kannattavuuden parantamiseksi. Toiseksi yrittäjien on oltava tosissaan ja sitoutuneita tekemään töitä yhteisen hyvän saavuttamiseksi. Toimivan yhteistyön syntyminen vaatii paljon aikaa ja rahaa. Hankkeen vetäjällä on oltava selkeä ajatus siitä, miten ryhmää joh-

detaan ja miten päämäärää kohti edetään. Vetäjän tärkein ominaisuus on saada yrittäjät kiinnostumaan yhteistyöstä tavanomaista enemmän (Ylitalo 1997).

Yhteistyön esteet ovat sekä sosiaalisia että taloudellisia. Vaikka viljelijät ovat periaatteessa yhteistyölle myönteisiä, muotoutuvat edut ja haitat omien käytännön kokemusten perusteella. Eri tutkimusten ja kirjekselyiden mukaan noin puolet suomalaisista viljelijöistä tekee yhteistyötä (Aropaltio 2001, Nummela 1998, Kuhmonen 1996, Köppä 1979).

Kuhmosen (1996) mukaan yli puolet tiloista tekee koneyhteistyötä ja tarvikkeiden yhteishankintaa oli 3-7 %:lla tiloista. 19 % vastanneista tiloista teki rehua yhdessä. Muut tuotannollisen yhteistyön muodot, kuten peltolohkojen vaihto tai emakkorengas olivat hyvin harvinaisia (1 %). Aropaltio (2001) selvitti etelähämäläisten viljelijöiden yhteistyötä. Vastanneiden (n=176) kes-



Kuva 21. Yhteistyössä tarvitaan sosiaalisia taitoja (kuva: T. Lötjönen).

ken oli yleisintä koneyhteistyö (72 tilaa) ja seuraavana viljankuivatus (31 tilaa). Suurin osa vastaajista oli viljatiloja, mikä selittää sekä koneettä kuivausyhteistyötä. Koneyhteistyö perustui enimmäkseen koneiden yhteisomistukseen. Järjestäytyneistä yhtiömuodoista käytettiin yleisimmin yhtymää, muuten yhteistyön pohjana oli usein suulliset sopimukset ja keskustelut. Jokapäiväinen, tavallinen naapurin kanssa tehty yhteistyö oli yleisintä ja myös perinteistä (Aropaltio 2001).

Yleisesti yhteistyön keskeisenä ongelmana pidetään päätöksenteon itsenäisyyden menettämistä. Töiden sovitteluun muiden kanssa saattaa kulua aikaa ja rahaa. Varsinkin, jos yhteistyö ei tyydytä kaikkia osapuolia, suunnitteluun käytetty aika tuntuu erityisen hyödyttömältä (Vesalainen & Asikainen 1993). Eri tutkimusten mukanaan viljelijät, joilla oli yhteistyötä, arvostelivat vähiten haitallisia puolia, kun taas yhteistyöhaluttomat korostivat ongelmia (Aropaltio 2001, Nummela 1998, Kuhmonen 1996, Köppä 1979).

70-luvulla mainittiin pahimpina esteinä yhteishengen puute (24 % vastaajista) ja "suomalainen luonteenlaatu" (17 %). Silloin tehdyn kyselyn mukaan riidasta ja epäsovusta oli kärsinyt 10 % vastaajista. Nämä syyt jarruttivat yhteistyön aloittamista jo etukäteen. Toimivassa yhteistyössä oli sitten muita ongelmia; Esimerkiksi käytännössä ongelmiksi nousivat koneiden käyttövuorojen sopimiset ja niiden kunnossapito (12 %). Hieman harvemmin (10 %) mainittiin pitkät välimatkat ja tilojen erilaisuus. 15 % vastaajista ei osannut tai halunnut nimetä esteitä yhteistyön soveltamiselle (Köppä 1979).

90-luvulla yhteistyötä tekevät tilat mainitsivat ongelmia olevan mm. töiden ajoituksessa ja koneiden huollossa. Yhteistyötä tekevät tilat olivat kuitenkin tyytyväisiä tilanteeseen, mm. 28 % aikoi hankkia yhdessä kasvinviljelykalustoa. Mikäli tila ei tehnyt yhteistyötä, se ei yleensä myöskään jatkossa suunnitellut ryhtyvänsä siihen. Yhteistyön puuttumisen syinä mainittiin joko että tarvetta ei ole tai sopivat tilat ovat liian kaukana (Nummela 1998). Samantapaisia syitä oli Etelä-Hämeessä: 20 % kyselyyn vastanneista oli sitä mieltä, ettei yhteistyölle ollut tarvetta. 18 % vastaajista ei ollut löytänyt sopivaa yhteistyökumppania (Aropaltio 2001).

Tilakoon kasvaessa halukkuus yhteistyöhön lisääntyi (Sallinen 1992, Turkki 1988). Sama on todettu myös metallialan yritysten kohdalla. Niiden kohdalla osittaisena syynä pidettiin, että pienet yrittäjät haluavat olla itsenäisiä ja pelkäävät vapautensa rajoittuvan. Mutta kun yritys laajenee ja kehittyy, on melkein pakko sopeutua yhteistyöhön. Toisaalta, kun yritykselle tulee kokemusta onnistuneesta yhteistyöstä, mielipiteetkin muuttuvat ja ennakkoluulot karisevat. Yhteistyötä tekevästä metallialan yrityksistä noin puolet oli osittain samaa mieltä siitä, että yhteistoiminnan mahdollisuuksiin suhtauduttiin alalla aivan liian optimistisesti (Liiketaloustieteen tutkimuslaitos 1995).

Selvitettäessä kasvihuoneyrittäjien halukkuutta yhteistyöhön pitivät kurkunviljelijät tärkeimpänä taloudellista hyötyä. Ruusun tuottajat arvostivat enemmän ajan säästöä. Molemmat ryhmät pitivät tärkeinä tuotantotekniikan kehittämistä, tuotosten kasvua ja hyviä suhteita yhteistyökumppaneihin. Suurimpana esteenä mainittiin olevan vetäjien puute. Yhteistyön määrää vähensivät myös sitoutumisen tarve, yhteishengen puute, suoritusten vaihtoarvon laskeminen, luottamuspuula ja välimatkat (Malkki ym. 1997).

5.3.1 Yhteistyön vaikutukset konekalustoon

Sekä tavanomaisesti että luonnonmukaisesti viljelevillä tiloilla on koneita yleensä yli oman tarpeen. Esimerkiksi äkeitä ja kylvökoneita on usealla tilalla 5-10 kertaisesti työmäärään verrattuna (Klemola 1997). Luomutilojen monipuolinen tuotanto ja kotieläinten ruokintavaatimukset lisäävät viljeltävien kasvien määrää, mikä helposti sekä vähentää käyttöastetta että lisää tarvittavien koneiden määrää. Kun koneen käyttömäärät yksittäisillä tiloilla ovat vähäisiä, voidaan konekustannuksia alentaa koneyhteistyön avulla; viljelijä voi ryhtyä itse urakoimaan, käyttää urakoitsijaa, ostaa koneita yhteisiksi muiden kanssa tai jakaa laitehankinnat yhteistyökumppaneiden kesken. Koneiden siirtäminen tilalta toiselle vie aikaa ja vaikeuttaa töiden ajoittamista.

Yhteistyön avulla saadaan aikaiseksi toimivia koneketjuja ja suurempia yksittäisen kasvin viljelyaloja, että tehokkaiden koneiden hankinta kannattaa. Voi olla helpompaa tehdä koneyhteistyötä kuin suunnitella tuotantoa esimerkiksi viljelykiertojen avulla, koska samat koneet sopivat yleensä sekä luomupel-

loille että tavanomaiseen tuotantoon. Koneet ja laitteet on puhdistettava siirryttäessä tilalta toiselle, jotta niiden mukana ei levitetä tauteja, tuholaisia eikä rikkakasveja.

Etelähämäläisillä tiloilla (n=176) suurimpana esteenä yhteistyölle pidettiin töiden samanaikaisuutta (n=44), kuten puintia puinti-ilman koittaessa. 22 vastaajaa piti ongelmana sekä koneiden huoltoa ja kunnossapitoa että taloudellisen hyödyn puuttumista. Syinä esimerkiksi puimuriyhteistyön lopettamiselle mainittiin tilojen ostamat omat puimurit. Oli myös huonoja kokemuksia koneiden kunnosta, huonoista ihmissuhteista, tuotantosuunnan muutoksista tai tilarakenteen muuttumisesta eikä kustannusten jakaminenkaan aina onnistunut (Aropaltio 2001).

Osa ongelmista on mahdollista välttää esimerkiksi sopimalla etukäteen niin tarkasti kuin mahdollista, miten koneiden käyttövuorot jaetaan tai kuka vastaa huollosta.

5.3.2 Yhteistyön vaikutukset kannattavuuteen

Yhteistyön avulla pyritään alentamaan sekä maataloustuotteiden tuottamisesta ja koneiden käyttämisestä aiheutuvia kiinteitä kustannuksia tuotettua yksikköä kohti että tehostamaan tuotantoa. Tuotantopanosten tehostunut käyttö ja tehokkaat koneet alentavat kustannuksia. Kustannuksiin on laskettava myös ajallisuuskustannus, joka syntyy, kun työtä ei voi tehdä oikeaan aikaan. Kun konetyön kokonaiskustannus on pieni, on konekapasiteetin käyttö tehokkainta.

70-luvulla tehdyssä tutkimuksessa (vastanneita 806 kpl) viljelijöiden käsitykset yhteistoiminnan tärkeimmistä eduista vaihtelivat huomattavasti, mutta tärkeimpänä pidetään taloudellisia syitä (51 %). Kun taloudellisiin syihin yhdistettiin vielä organisoinnista tuleva hyöty, oli se yhteistoimintaan motivoitumisen välittömänä aiheena 81 %:lla viljelijöistä. Sosiaalisia syitä ei mainittu tärkeimpien syiden joukossa. Tutkija arvelikin, että sosiaaliset edut kietoutuvat yhteen taloudellisten etujen kanssa esimerkiksi mahdollisuutena sijoittaa aikaa ja rahaa elämisen laadun nostamiseen, kun vapaa-ajan määrä lisääntyy (Köppä 1979).

MTT/Taloustutkimuksen (MTTL) tekemässä kirjekyselyssä selvitettiin viljelijöiden tekemän yhteistyön vaikutusta kannattavuuteen vuoden 1996 tietojen mukaan. Kyselyssä oli mukana 67 maitotilaa ja 42 viljatilaa. Maitotilat olivat melko samankokoisia, niillä oli noin 15 lehmää ja peltoa noin 30 hehtaaria. Yhteistyötä tekevien viljatilojen keskikoko oli 48 ha ja muiden 42 ha. Molemmissa ryhmissä noin puolet tiloista teki yhteistyötä. Kaikki tutkimuksessa käytetyt taloudelliset tunnusluvut osoittivat yhteistyön vaikuttavan positiivi-

sesti kannattavuuteen. Tilojen pienestä määrästä johtuen erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Nummela 1998).

MTTL:n tutkimuksen yhteistyötä tekevillä tiloilla tehtiin muita useammin esikuvittua säilörehua. Tilojen pääteltiin rationalisoivan enemmän ja omaksuman uusia työmenetelmiä muita nopeammin, minkä synnä arveltiin olevan kalliiden koneiden vaatima usean henkilön työpanos sekä riittävän suuri peltopinta-ala. Korkeat konekustannukset lisäsivät velan eli vieraan pääoman määrää mutta samalla säästettiin oman pääoman kustannuksissa. Kannattavuuskerroin oli yhteistyötä tekevillä maitotiloilla n. 0,09 ja viljailoilla 0,1 yksikköä parempi kuin vertailuryhmän tiloilla (Nummela 1998).

5.3.3 Yhteistyön vaikutukset työmenekkeihin

Työajan säästö voi olla merkittävä syy töiden tekemiseen yhdessä. Rehuntuotannon eri työvaiheissa tehokas koneketju pystytään rakentamaan vain poikkeustapauksissa yhden henkilön voimin. Työpanoksen käytön tehostaminen rehuntuotannossa liittyy yleensä tehokkaan työketjun muodostamiseen, mikä on edellytys kaluston tehokkaalle käytölle ja rehun tekemiseen oikeaan aikaan. Myös puinti nopeutuu, kun puimurin kuljettaja voi keskittyä vain puidmiseen muiden huolehtiessa viljan kuljetuksesta kuivuriin (Laine 1996).

MTTL:n tutkimuksessa tuli ilmi, että yhteistyö säästi työn määrää suurimman eron ollessa muiden juoksevien töiden kohdalla. Maitotilojen välillä oli suuri ero työkustannuksissa; yhteistyötä harjoittavilla tiloilla se oli 20 p/l pienempi. Viljailoilla säästö työkustannuksissa oli 4 p/kg (Nummela 1998).

5.4 Yhteistyöesimerkki 1

Hankkeen aikana tutustuttiin kahteen erityyppiseen yhteistyörenkaaseen. Ensimmäisessä renkaassa yhteistyötä on tehty jo monen vuoden ajan. Toisessa esimerkkitapauksessa tila on lopettanut markkinointiyhteistyön kannattamattomana ja on aloittelemassa uutta yhteistyökuviota uuden kumppanin kanssa.

Tilaesimerkki 1 kuvailee viittä tilaa, jotka ovat tehneet yhteistyötä jo useamman vuoden. Tilat sijaitsevat samassa kylässä enintään parin kilometrin etäisyydellä toisistaan.

Tilan A, peltopinta-ala on noin 50 ha. Tila on luomutila, kasvinviljelyä (viljaa, nurmea) ja vihanneksia.

Tilan B, peltopinta-ala on noin 67 ha. Tila on luomutila, jossa viljellään viljaa ja nurmea.

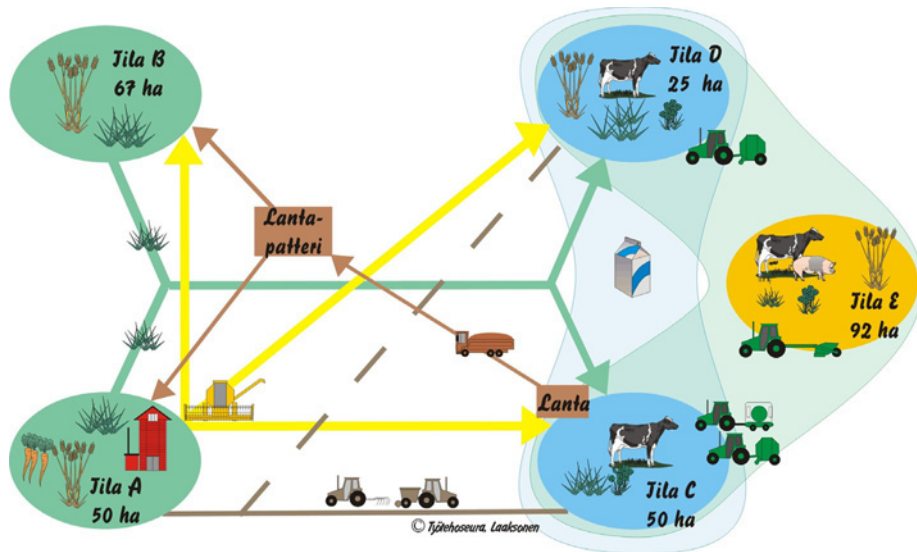
Tilalla C, on peltoa noin 50 ha tavanomaisessa viljelyssä. Tuotantosuunta on maito ja lehmä on n. 24, lisäksi nuorkarja. Tilalla on maidontuotantorengas tilan D kanssa.

Tilalla D, on luonnonmukaisessa tuotannossa peltoa noin 25 ha.

Tilan E, peltopinta-ala noin 90 ha. Se on monipuolinen luomutila, jossa lypsylehmiä 27 kpl (pihatto/lypsyasema), emakkoja 27 kpl ja hevosia 25 kpl. Tila on melko omavarainen tuotannon ja työvoiman suhteen.

Satunnaisesti yhteistyössä on mukana myös kolme muuta tilaa, joissa on peltoa yhteensä noin 50 ha.

Tilojen välinen työnjako oli yksinkertaistettuna seuraava: kaksi kasvinviljelytilaa vaihtaa nurmea kahden karjatilan lantaan (kuva 22). Maidontuotantotilat tekevät rehun kaikkien neljän tilan pelloilta. Tuotantoa ei kuitenkaan suunnitella yhdessä vaan kukin viljelee, mitä parhaaksi katsoo.



Kuva 22. Tilat A ja B tuottavat viljaa, ja maitotilat C ja D muodostavat tuotantorengaan. Tilat C ja D saavat kaiken nurmen tiloilta A ja B. Ne myös tekevät rehun yhdessä, mihin työhön saadaan niittomurskain tilalta E. Nurmi vaihdetaan lantaan. Urakoitsija siirtää sen lantapatteriin, josta sitten tilat A ja B yhdessä levittävät sen omille lohkoilleen. Tilat A ja B tekevät yhdessä kylvöt omilla tiloillaan ja tarvittaessa myös tilalle D. Puintityöt tekee tilan A isäntä, jonka maalla sijaitsee myös yhteinen kuivuri. Piirros Kaija Laaksonen

Puna-apila-timotei -nurmet ovat enimmäkseen kolmivuotisia ja ne perustetaan suojaviljaan. Kaikista nurmista otetaan kesässä kaksi satoa. Pellot kasvavat apilan tuottaman typen voimin riittävän hyvin, myös tavanomaisella maidontuotantotilalla.

Lannanajon tekee urakoitsija käyttäen kaivinkonetta ja kahta rekkaa. Lantapatteri tehdään pelloille. Varastoinnin aikana lanta kompostoituu, mikä vähentää rikkakasvien siementen määrää. Varasto tasaa myös työhuippuja: Lantakomposti levitetään viljoille (nurmiriksoon) kahden traktorin ja perävaunun avulla. Levitys tehdään kesällä tai syksyllä, koska kevät on liian kiireistä aikaa lannan levittämiseen.

Kukin tila kyntää syksyllä omat peltonsa. Kasvinviljelytilan isännät tekevät omilla pelloillaan kylvötyöt kaksistaan; toisen äestäessä toinen kylvää. Koneet ovat vanhoja, mutta vielä käyttökelpoisia. Tilan A isäntä pui jo vanhalla puimurillaan viljat ja mahdollisen heinäsiemenen kolmelta tilalta (A, C, D). Vuosittain puitavaa on 75 ha. Muilla puimureilla puidaan n. 40 ha vuodessa. Kuivaukseen käytetään A tilan kuivuria, johon mahtuu myös kaikkien neljän tilan vilja varastoon. Kukin viljelee ja myy itse viljansa. Vilja voidaan lajitella ja jauhaa tilalla E.

5.4.1 Viljelykierrot

Tila A tuotti ennen luomuun siirtymistä ainoastaan ohraa, jolloin maan rakenne heikkeni. Nykyään viljelykierrossa on 3-vuotinen nurmi, minkä jälkeen on kaksi vuotta viljaa (ruis, kaura). Viljaa voi olla kolmekin vuotta, jos maan rakenne on kunnossa. Ensimmäinen vilja (ruis) saa 10-25 tonnia karjatilaa lantaa.

Myös tilalla B oli ennen luomuun siirtymistä vain ohraa. Nykyisin on viljelykiertona 2-vuotinen nurmi ja 3-vuotinen vilja (ruis, herne-kaura, kaura). Lanta levitetään nurmirikkoon. Jos sitä ei olisi saatavilla, niin viljelyssä olisi oltava myös viherlannoitusta.

Toinen maidontuotantotiloista, C, harkitsee siirtymistä luomutuotantoon. Väkilannoitteita tai kasvinsuojeluaineita ei käytetä. Kolmannes pelloista on laidunta. Laidunnettavat lohkot ovat lähellä navettaa, koska iso tie haittaa karjan kuljetusta. Laitumen lisäksi on vähän nurmea, kauraa ja herne-kauraa. Väkirehua ostetaan n. 10 %. Laidun on apilapohjaista. Sitä pidetään kolme vuotta ja välissä yksi vuosi viljaa, puhdistusniittoja tehdään harvoin. Laidun kasvaa hyvin apilan voimalla eikä pelloille juuri levitetä lantaa.

Tila E on monipuolinen luomutila (n. 90 ha). Viljelykierto on kolme vuotta nurmea ja kolme viljaa. Lanta levitetään omille pelloille. Tilalla oleville hevosille ostetaan apilatonta heinää. Sen lisäksi ostetaan nurmea, väkirehua, tarvittaessa lehmille luomuviljaa, hevosille kauraa, sioille viljaa ja väkirehua. Ruista riittää myyntiin. Hevosille joudutaan ostamaan heinää, koska luomuheinässä on liikaa apilaa. Viljojen rikkakasviäestyksestä on myönteiset kokemukset.

Vuoden lopussa työtunnit lasketaan ja katsotaan, kuka maksaa paljonko ja kenelle. Hinnoittelussa käytetään apuna Työtehoseuran mallilaskelmia. Vaihdetujen ravinteiden (lanta-rehu) määrää ei lasketa, joten niiden raha-arvoa ei voi määrittää. Vaikka nurmialaa tai viljelykiertoa ei sopeuteta muiden tarpeisiin, kullekin riittää, että saa mitä tarvitsee.

5.4.2 Arvioita yhteistyöstä

Yhteistyön hyvinä puolina pidettiin sitä, että omille koneille saa täyden kapasiteetin, työ ja elämä on sosiaalista sekä turvallista (jos jotain sattuu, niin saa apua). Tilojen edustajat eivät nähneet suuria ongelmia luomutuotannossa eivätkä yhteistyössä. Yhtenä ongelmana mainittiin rikkakasvien siementen leviäminen viljan mukana. Mahdollisuutena esitettiin rikkakasvien siementen tarkempi talteenotto sekä kuivurissa että puimurissa.

Viljojen satoihin oltiin enimmäkseen tyytyväisiä. Ne tosin voivat vaihdella melkoisesti: kauran sadot ovat olleet 1000-3000 kg/ha ja ohran 1000-1500 kg/ha. Ohra on selvästi vaikeampi luomukasvi, alkukesän typensaantiin kaivattaisiin neuvoja. Juolavehnä ja peltovalvatti ovat joillakin alavilla lohkoilla ongelmallisia, mutta talttuvat yleensä monivuotisessa apila-timoteinurmessa.

Tutkijaryhmän mielestä ohran typensaantia voitaisiin parantaa levittämällä esimerkiksi virtsaa orasvaiheessa olevalle ohralle. Tämän pitäisi olla mahdollista, koska molemmilla karjataloilla on kuivalantalat ja virtsa on otettava erikseen talteen. Myös kuivalannan levitysajankohtaa voisi miettiä uudelleen. Työteknisesti kuivalanta on kätevää levittää nurmirikkoon, mutta ravinteet tulisivat todennäköisesti paremmin hyödynnetyksi, jos lanta levitettäisiin kierrossa myöhemmin tuleville viljoille. Koska koneyhteistyö sujuu tilojen kesken hyvin, saattaisi olla järkevää hankkia yhteiskäyttöön tehokkaampi lannanlevitysvaunu, jonka kapasiteetti riittäisi myös kevätlevitykseen.

5.5 Yhteistyöesimerkki 2

Tilaesimerkki 2 kuvailee tilaa, jonka aikaisempi yhteistyökuvio on päättynyt ja joka aloittelee uutta yhteistyötä naapuritilan uuden omistajan kanssa.

Tilalla on peltoa 30 ha. Aikaisemmin tila teki markkinointiyhteistyötä kahden muun tilan kanssa mm. myymällä tuotteet yhtenäisissä pakkauksissa, vaikka osa tuotteista myytiinkin suoraan tilalta. Vihannekset, peruna ja kananmunat olivat täydentämässä valikoimaa. Näitä kaikkia tuotetaan edelleen lähinnä omiksi tarpeiksi.

Tilalla viljeltiin myös speltvehnää ja viljatuotteiden osalta oli suunnitelmia laajentaa tuotantoa ottamalla yhteistyöhön mukaan myös leipomo. Suunnitelmat eivät toteutuneet, koska mm. speltin kuorimiseen ei löytynyt sopivaa

konetta. Isäntä ei ollut tyytyväinen kauran kuorijalla saadun jyvän laatuun. Viljasta saatu hinta oli kaikkiaan liian alhainen. Leipomotuotteiden markkinointi jäi myös epäselväksi.

Spelt ei osoittautunut tilalla viljelyvarmaksi kasviksi. Sen viljely loppui, kun viimeisin kylvös kärsi huonosta talvehtimisestä. Yhteinen markkinointi muiden tilojen kanssa loppui, kun kustannuslaskelmien jälkeen pienten viljaerien myynti osoittautui kannattamattomaksi. Pienet erät vaativat suhteessa myös liikaa työtä. Yksi syy yhteistyölle olisikin saada isoja eriä myyntiin yhdessä muiden kanssa.

Tilan tuotantosuunta on edelleen epäselvä, eniten siihen tulee vaikuttamaan maatalouspolitiikka. Mahdollisuuksina on harkittu luomusikojen kasvatusta ja hevosten täysihoidolaa. Tilalla on kaksi omaa ja kolme tai neljä muiden hevosta. Hevosten pitoa voisi laajentaa, koska naapurustosta löytyy sopivia rakennuksia mm. maneesiksi. Ongelmaksi voisi tulla hevosille sopiva heinä, joka olisi tehtävä pikkupaaleina ja luultavasti vielä rakennettava heinäkuivuri. Lannan määrä ja sijoitus mietityttävät jo etukäteen.

Tilalla on parin vuoden kokemus sikojen pitämisestä. Ne ovat selvinneet hyvin talven yli kevytrakenteisissa majoissa. Emakot (6 kpl) ovat pysyneet aitauksissa, mutta edullista porsaiden pitävää aitaa ei ole vielä löytynyt. Sikojen varten viljellään reilulla kymmenellä hehtaarilla hernetta, härkäpapua ja ohraa. Toinen kymmenen hehtaaria on nurmea.

Jos sikojen kasvatus laajenee, rehukasvien pinta-aloja on lisättävä ja silloin olisi naapurin peltojen rehuntuotanto tarpeen. Jo nyt naapurilta saa rypsiä sikojen valkuaisruokintaan. Yhteiseen viljelykiertoon ei toistaiseksi ole ollut tarvetta, eikä sen suunnittelu luultavasti olisi helppoa tilojen lajivalikoimilla. Muutaman sian teurastuttaminen on kallista, joten teurastus, lihan markkinointi, jatkojalostus, myynti ja jakelu olisi suunniteltava tarkasti. Toistaiseksi myydystä lihasta ei ole saanut luomulisää.

Tila tekee koneyhteistyötä kahden naapuritilan kanssa, joista toisella tilalla viljellään luonnonmukaisesti ja toisella tavanomaisesti. Tavanomaisen tilan kanssa koneita lainataan (mm. tasausäes, kaivuri) tai työt on jaettu (mm. naapuri tekee lumityöt). Luomutilan kanssa on sekä yhteisiä koneita (mm. kylvökone) että lainattavia. Heinät tehdään talkoilla ja molemmilla tiloilla on pienpaalain.

Koneiden lainan periaate on tunti-tunnilta ja tarvittaessa erotus maksetaan rahalla. Käyttötuntien kirjaaminen ei tunnu kovin luotettavalta. Selkeintä olisi, jos koneet olisivat omia, mutta niiden hankinta suunniteltaisiin yhdessä. Huolto ja korjaus ovat yhteisissä koneissa hankalia asioita. Varsinkin lainakoneen rikkoutuminen ja siihen ”syyllisen” löytäminen aiheuttavat kiusallisia tilanteita. Koneiden ostoja ei toistaiseksi ole tehty yhdessä, mutta talvella on

tarkoitus laskea, miten uuden puimurin ja lajittelijan hankinta kannattaisi järjestää – yhdessä vai erikseen.

Urakoitsijaa on käytetty kalkituksen lisäksi rehun teossa, jolloin kymmenen hehtaarin tekemiseen kului vain kaksi päivää. Sopivista urakoitsijoista ei ole tietoa. Kuivurin käyttö on ongelmallista, koska muut osakkaat viljelevät tavanomaisesti, mikä aiheuttaa lisäkirjanpitoa ja tarkkuutta erien kanssa. Oikeastaan lisäsiilot olisivat tarpeen.

Sytä yhteistyölle olisi jo aiemmin mainitun suurempien myyntierien lisäksi myös töiden helpottuminen – yksin tekeminen on toisinaan vaikeaa. Se säästää myös konekustannuksissa ja helpottaa töiden suunnittelua ja takaa kii-reapua. Talkoohenki ja sosiaalinen puoli mainittiin tärkeinä: luonnonmukaisesti viljelevä naapuri on hyvin ihmisten kanssa toimeentuleva, mikä helpottaa yhteistyön tekemistä.

Tutkijaryhmän käsityksen mukaan hevosille sopii myös esikuivattu säilörehu, jolloin käsityövaltaiseen pienpaalien tekoon ja latokuivaukseen ei tarvitsisi lähteä. Melko pienien rehumäärien ollessa kyseessä, säilörehu lienee edullisinta teettää urakoitsijalla pyöröpaaleihin. Tällöin ei tarvitse investoida varastorakennuksiin. Mikäli ruokittavia hevosia on paljon (>10-20 kpl), muovikustannus nousee melko suureksi. Silloin on mietittävä esikuivatun rehun säilömistä laakasiiloon tai pyöröpaalien latokuivausta. Koska kyseessä on luomutila, ongelmaksi voi tulla Tilaesimerkki 1:n tapaan runsaasti apilaa sisältävän rehun sopimattomuus hevosten ruokintaan.

6 Viljelykiertomallit

Koska luomuviljelyn toteuttaminen on viime kädessä voimakkaasti sidoksissa kasvinvuorotukseen, on kasvinvuorotus otettu lähtökohdaksi eri tuotantosuuntien tarkastelussa. Tietyn kasvinvuorotuksen systemaattista toteuttamista siten, että kunkin viljelykasvien pinta-ala vuodesta toiseen pysyy vakiosuuruisena, kutsutaan tässä yhteydessä viljelykierroksi. Viljelykiertojen toteuttaminen naapuritilojen kesken yhteisesti mahdollistaisi kaikki ne integraatiohyödyt kaikille osapuolille mitä kasvinvuorotuksella ylipäänsä on saatavissa. Luomutuotannon osalta kasvinvuorotukseen liittyvät integraatiohyödyt ovat merkittävät. Tärkein hyöty muodostuu biologisen typensidonnan tehostumisesta, jos kaikki pellolla tuotettu sato voidaan hyödyntää joko karjan rehuna tai ihmisravintona - tällöin vältetään kokonaan viherlannoituksen käyttöä.

Karjattomien tilojen keskeinen ravinnetalouden ongelma on suuri ravinteiden poistuma tilalta, koska ravinteet eivät palaudu kierrättävien mekanismien puuttuessa. Toisaalta karjattomien tilojen ravinteet päätyvät rehun muodossa ennemmin tai myöhemmin jollekin karjatilalle ostorehuna ja heikentävät

karjatilojen ravinteiden hyödyntämistä. Ravinteiden heikko kierrätys maatalouden sisällä voidaankin nähdä suurimpana yksittäisenä syynä maatalouden aiheuttamaan ravinnekuormitukseen.

Luomutuotannossa ravinteiden heikko kierrätys johtaa myös hyvin alhaiseen ravinneintensiteettiin ja tämän myötä alhaiseen satopotentiaaliin. Luomutuotannon määritelmän mukaisesti ravinteiden kierrätys on kuitenkin osa luomutuotantoa, joten viime kädessä voidaan asettaa kyseenalaiseksi, täyttääkö sellainen tuotanto luomutuotannon kriteerejä, josta kierrätys puuttuu tyystin.

6.1 Typensidonnan hyödyntämistavat

Ehkä keskeisin piirre koko luomuviljelyn viljelykierron muodostumisessa on typpitalouden järjestäminen. Lähtökohtaisesti kaikki tyyppi on peräisin biologisesta typensidonnasta. Näin ollen esim. karjanlannan sisältämä tyyppi on vain viljelysysteemissä kiertävää tyyppiä, jonka alkuperä on myös biologinen typensidonta. Biologinen typensidonta perustuu nurmipalkokasvien ja palkoviljojen viljelyyn. Väkilannoitetyppiä sellaisenaan ei luomuviljelyssä käytetä, mutta käytettäessä lantaa tai rehua, joka on peräisin tavanomaisesta tuotannosta, siirtyy pieniä määriä väkilannoitetyppiä myös luomuviljelyyn. Tämän tarkastelun lähtökohtana on laajamittainen luomutuotanto, jolloin oletuksena erityisesti on typpiomavaraisuus, koska tavanomaisten tilojen karjanlantaa ei edes ole saatavilla. Typen määrää luomutilalla voidaan säätää toisaalta biologisen typensidonnan avulla, toisaalta lannan tai muun orgaanisen materiaalin avulla kierrättämällä ravinteita. Kasvinviljelytilalla ei ole mahdollisuuksia ravinteiden kierrättämiseen, joten tyyppi-intensiteetti määräytyy ainoastaan biologisen typensidonnan perusteella.

Typensidonnan hyväksikäyttö voi tapahtua monin eri tavoin. Tärkeimmät käytössä olevat menetelmät ovat:

- 1) Typensidontakasvusto hyödynnetään samoin kuin mikä tahansa muu kasvusto (esikasvimenetelmä)
- 2) Typensidontakasvusto jätetään korjaamatta ja muokataan kokonaisuudessaan maahan (viherlannoitusmenetelmä)
- 3) Typensidontakasvusto kasvatetaan samanaikaisesti (intercropping) jonkin muun kasvuston kanssa, mutta sadonkorjuuta ei kohdisteta typensitojakasvustoon (aluskasvimenetelmä)

Kaikissa menetelmissä typensidontakasvusto voi muodostua joko puhdaskasvustoista tai seoskasvustoista. Esikasvimenetelmässä biologisesti sitoutunut tyyppi muodostaa satoa, jolloin typen hyväksikäyttöaste on lähes 100 %. Biologinen typensidonta tapahtuu kasvin ja typensitojabakteerien (*Rhizobium*-suvun bakteerit) symbioosin tuloksena. Koska symbioosi ei ole kasville välttämätön, kasvilla on mahdollisuus ottaa myös maan mineraalityppiä. Onkin

osoitettu, että kasvi kykenee priorisoimaan maan mineraalityypen ottoa, koska se on kasvin energiatalouden kannalta sille edullisempi vaihtoehto kuin symbioottimikrobien avulla hankittu. Tämä merkitsee useissa tapauksissa sitä, että esikasvimenetelmällä hyödynnetty biologinen typensidonta ei lisää maan typpivarjoja lainkaan, koska satona poiskorjattu typpimäärä voi olla suurempi kuin biologisen typensidontan määrää (erotus on siis mineralisoitunut maasta). Esikasvimenetelmän typpi tulee kuitenkin muiden kasvien käytettäväksi täysimääräisesti vasta myöhemmin, kun näin tuotetusta rehusta syntynyt lanta palautuu maahan. Ellei lanta palaudu lainkaan samalle pellolle (tai edes samalle tilalle), kuten on laita kasvinviljelytiloilla, jää esikasvimenetelmän typpilisäys merkityksettömäksi seuraavan kasvin typensaantia ajatellen.

Kasvinviljelytiloilla viherlannoitusmenetelmä onkin tyypillisin hyödyntämistapa. Tällöin itse typensidontakasvustoa ei hyödynnetä mitenkään, vaan se kokonaisuudessaan käytetään muiden kasvien typen lähteenä. Typen lisäys on suuruusluokaltaan 100 kg/ha ja yhteensä maahan muokatun kasvuston kokonaistyppimäärä on suuruusluokaltaan 200 kg/ha. Viherlannoitusmenetelmässä maahan muokattava biomassa on tyypillisesti tuleentumatonta, nopeasti hajoavaa kasvibiomassaa. Koska maahan muokkaus tapahtuu useimmiten syksyllä kasvukauden lopulla, liittyy menetelmään ilmeinen typen huuhtoutumisriski heti muokkauksen jälkeen ja viimeistään seuraavan kasvukauden alussa. Riippuen seuraavan vuoden viljelykasvista ja olosuhteista saattaa viherlannoitusbiomassasta olla vielä ensimmäisen kasvukauden lopullakin merkittävä osa hajoamatta lisäten typen tappioriskiä.

Monissa viljelykokeissa viherlannoitusmenetelmällä on saavutettu ensimmäisenä vuonna merkittäviä, 500–1000 kg/ha (Vuorinen ym. 2001), sadonlisäyksiä rukiinviljelyssä. Tosin vaikutus on ollut ohranviljelyssä vielä jopa yli 500 kg/ha toisena vuotena viherlannoituksen jälkeen ja noin 300 kg/ha kolmantena vuotena (Känkänen 2001a). Käytännön viljelyssä karjattomilla luomutiloilla törmätään usein kuitenkin ongelmaan: miten saisi viherlannoitusvaikutuksen jaettua riittävän tasaisesti kahdeksi viherlannoitusta seuraavaksi kasvukaudeksi. Ääritapauksissa tämän ongelman vuoksi ajaudutaan kasvinvuorotukseen, jossa joka toinen vuosi on viherlannoituskasvusto ja joka toinen vuosi viljakasvusto.

Aluskasvimenetelmä on teoreettisesti selkeästi viherlannoitusmenetelmää parempi vaihtoehto. Aluskasvimenetelmässä perustetaan keväällä samanlaisesti kaksi kasvustoa: satokasvin kasvusto ja aluskasvikasvusto. Aluskasvikasvuston kasvilajeiksi valitaan sellaisia kasveja, jotka mahdollisimman vähän häiritsevät satokasvia, mutta joista olisi seuraavan vuoden kasville mahdollisimman paljon hyötyä. Aluskasvikasvusto muokataan samaan tapaan maahan kuin viherlannoituskasvusto, mutta kaksi oleellista eroa menetelmien välillä on: aluskasvimenetelmässä korjataan aina sato ja maahan muokattavan biomassan määrä on merkittävästi vähäisempi kuin viherlannoitusmenetelmässä. Näin ollen aluskasvimenetelmällä maahan lisättävä typpi-

määrä on suuruusluokaltaan samansuuruinen kuin sadon mukana poistuvan typen määrä. Lisäksi esim. satokasvin oljet ja muut satotähteet voidaan jättää peltoon ja muokata aluskasvikasvuston kanssa yhdessä maahan; satotähteiden biomassassa on merkittävästi niukemmin typpeä sisältävää ja teorian valossa tällaisen materiaalin hajoaminen pikemminkin immobilisoi typpeä kuin edesauttaa sen mobilisaatiota.

Aluskasvimenetelmää ei juurikaan esiinny käytännön viljelyssä. Känkänen (2001a,b) on raportoinut kuuden vuoden yhtäjaksoisesta aluskasvien käytöstä viljanviljelyssä. Ilman typpilannoitusta viljasadot paranivat yli 700 kg/ha aluskasvien käytöllä, hyöty aluskasvien käytöstä kuitenkin pieneni 200 – 300 kiloon hehtaarilla käytettäessä normaalia typpilannoitusmäärää (90 kg/ha). Tästä voisi päätellä, että tavanomaisessa viljelyssä aluskasvien avulla saatava sadonlisäys ei kata kustannuksia. Luomutuotannossa puolestaan punninta viherkesannon ja aluskasvin väliltä johtaa useimmin viherkesannon käyttöön. Syinä lienevät aluskasvimenetelmän vieraus ja toisaalta tukipolitiikka suosii viherkesannon käyttöä (tukisäännökset soveltuvat heikosti aluskasvien käyttöön ja toisaalta viherkesannon tuki on miltei samansuuruinen kuin muidenkin kasvien tuki).

6.2 Ravinneintensiteetti, typpi-intensiteetti

Ravinneintensiteetillä tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä ravinnemäärää, joka keskimäärin tilan satoa tuottavilla viljelykasveilla on käytettävissään. Määritelmää ei pidä sekoittaa esim. maaperätaseeseen (surface balance), joka myös ilmaisee pellolle annettujen ravinteiden määrän, mutta sen perusteella laskettu keskimääräinen ravinteiden määrä hehtaarilla poikkeaa tässä käytetystä intensiteettikäsitteestä. Intensiteetti siis kertoo viljelykasvien ravinteiden saantimahdollisuuksista, maaperätase sen sijaan kertoo peltoon tulevien ravinteiden määrän ottamatta huomioon sitä, kasvaako pellolla mitään, tai korjataanko satoa talteen.

keskimääräinen ravinneintensiteetti = (pellolle tilan ulkopuolelta tulevat ravinteet + tilalla kiertävät ravinteet) : sadonkorjuupinta-ala

Vertailun vuoksi maaperätaseen positiivinen puoli (panos, input):

maaperätaseen panos = pellolle tulevat ravinteet : pellon kokonaispinta-ala

Viljelysystemissä, jossa viljelymaan kasvukunto ja ravinnetila on normaali, voidaan selkeästi havaita typen saannin ja sadon määrän välillä vallitsevan voimakkaan riippuvuuden, sen sijaan muiden ravinteiden ja sadon määrän välillä riippuvuus on paljon heikompi. Näin ollen ravinneintensiteettiä tarkastellessa päähuomio kohdistuu yleensä typpien. Muista ravinteista huomiota ansaitsee usein myös fosfori, joko sen niukkuuden tai liiallisen määrän vuok-

si. Typen ja fosforin ympäristövaikutukset ovat pintavesissä melko analogiset, sen sijaan pohjavesien laadun kannalta yleensä vain typpeä pidetään merkittävänä riskinä. Luomuviljelyssä muiden kuin typen taseet ovat lähtökohtaisesti alijäämäiset (muuta ravinteita poistuu luomusysteemistä enemmän kuin sinne tulee), joten niiden osalta sekä resurssien hyödyntämistä että ympäristövaikutukset riippuvat enemmänkin viljelijän käytettävissä olevista systeemin ulkopuolisista ravinnelähteistä kuin systeemin viljelykierrosta. Sen sijaan typpi tulee lähes poikkeuksetta luomusysteemiin systeemin sisältä biologisen typensidonnan avulla ja sen määrä, hyödyntämistä ja siitä aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat säädeltävissä kasvinvuorotuksen ja ravinteiden kierrätyksen avulla. Jatkossa ravinneintensiiteetin sijasta tarkastellaan ensisijaisesti typpi-intensiiteettiä.

Ravinneintensiiteetin määritelmän mukaan kasvinviljelytilalla, jonka ainoana typpilähteenä on viherlannoitus, typpi-intensiiteetti on:

biologinen typensidonta : (kokonaispeltoala – viherlannoitusala – muu satoa tuottamaton peltoala)

Esim. nelivuotisen kierron, jossa on viherlannoituskesanto (100 kg N), 1. vilja, 2. vilja ja avokesanto (0 kg N), typpi-intensiiteetti on $100 \text{ kg} : 2 \text{ ha} = 50 \text{ kg/ha}$. Maataseen panos on vastaavasti lohkoittain 100 kg/ha, 0 kg/ha, 0 kg/ha ja 0 kg/ha; keskimääräiseksi maataseen panokseksi muodostuu $100 \text{ kg} : 4 \text{ ha} = 25 \text{ kg}$. Typpi-intensiiteetti (50 kg/ha) siis kuvastaa sitä, kuinka paljon satokasveilla on keskimäärin typpeä käytettävissä; maataseen keskimääräinen typpipanos (25 kg/ha) tässä tarkoituksessa ei ole kovin havainnollinen, vaan suorastaan harhaanjohtava.

Vastaavasti kotieläintilalla, jossa nelivuotisen viljelykierron (1.nurmi (120 kg/ha N), 2.nurmi (80 kg/ha N), 1.vilja ja 2. vilja) typensidonta on 200 kg, ostorehusta syntyvän lannan typpimäärä on 10 kg ja omasta rehusta syntyvän lannan typpimäärä on 190 kg, typpi-intensiiteetti on $(200 + 10 + 190) \text{ kg} : 4 \text{ ha} = 100 \text{ kg/ha}$. Tällaisella tilalla, jossa koko peltoalalta korjataan sato, maataseen panos on samansuuruinen kuin intensiteetti

Typpi-intensiiteetin tulkinta

Ravinneintensiiteetin tulkinta typen osalta voi olla vaikeaa sellaisissa viljelykierröissä, joissa on sekä typensitojakasveja että ei-typensitojakasveja. Eriytyinen vaikeus liittyy tällaisessa systeemissä kiertäviin ravinteisiin. Ongelmaa selventää taulukko 4.

Taulukossa 4 on yksinkertaisuuden vuoksi oletettu, että nurmen biologinen typensidonta ja nurmesta korjattava typpisato ovat samansuuruiset (tällöin nurmella ei ole esikasviarvoa, mutta sen oletetaan olevan myös typpiomavarainen). Nurmen biologinen typensidonta hehtaaria kohti alenee nurmen vil-

jelyosuuden lisääntyessä systeemissä, mutta biologisen typensidonnan kokonaismäärä pysyy vakiona. Systeemiin tulee siis kaikissa tapauksissa täsmälleen sama määrä ulkopuolista typpeä (biologisen typensidonnan muodossa 30 kg/ha). Systeemin kokonaissadon tyyppistä puolet kiertää systeemissä lannan muodossa. Nurmen erisuuruisen typpisadon vuoksi kunkin systeemin kokonaissato vaihtelee, vaikka viljan typpisato on vakio (40 kg/ha).

25 % nurmiosuudella systeemin kokonaissato on suurin: 30 kg typpeä nurmisadossa ja 30 kg typpeä viljasadossa, eli yhteensä 60 kg typpeä hehtaaria kohti systeemissä. Lannan typpimääräksi tulee puolet kokonaissadon typpimäärästä, eli 30 kg/ha. Koko systeemin typpi-intensiteetiksi tulee näin ollen biologisen typensidonnan (30 kg/ha) ja lannan typpimäärän (30 kg/ha) yhteismäärä, eli 60 kg/ha. Samoin laskien 50 % nurmiosuudella systeemin kokonaistyyppisadoksi tulee 50 kg/ha ja typpi-intensiteetiksi muodostuu 55 kg/ha; 75 % nurmiosuudella kokonaistyyppisadoksi tulee 40 kg/ha ja typpi-intensiteetiksi muodostuu 50 kg/ha.

Ensimmäisen systeemin (25 % nurmiosuus) typpi-intensiteetti on korkein (60 kg/ha), keskimmaisessä intensiteetti on 55 kg/ha ja viimeisessä enää 50 kg/ha. Kaikissa systeemeissä on viljan typpisato samansuuruinen, 40 kg/ha. Ensi katsomalta vaikuttaisi siltä, että ensimmäisessä systeemissä viljalla on kaikkein parhaimmat menestymisen mahdollisuudet ja runsaimmin typpeä tarjolla; niukimmin typpeä olisi puolestaan viimeisessä systeemissä. Lähempi tarkastelu kuitenkin osoittaa, että mikäli nurmen osalta tehdyt oletukset (ei esikasviarvoa) pitävät kirjaimellisesti paikkansa, jää viljalle ainoaksi typpilähteeksi systeemin lannan typpi. Tällöin koko systeemin lantamäärä (30 kg/ha) kohdentuu systeemin vilja-alalle (75 % kokonaisalasta) vastaten 40 kg/ha typpimäärää levitysalalle. Mikäli systeemissä kyettäisiin tuottamaan jatkuvasti 40 kg/ha suuruisia viljan typpisatoja, merkitsisi se sitä, että ensimmäisessä systeemissä ei olisi lainkaan typen tappioita.

Taulukko 4. Typpi-intensiteetti koko systeemissä ja typpeä sitomattoman kasvin (vilja) typpi-intensiteetti (lantaN/vilja-ala l. ”typen lantaintensiteetti”). Typensidonnan kokonaismäärä on systeemissä vakio (30 kg/ha); sadon kokonaistyyppimäärästä puolet palautuu lantana viljalle.

Nurmen pinta-ala (%)	Nurmen N-sid. (kg/ha)	Nurmen N-sato (kg/ha)	Viljan pinta-ala (%)	Viljan N-sato (kg/ha)	N-intens. (N-sid+lanta) (kg/ha)	Lanta N/ vilja-ala (kg/ha)
25	120	120	75	40	60	40
50	60	60	50	40	55	50
75	40	40	25	40	50	80

Viimeisessä systeemissä puolestaan lannan typpeä (20 kg/ha) riittäisi vilja-alalle (25 % kokonaisalasta) 80 kg/ha. Tämä olisi kaksi kertaa enemmän kuin ensimmäisessä systeemissä ja samalla kaksi kertaa niin paljon kuin viljasadossa korjattaisiin talteen. Ylijäämätyppi merkitsisi systeemissä joko välitöntä ympäristökuormitusta, pellon typpivarojen lisääntymistä, tai mahdollistaisi suurempien satojen korjaamisen – käytännössä nämä kaikki ilmiöt voivat tapahtua samanaikaisesti.

Edellä havaittiin (taulukko 4), että koko systeemin keskimääräinen typpi-intensiteetti ei aina kuvaa typpeä sitomattomien kasvien typensaantimahdollisuuksia. Vaikka keskimääräistä typpi-intensiteettiä verrattaisiin systeemin kokonaistyppisatoonkin (ensimmäisessä tapauksessa ne ovat samansuuruiset, 60 kg/ha, toisessa tapauksessa typpi-intensiteetti on 55 kg/ha ja kokonaistyppisato 50 kg/ha, kolmannessa typpi-intensiteetti on 50 kg/ha ja kokonaistyppisato 40 kg/ha), ei sekään antaisi kovin havainnollista käsitystä typpeä sitomattomien kasvien typpitaloudesta. Tämän ongelman ratkaisuksi esitetään käsitettä, jossa systeemin kiertävä typpimäärä (lantaN) ajatellaan kohdistuvan kokonaisuudessaan typpeä sitomattomien kasvien (vilja) tarpeisiin (=lantaN/vilja-ala). Käsitettä ei tule tulkita kirjaimellisesti siten, että biologisen typensidonnan kasvit olisivat kokonaan riippumattomia systeemin kiertävästä typestä ja ainoastaan typpeä sitomattomat kasvit hyödyntäisivät lannan typpeä, koska kaikki kasvit luonnollisesti käyttävät maan typpivaroja olosuhteiden mukaan. Sen sijaan tämä esitelty uusi käsite, lantaN/vilja-ala, kuvastaa typpeä sitomattomien kasvien typensaantipotentiaalia systeemissä ja on vertailukelpoinen muiden vastaavien systeemien kanssa. Jatkossa käsitettä kutsutaan ”typen lantaintensiteetti” ja milloin systeemissä on mukana myös palkoviljoja, jätetään ne huomiotta vilja-alaa määriteltäessä.

6.3 Viljelykiertomallit ja typpi-intensiteetti

Typpi-intensiteetin luomutilalla muodostaa kolme komponenttia: biologisen typensidonnan määrä, typensitojakasvien ja ei-typensitojakasvien pinta-alaosuhteet sekä kiertävä typpi. Seuraavassa on pyritty näiden kolmen komponentin avulla hahmottamaan luomutilan typpi-intensiteettiä yksinkertaisin staattisin mallein. Mallien antamia absoluuttisia typpi-intensiteettiarvoja ei tule tulkita kirjaimellisesti, lähinnä mallit kuvaavat eri vaihtoehtojen keskinäistä intensiteettijärjestystä ja intensiteetin suuntaa.

6.3.1 Biologisen typensidonnan määrä

Suurin vaikeus luomuviljelyn ravinnetalouden tarkastelussa liittyy biologisen typensidonnan määrittämisvaikeuksiin. Koeolosuhteissa puna-apilakasvustot ovat tuottaneet jopa 10 t/ha kuiva-ainesatoja ja biologisen typensidonnan määrä on ylittänyt 200 kg/ha. Käytännön viljelyssä saavutetaan kuitenkin selvästi pienempiä satoja. Kovin täsmällistä tilastoa nurmikasvien sadoista ei

maassamme pidetä, syynä lienee nurmisatojen määrän vaikea mittaaminen ja toisaalta vaikeudet eri tavoin korjatun nurmisadon yhteismitallistamisessa. Nurmen kolme tärkeintä korjuutapaa ovat säilörehu, kuiva heinä ja laidunnus. Parhaiten sadon määrää voidaan kuvata energiasisällöllä käyttäen mittayksikkönä rehuyksikköä (RY). Kilo nurmirehun kuiva-ainetta vastaa n. 0,9 RY. Eri tutkimusten ja tilastojen perusteella voidaan arvioida, että luomusäilörehunurmien keskimääräinen sato on n. 3500 RY/ha, mutta laidunnuksen ja muiden korjuutapojen (kuiva heinä) avulla korjattujen nurmien sato on jonkin verran pienempi. Kuiva-ainesatona 3500 RY merkitsee hieman alle 4000 kg/ha.

Biologisen typensidonnann määrän mittaus on vielä vaikeampaa kuin sadon määrän mittaus. Väisäsen (2000) tulosten valossa voidaan arvioida, että n. 70 % puna-apilan biomassan sisältämästä typestä olisi peräisin biologisesta typensidonnasta kyseisenä kasvukautena, tärkein selittävä tekijä oli maan nitraattitypen pitoisuus. Mikäli vuotuisen nurmisadon kuiva-aineesta (4000 kg/ha) puolet on puna-apilaa ja talteen korjatun sadon määrä on puolet kokonaisbiomassasta ja apilabiomassan keskimääräinen typpipitoisuus 3 %, olisi vuotuisen puna-apilasadon kokonaistyyppimäärä 120 kg/ha. Tästä siis 70 % olisi peräisin biologisesta typensidonnasta kyseisenä kasvukautena, eli 80 – 90 kg/ha.

On ilmeistä, että biologisen typensidonnann määrä on voimakkaasti riippuvainen puna-apilan määrästä. Tendenssinä on, että puna-apilan määrä vähenee nurmen iän myötä. Tämän perusteella biologinen typensidonta on nuorissa nurmissa tyypillisesti voimakkaampaa kuin vanhoissa nurmissa. Malleissa onkin päädytty siihen, että I vuoden nurmen typensidonta on 120 kg/ha, II vuoden nurmessa 80 kg/ha ja III vuoden nurmessa 40 kg/ha. Milloin nurmen ikää ei ole erikseen määritelty, typensidonnann määrä mallissa on 100 kg/ha.

Palkoviljojen biologiseksi typensidonnaksi malleissa on määritelty 50 kg/ha. Tämä perustuu oletukseen, että palkoviljoja viljellään korsiviljojen kanssa seoksena. Seoskasvuston sadosta noin puolet on palkoviljaa, kokonaissato 2000 RY/ha ja kokonaistyyppisato 60 kg/ha.

Nurmi ja palkovilja oletetaan typpiomavaraisiksi, joten viljan lantaintensiiteettiä laskettaessa vain tyyppiä sitomattomat kasvit otetaan huomioon.

6.3.2 Eri viljelykasvien pinta-alasuhteet

Jotta typpitalouden toimivuudesta saataisiin kokonaiskäsitys, tarkastellaan typpitaloutta kahdella tavalla. Ensinnäkin tarkastellaan typpitaloutta erikoistuneissa systeemeissä, erikoistumissuunnat ovat nautakarjatalous (maito, naudanliha) ja kasvintuotanto (leipä-, rehu- ja palkoviljat sekä rypsi ja peruna). Tämän jälkeen muodostetaan integroitu tuotantomalli, jossa kaikki tar-

kasteltavat tuotteet tuotetaan samassa systeemissä. Jotta integroidussa mallissa eri tuotteiden tuotantomäärät olisivat tarkoituksenmukaisissa suhteissa elintarvikkeiden kulutukseen nähden, luodaan katsaus eri viljelykasvien viljelysuuksiin ja elintarvikkeiden kulutukseen.

Taulukko 5. Tämänhetkinen maatalousmaan käyttö ja keskisadot (MMM:n tietopalvelukeskus 2001, luvut pyöristettyjä).

Viljelykasvi	Pellon käyttö milj. ha	Keskisato kg/ha	RY/ha	Kokonaissato milj.kg	mrd.RY
Nurmi	0,7		3 500		2,4
Rehuvilja	1,0	3 200	3 200	3 200	3,2
Leipävilja	0,2	3 200		640	
Öljykasvit	0,07	1 500		105	
Peruna	0,03	24 000		720	
Muut kasvit	0,05				
Kesanto	0,2				
Maatalousmaa yht.	2,2				5,6

Taulukko 6. Tämänhetkinen kotieläintuotanto (MMM:n tietopalvelukeskus 2001, luvut pyöristettyjä) ja rehunkulutus.

	Eläimiä kpl	Tuotos/eläin (kg)	Kokonais-tuotos (milj.kg)	Rehunkulutus (mrd. RY)
Lypsylehmät	360 000	6 800	2 400	2,5
Lihaa*	120 000	240	30	(sis.ed)
Lihanaudat	230 000	260	60	1,0
Sianliha	2 100 000	80	170	0,8
Kananmunia	3 500 000	17	60	0,3
Rehunkulutus yhteensä				4,6 mrd. RY

*maidontuotannon sivutuotteena syntyvä naudanlihantuotanto (pääasiassa poistettavia lypsylehmiä)

Taulukoista 5-7 käy ilmi, että maamme pelloilla tuotetaan 5, 6 mrd. RY rehuviljaa ja nurmirehua, johon käytettävä pinta-ala on 1,7 milj. ha. Sen lisäksi tuotetaan leipäviljaa. 650 milj. kg 200 000 hehtaarin alalla sekä perunaa ja öljykasveja (rypsi) yhteensä n. 100 000 hehtaarilla. Kesantoa on n. 200 000 ha ja muita kasveja (lähinnä sokerijuurikasta) n. 50 000 ha.

Taulukko 7. Kotimainen kulutus ja omavaraisuusaste tärkeimpien elintarvikkeiden raaka-aineiden osalta.

Raaka-aine	Kotimainen kulutus	Omavaraisuus (%)
Maito	2,2 mrd kg	110/130
Naudanliha	100 milj.kg	90
Sianliha	170 milj.kg	100
Leipävilja	650 milj.kg	100
Peruna	850 milj.kg	90

Tuotettu rehu käytetään pääasiassa oman maamme karjatalouden rehuna (taulukosta 6 puuttuvat mm. siipikarjanliha, lammastalous ja hevostalous), mutta jonkin verran rehuviljaa myös viedään (esim. v. 2000 vietiin n. 400 milj. kg). Tärkeimpien elintarvikkeiden tuotantomäärät vastaavat melko tarkoin kotimaista kulutusta. Maitotaloustuotteiden osalta omavaraisuusaste on neste-mäisten tuotteiden osalta 110 % ja maitorasvan osalta 130 %. Kotimaiseen kulutukseen (taulukko 7) sisältyy myös muu kuin elintarvikekäyttö, joka ohran ja perunan osalta on merkittävä.

Yhteenvedona maamme maatalouden tuotos ylittää n. 30 % kotimaisen elintarvikekysynnän, minkä lisäksi peltoalasta n. 10 % on kesannolla. Ylituotannosta puolet viedään viljana ja puolet voina. Mikäli koko maan elintarvike-tuotanto perustuisi luonnonmukaiseen tuotantoon ja käytettävissä olisi nykyinen peltoala (2,2 milj. ha), muodostuisi eri viljelykasvien osuuksiksi taulukon 8 mukaisesti: nurmi 40 %, rehuvilja 35 %, leipävilja 17 %, rypsi 5 % ja peruna 3 %. Tällöin tuotanto vastaisi jokseenkin nykyistä kotimaista elintarvike-kulutusta.

Taulukko 8. Eri viljelykasvien pinta-alat, jos koko maan elintarviketuotanto perustuisi luonnonmukaiseen tuotantoon. Pinta-alasuhteet on johdettu toisaalta käytettävissä olevan peltoalan (2 milj. ha, 0,2 milj. ha varattu muuhun käyttöön) ja toisaalta kotimaisen elintarvikekulutuksen perusteella.

	Tuotanto-määrä (milj. kg)	Hehtaari-sato (kg/ha)	Peltoala (ha)	Osuus peltoalasta (%)	Rehu-määrä (mrd. RY)
Peruna	900	15 000	60 000	3	
Rypsi	100	1 000	100 000	5	
Leipävilja	680	2 000	340 000	17	
Rehuvilja	1 400	2 000	700 000	35	1,4
(Palkoviljat*	200	1 000	200 000	10	0,2)
Nurmi		3 000 RY	800 000	40	2,4
Yhteensä			2 000 000	100	3,8

*palkoviljat sisältyvät rehuvilja-alaan, 1000 kg/ha merkitsee, että palkoviljoja viljellään viljojen kanssa seoskasvustoina.

Taulukko 9. Vuoden 2000 pellon käytön jakauma luomuviljelyssä ja tavanomaisessa viljelyssä sekä jos koko maan elintarviketuotanto perustuisi luonnonmukaiseen tuotantoon (MMM:n tietopalvelukeskus 2001b).

	Luomu v. 2000 %	Tavanomainen v. 2000 %	"Luomumalli" %
Nurmi	47	33	40
Rehuvilja	32	50	35
Leipävilja	13	8	*17
Öljykasvit	-	3	*5
Muut (peruna)	8	7	*3

*Myöhemmässä tarkastelussa leipävilja, öljykasvit ja peruna (muut) muodostavat yhdessä käsitteen "leipävilja", ts. suoraan ihmisravinnoksi käytettävän sadon. Sen yhteinen osuus on kiinteä, 20 % kokonaispeltoalasta; ylimääräinen 5 %-yksikön peltoala käytetään rehuna (sen tulkitaan olevan mm. rypsiapuristetta, leipäviljan lajitteluja-keita sekä syystä tai toisesta leipäviljaksi kelpaamaton osuus leipäviljasadosta).

Taulukoiden 8-9 sato-oletukset perustuvat keskimäärin kolmanneksen alempaan satoon kuin tämänhetkinen tavanomaisen maatalouden satotaso, joten myös kokonaissato on kolmanneksen pienempi (pelkkä rehusato 5,6 mrd. RY vs. 3,8 mrd RY). Mallissa on kuitenkin pidetty nurmen, leipäviljojen sekä perunan ja öljykasvien tuotanto nykyisensuuruisena lisäämällä niiden viljelyosuutta kompensoimaan alempaa satotasoa. Näin ollen kokonaissadon aleneminen vaikuttaa vain tuotettavan rehuviljan kokonaismäärään (3,2 mrd. RY vs. 1,4 mrd. RY). Maidon- ja naudanlihan tuotantomalleissa käytetään ruokinnassa 30 % väkirehuosuutta, joka on jonkin verran nykyistä alempi (nykyinen n. 40 %), minkä vuoksi nautaeläintaloudessa tarvittavan rehuviljan tarve on vähäisempi. Rehuviljan tuotantoon on sisällytetty myös 200 000 hehtaarin palkoviljaosuus (10 % kokonaispeltoalasta), jolla korvataan nykyisin käytetty tuontivalkuaisrehu yhdessä öljykasvien viljelystä (5 % kokonaispeltoalasta) saatavan valkuaisrehun kanssa.

Näiden muutosten valossa nautakarjatalouden kokonaistuotanto supistuu vastaamaan kotimaista kulutusta ja sianlihan tuotanto supistuu jonkin verran nykyisestä. Viljan vienti loppuu kokonaan, mutta vastaavasti myös valkuaisrehun tuontitarve vähenee merkittävästi.

6.3.3 Erikoistuneet tuotantomallit

Tarkastellaan yksinkertaisten staattisten mallien avulla luomuviljelyn typpitaloutta ja sadon määrää erikoistuneessa karjataloudessa (NAUTA) ja erikoistuneessa kasvinviljelyssä (VILJA).

Mallin vakioidut oletukset:

Nurmen vuotuinen biologinen typensidonta 100 kg/ha, apilan osuus 50 % kuiva-ainesadosta.

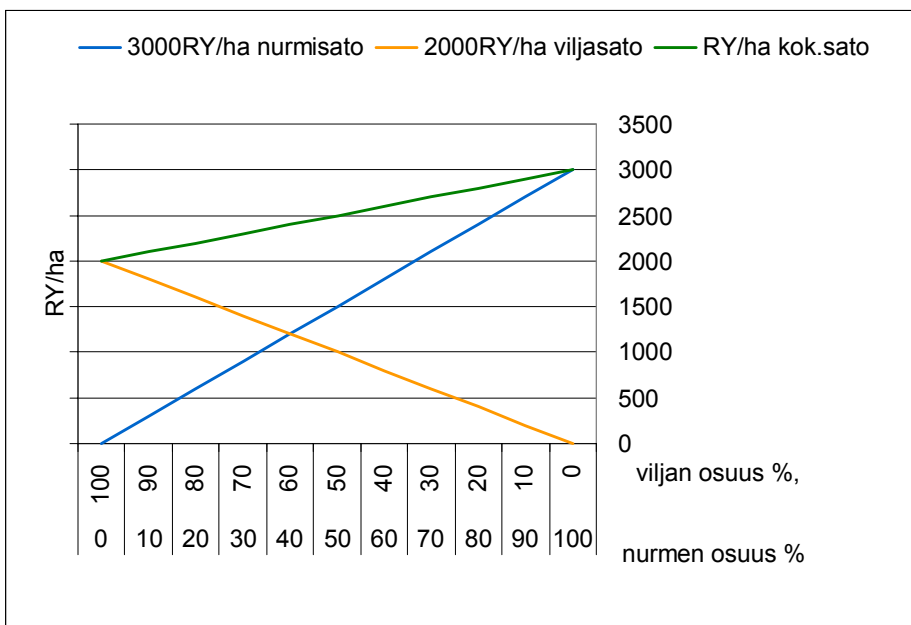
Nurmen hehtaarisato 3000 RY = 3400 kg ka, kuiva-aineen typpipitoisuus 2,5 %, typpisato 85 kg/ha.

Viljan hehtaarisato 2000 RY = 2000 kg ka, kuiva-aineen typpipitoisuus 2,0 %, typpisato 40 kg/ha.

Karjan vuotuinen typen tarve 130 kg/ey ja 5000 RY/ey (70 % nurmirehua, 30 % viljaa).

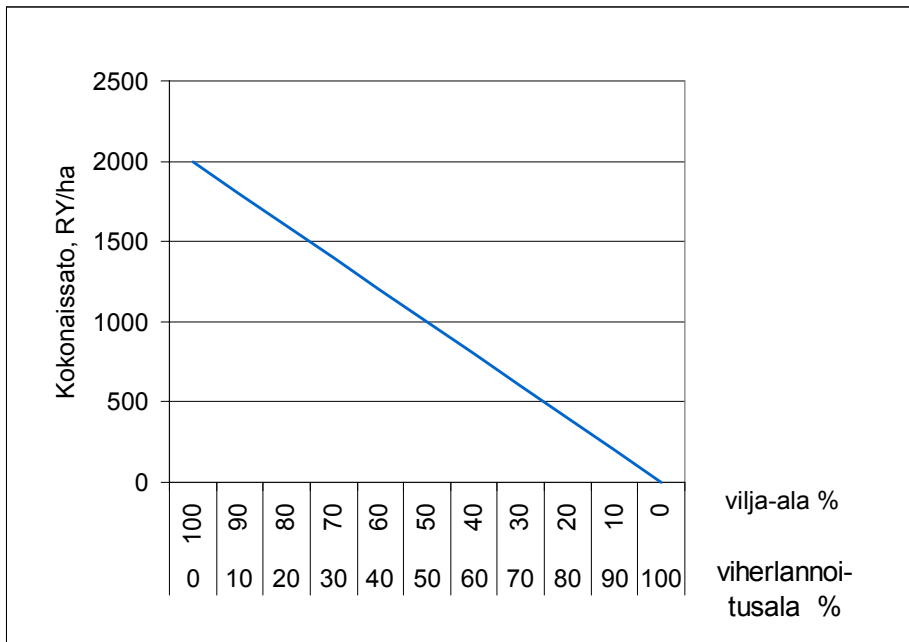
Karjalle syötetystä typestä 50 % on lannassa käytettävissä uudelle sadolle.

Viherlannoitusnurmen vuotuinen biologinen typensidonta 100 kg/ha.



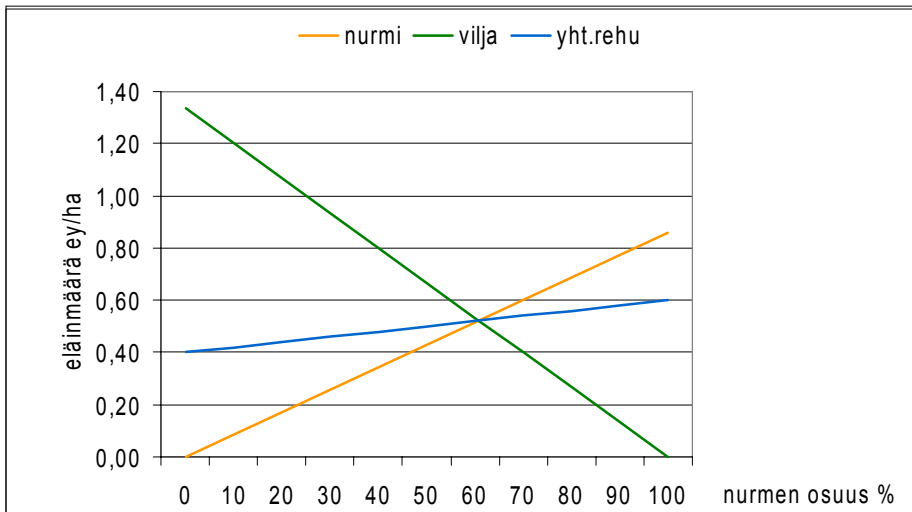
Kuva 23. Erikoistuneen karjatilan (NAUTA) kokonaissadon riippuvuus nurmen ja viljan viljelyosuudesta. Periaatekuva.

Luomutuotannossa nurmen kokonaissato on selvästi viljasatoa suurempi, mallissa 3000 RY/ha vs. 2000 RY/ha. Kotieläintilalla, jolla viherkesantoa ei käytetä lainkaan, kokonaissato lisääntyy suoraviivaisesti nurmen osuuden lisääntyessä (kuva 23). Sen sijaan viljatilalla, jolla nurmi käytetään vain viherlannoitukseksi, kokonaissato vähenee suoraviivaisesti nurmen osuuden lisääntyessä (kuva 24). Näin ollen erikoistuneiden viljatilojen ja kotieläintilojen satoerot ovat sitä suuremmat mitä suurempi on nurmen osuus.



Kuva 24. Erikoistuneen viljatilan (VILJA) kokonaissadon riippuvuus viherrannoitusalasta. Viljan sato 2000 RY/ha. Periaatekuva.

Koska teoriassa maksimaalinen rehusato saavutetaan viljelemällä vain nurmea, kannattaisi kotieläintilan luopua kokonaan viljanviljelystä. Tämän suuntaisen kehityksen onkin löydetty tavanomaisesta nautakarjatuotannosta, erityisesti viljantuotantoon heikoimmin soveltuvilla alueilla Itä- ja Pohjois-Suomessa. Lannanlevitystä varten perustettavat yksivuotiset kasvustot voivat olla joko perinteisiä nurmikasvustoja (esim. raiheinä), tai viljakasvustoja, jotka korjataan kokoviljasäilörehuksi. Tavanomaisessa tuotannossa viljan ja nurmen suhteellinen satoero lienee pienempi kuin luomuviljelyssä. Nurmen epätarkka tilastointi vaikeuttaa yksiselitteisen arvion antamista. Karkeana arviona voisi antaa tavanomaiselle viljasadolle 3200 RY/ha vs. nurmisato 4000 RY/ha. Mikäli tilan koko peltoala tuottaa yksinomaan karkearehua ja kaikki väkirehu ostetaan, kohottaa se eläintihyettä 0,3 – 0,5 eläinyksikköä hehtaaria kohden (kuva 25).



Kuva 25. Eläinmäärän ja rehuntuotannon riippuvuus toisistaan. Nurmen sato 3000 RY/ha, viljan sato 2000 RY/ha, viljan osuus ruokinnassa 30 % (energiasta) ja yhden eläinyksikön rehun tarve 5000 RY/ey. Vilja -kuvaaja kertoo kuinka suuren eläinmäärän viljan tarpeen sato tyydyttää, nurmi -kuvaaja vastaavasti nurmisadon riittävyyden. Yhteensä -kuvaaja puolestaan kertoo kokonaissadon riittävyyden. Kaikkien kolmen kuvaajan leikkauspisteessä on rehuntuotannon omavaraisuuspiste. Pisteän oikealla puolella viljaa on ostettava, mikäli eläinmäärää kasvatetaan nurmirehun tuotannon lisäystä vastavasti; pisteän vasemmalla puolella viljaa voidaan myydä, jos eläinmäärä perustuu nurmirehun määrään.

Nurmen maksimiosuus

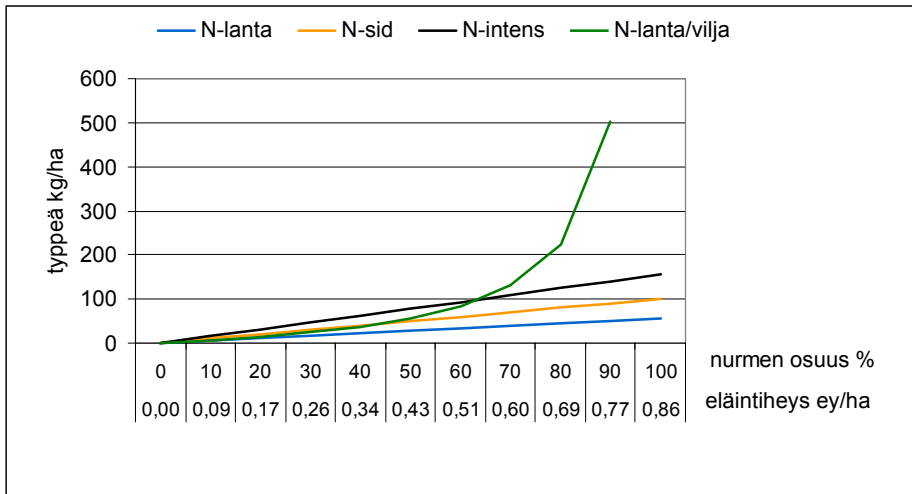
Nurmen osuuden kasvattaminen luomutuotannossa tuo mukanaan kuitenkin monenlaisia vaikeuksia. Nurmipalkokasvien jatkuva viljely johtaa kasvitautiongelmiin, karjan tarvitseman väkirehun hankinta ostamalla ei läheskään aina tule kyseeseen, lisäksi lannan levitysalasta saattaa tulla pula ellei nurmien ikää lyhennetä. Nurmien iän lyhentäminen puolestaan nostaa kustannuksia ja ainakin yksivuotisiin nurmiin siirtyminen saattaa alentaa myös satoa.

Luomukarjatiloilta ei juuri koskaan ole mahdollisuuksia viljellä nurmia ilman palkokasveja, koska niukan typpilannoituksen vuoksi sadon valkuaispitoisuus jää ilman niitä tavanomaista alhaisemmaksi. Varhentamalla sadonkorjuuta voidaan vain rajoitetusti kohottaa valkuaispitoisuutta, mutta samanaikaisesti rehuyksikkösato heikkenee jyrkästi.

Mikäli tavoitteeksi asetetaan omavarainen väkirehuntuotanto, niin 30 % väkirehuosuuden (rehuyksiköistä) vaatima vilja-ala on n. 40 %. Nurmipalkokasvien patogeenien hallintaan on vaikea antaa yksiselitteistä kynnyсарvoa nurmen enimmäismääräksi. 40 % vilja-ala mahdollistaa vähintään kahden vuoden apilattoman jakson kasvinvuorotuksessa, mikä käytännön kokemusten

valossa on vähimmäisvaatimus. Myös lannan levityksen kannalta 40 % vilja-ala on riittävä, joskin typpeä tulee viljahehtaarille noin 100 kg (kuva 26), vaikka poistuma on vain 40 kg/ha.

Yhteenvedona nurmialan enimmäismääräksi voidaan arvioida luomuviljelyssä n. 60 %.

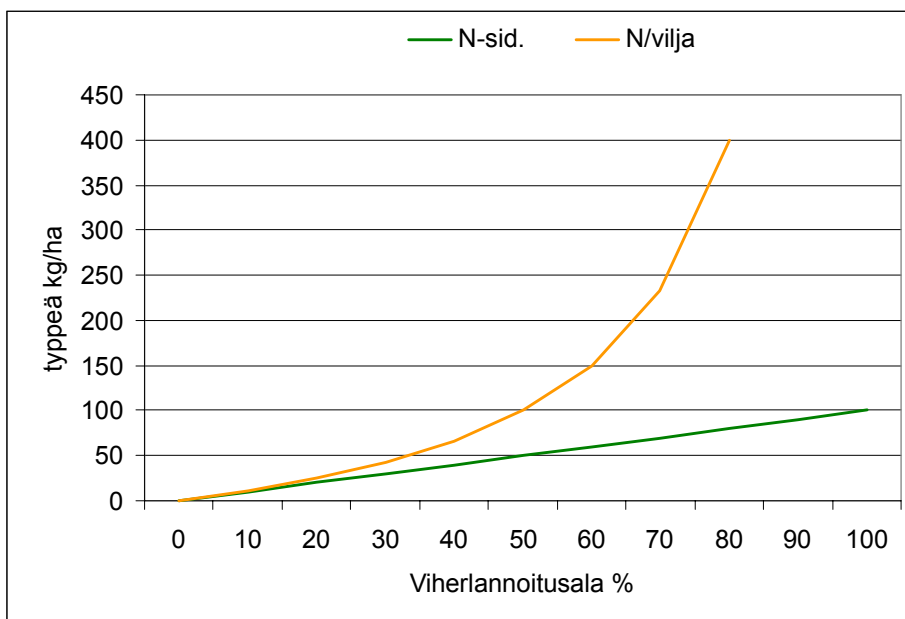


Kuva 26. Eläintiheden ja nurmialan vaikutus typpi-intensiteettiin. Periaatekuva.

Nurmen minimiosuus

Karjattomilla luomutiloilla nurmenviljely viherlannoitteeksi on tyypillisesti ainoa ratkaisu tilan typpihuoltoon. Viherlannoitukseen käytetty peltoala on kuitenkin pois sadontuotannosta ja johtaa kuvan 24 mukaisesti sitä pienempään kokonaissatoon mitä suurempi osuus pellostä käytetään viherlannoitukseen. Toisaalta, mitä vähäisempi typen määrä on käytettävissä sitä heikommaksi jää viljojen sato, ääritapauksissa typen niukkuus johtaa sadon täydelliseen epäonnistumiseen.

Viherlannoitustarvetta voidaan karkeasti arvioida edellä kuvatulla mallilla. Viherlannoitusalan ollessa kolmannes peltoalasta ja typensidonnan 100 kg/ha jää kahdelle kolmannesta peltoalasta typpeä 50 kg/ha (kuva 27). Tällainen typpimäärä riittää teoriassa tuottamaan noin 2000 kg/ha jyväsadon. Lisättäessä viherlannoitusalaa typen määrä kuitenkin lisääntyy nopeammin kuin viherlannoitusala, koska samanaikaisesti suurempi typpimäärä jää hyödynnettäväksi pienemmällä vilja-alalla. 40 % viherlannoitusosuudella typpeä tulee 67 kg/ha; 50 % viherlannoitusosuudella jo 100 kg/ha.



Kuva 27. Viherlannoitusalan ja typpi-intensiteetin välinen riippuvuus. Viherlannoituksen typensidonta 100 kg/ha. Periaatekuva.

Teoriassa kolmanneksen osuus viherlannoitusosalaksi olisi siis riittävä. Tätä pienempi viherlannoitusalan käyttö edellyttää joko yli 100 kg/ha typensidontaa, palkoviljojen runsasta käyttöä tai erilaisia intercropping-käytäntöjä, esim. aluskasvien käyttöä. Mikäli viljailoille palautuisi yksimahaisten kotieläinten tuottama lanta, ei tällöinkään viherlannoituksen osuus voisi olla neljännestä pienempi.

Myöhempää tarkastelua varten määritellään kolme erikoistunutta tuotantomallia:

I erikoistunut nautakarjatalousmalli (NAUTA):

60 % nurmea ja 40 % rehuviljaa (10 % palkoviljaseosta, joka sisältyy rehuvilja-alaan).

II erikoistunut kasvintuotantomalli alhaisella typen intensiteetillä (aVILJA):

30 % viherkesantonurmea, 10 % palkoviljaa ja 60 % typpeä sitomattomia kasveja.

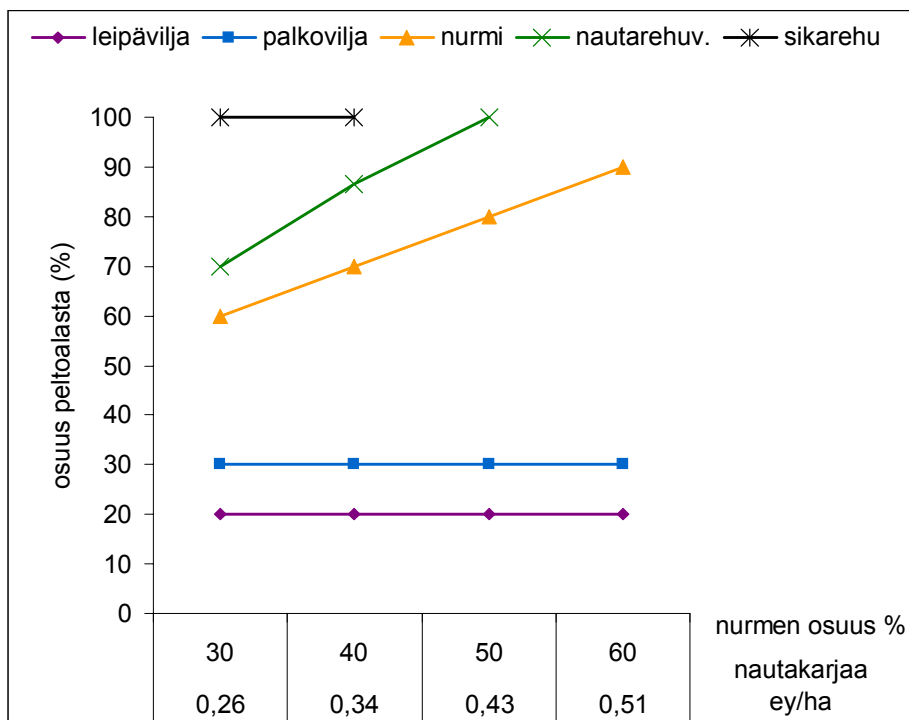
III erikoistunut kasvintuotantomalli korkealla typen intensiteetillä (bVILJA):

50 % viherkesantonurmea, 10 % palkoviljaa ja 40 % typpeä sitomattomia kasveja.

6.3.4 Erikoistuneista malleista integroituun malliin

Mikäli maataloustuotantomme toteutuisi laajassa mitassa luomutuotantona ja tuottaisi eri elintarvikkeita jokseenkin samoissa paljousuhteissa kuin maataloutemme nykyisin tuottaa, olisi kaksi kolmannesta kokonaispeltoalasta valjastettu nautakarjatalouteen (1,3 milj. ha) ja yksi kolmannes pelloista viljan tuotantoon yksimahaisille kotieläimille ja leipäviljan tuotantoon (0,7 milj. ha). Erikoistuneen viljantuotannon tarvitsema viherkesantoala olisi huomattava, 200 000 – 300 000 ha, vastaten 10 – 15 % koko peltoalasta. Mikäli suoraan ihmisravinnoksi käytettävän viljan, perunan ja öljykasvien viljelyyn tarvittavaksi alaksi arvioitaisiin 400 000 ha (satoa tuottava ala), jäisi yksimahaisten kotieläinten rehualaksi tuskin lainkaan peltoa.

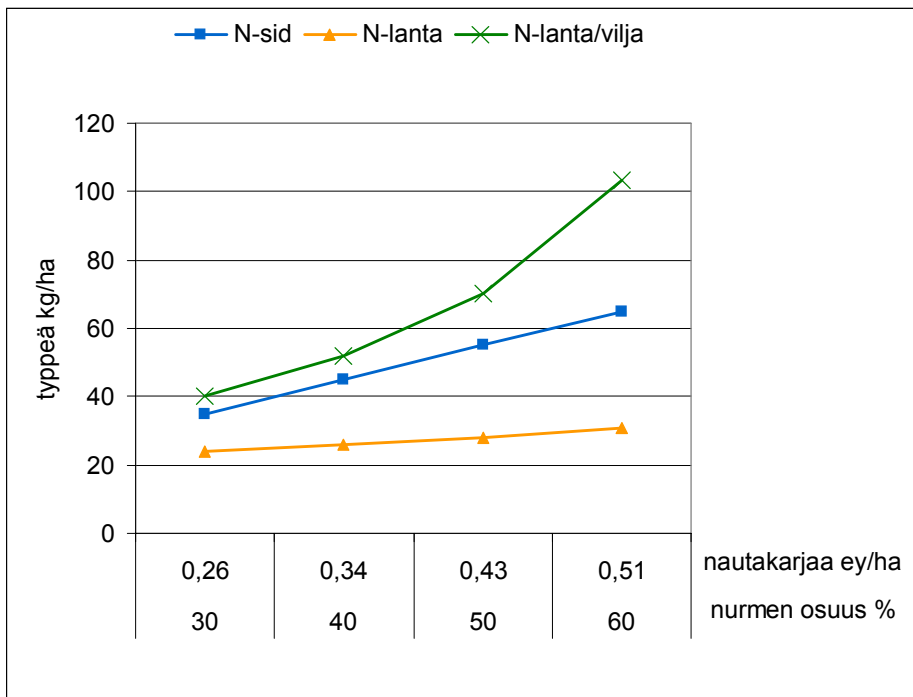
Tarkastellaan seuraavaksi mallia, jossa viljantuotanto ja kotieläintuotanto on integroitunut, eikä viherkesantoa käytetä lainkaan (kuva 28). Otetaan tarkastelun perustaksi nautakarjatalouden tarvitsema nurmiala (40 %) sekä siihen liittyvä rehuviljan tarve (25 %), yhteensä kaksi kolmannesta kaikesta peltoalasta. Lisätään tähän 20 % peltoala tuottamaan suoraan elintarvikkeiksi käytettävät kasvinviljelytuotteet (leipävilja, rypsi ja peruna), loput peltoalasta (15 %) käytetään yksimahaisten kotieläinten (siat, siipikarja) rehuksi.



Kuva 28. Eri viljelykasvien osuudet integroidussa tuotannossa. Leipäviljan (20 %) ja palkoviljan osuus (10 %) vakioitu.

Kaikesta rehuksi käytettävän sadon tyypestä puolet palautuu lantana, elintarvikkeiksi tuotettujen kasvinviljelytuotteiden ravinteet poistuvat systeemistä kokonaisuudessaan. Nurmen biologisen typensidonnan lisäksi (100 kg/ha) systeemissä viljeltävien palkoviljojen (10 % pinta-alasta, sisältyy vilja-alaan) typensidonta on 50 kg/ha. Annetaan mallille nimeksi integroitu malli (INTEGR) myöhempää tarkastelua varten.

Kuvan 29 perusteella voidaan arvioida, että nurmialan tulisi olla vähintään 40 %, mikäli halutaan kokonaan välttyä viherkesannolta eikä maataloudesta elintarvikkeina poistuvia ravinteita kierrätetä. Tällöin lannan tyypeä riittäisi vähintään 50 kg/ha muille kuin palkokasveille. Nykytilanteeseen verrattuna nurmen osuus olisi n. 10 prosenttiyksikköä suurempi. Mikäli nautojen ruokinnassa väkirehun osuus olisi nykyinen (yli 40 %), merkitsisi tämä selvästi suurempaa nautakarjatalouden tuotantoa kuin nykyinen tuotantomme. Mallissa väkirehun osuus on asetettu 30 prosenttiin, mikä kompensoi eroa. Yksimahaisten kotieläinten rehuntuotanto supistuisi jonkin verran nykyisestä.



Kuva 29. Integroidun systeemin typpi-intensiteetti. 20 % peltoalasta tuottaa leipäviljaa, jonka sato poistetaan kokonaisuudessaan systeemistä.

Mikäli haluttaisiin tuottaa yksimahaisten kotieläinten tuotteita samassa suhteessa kuin nykyisin, tulisi tiloilta elintarvikkeina poistuvien ravinteiden palautua tavalla tai toisella takaisin maatalouteen – edes samassa suhteessa kuin lannan ravinteiden. Lisäksi voitaisiin ajatella nurmirehun lisäkäyttöä myös yksimahaisten ruokinnassa: teollisten rehujen raaka-aineena (esim. viher-

jauhona) ja ruokintakäytäntöjä muuttamalla (laitumien ja säilörehujen käyttö sikojen ja kanojen ruokinnassa).

Pelkästään typen riittävyyteen perustuvien tuotantomallien perusteella saadaan hyvä käsitys siitä, millainen merkitys tuotannon rakenteella luomutuotannossa on. Mallien oletukset ovat varmasti kestävämpiä erityisesti mallien ääriolodoilla, mutta malleja ei olekaan tarkoitettu lannoitusohjeiksi vaan kuvaamaan suuntaa ja suuruusluokkaa typen riittävyyden osalta eri viljelykasvien osuuksien muuttuessa.

Mallien nojalla voidaan sanoa, että nurmitalouteen pohjautuva nautakarjatalous toimii parhaiten, mikäli asiaa tarkastellaan typen riittävyyden näkökulmasta. Koska kuitenkin halutaan tuottaa myös viljaa, on tuotantorakennetta tarkasteltava kokonaisuutena. Viljan tuottaminen erillään nautakarjataloudesta merkitsee varsin tehotonta pellon käyttöä, jopa 15 % kokonaispeltoalastamme valjastettaisiin satoa tuottamattoman viherlannoituksen tarpeisiin, mikä vähentäisi kokonaistuotantoa. Vaikka kokonaisravinnekuormitus mitä ilmeisimmin vähenisi tällaisella viljelytavalla nykyisestä (peltoala vakio), ei ympäristöhyödyt kuitenkaan olisi kiistattomia tuoteyksikköä kohti arvioituna. Tämä ennen muuta siksi, että sato pinta-alaa kohti alenee suhteellisesti enemmän kuin kuormitus pinta-alaa kohti.

Näin ollen viljan tuottaminen nautakarjatalouteen integroituneena merkitsee-kin ensisijassa viljan tuotannon järkipäristämistä ja resurssien käytön tehostamista.

6.4 Mallien tarkastelu ja tulokset

Edellä määriteltiin kolme erilaista erikoistunutta mallia (NAUTA, aVILJA, bVILJA) ja niiden lisäksi integroitu malli (INTEGR). Jotta voitaisiin vertailla integroitua mallia erikoistuneisiin malleihin, lasketaan vielä yhteen eri tuotantosuuntien erikoistuneet mallit siten, että kaksi kolmannesta systeemin kokonaisalasta edusti erikoistunutta nautakarjataloutta ja yksi kolmannes erikoistunutta kasvintuotantoa. Näin saadaan kaksi uutta systeemiä:

$$aYHT = 65 \% * NAUTA + 35 \% * aVILJA \text{ sekä}$$

$$bYHT = 65 \% * NAUTA + 35 \% * bVILJA$$

Integroituneen mallin (INTEGR) ja erikoistuneen tuotannon muodostamien systeemien (aVILJA ja bVILJA) kokonaistuotannon määrä hehtaaria kohden ei ole keskenään samansuuruinen, vaan vertailu tehdään ensisijaisesti saman pinta-alan kesken. Vertailun helpottamiseksi vakioidaan kuitenkin tuotanto eri systeemeissä seuraavasti:

- 1) Nautakarjalle tuotettu rehu (sekä nautakarjan tuotos) on samansuuruinen:
 $40 \% * 3000 \text{ RY/ha} + 25 \% * 2000 \text{ RY/ha} = 1700 \text{ RY/ha}$
- 2) Ihmisravinnoksi käytettävä sato on samansuuruinen: $20\% * 2000 \text{ RY/ha} = 400 \text{ RY/ha}$
- 3) Kaikki tämän ylimenevä sato käytetään yksimahaisten rehuksi

Mallien tarkastelussa ja vertailussa käytetään porttitaseen ohella Seurin (2002) esittelemiä vaihtoehtoisia tasesuureita, kierrätyskerrointa ja primääriravinteiden hyödyntämistä. **Kierrätyskerroin (k)** ilmaisee kuinka paljon enemmän systeemissä on tarjolla ravinteita kierrätyksen ansiosta (kerroin > 1) verrattuna siihen, että systeemissä ei olisi lainkaan kiertäviä ravinteita (kerroin = 1). **Primääriravinteiden hyödyntämistä (p)** puolestaan ilmaisee kuinka paljon systeemin ulkopuolisella ravinneyksiköllä on kyetty tuottaa kasvinviljelysatoa (montako prosenttia ulkopuolisesta ravinnepanoksesta on sitoutunut tuotettuun satoon). Milloin systeemissä ei ole lainkaan kierrätystä, on primääriravinteiden hyödyntämistä sama kuin **peltotase (S)**, joka ilmaisee siis sadossa korjattujen ravinteiden ja sadolle lannoitteena tarjottujen ravinteiden suhteen. Näiden kolmen tasesuureen yhteys on seuraava: $p = k * S$ (Seuri 2002).

Kuten jo aiemmin korostettiin, esim. esitettyjen mallien oletukset kiinteistä sadoista ja typensidonnasta ovat osin kestävämpiä, joten numeeristen tulosten tulkinnassa tarvitaan tiettyä varovaisuutta. Siksi onkin paikallaan kussakin tapauksessa arvioida, minkä suuntaisesta ilmiöstä on kulloinkin kysymys ja arvioida eri tapauksien keskinäistä suhdetta. Tarkempi empiirinen havainnointi on välttämätöntä, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida kvantitatiivisesti eri tuotantovaihtoehtojen ravinnetaloutta, ravinteiden hyväksikäyttöä ja ympäristövaikutuksia.

Kaikki kuusi erilaista systeemimallia on esitetty numeerisessa muodossa liitteessä 4 ja kullekin systeemille on laskettu typen porttitase, maaperätase, kierrätyskerroin ja primääritypen hyödyntämistä; lisäksi on laskettu ulkopuolisen typen tarve niin tuotettua rehuyksikköä kuin sadon typpikiloa kohti sekä koko systeemin typpitaseen ylijäämä tuotettua sadon rehuyksikköä kohti.

6.4.1 Kasvintuotannon ja kotieläintuotannon vertailu

Erikoistuneiksi kasvinviljelymalleiksi oli valittu typpitalouden kannalta ääripäät – käytännön viljely asetetaan kaikissa tapauksissa jonnekin näiden mallien välimaastoon. 30 % viherkesanto-osuus edustaa alhaisinta mahdollista typpi-intensiteettiä (aVILJA), mikäli halutaan tuottaa laadultaan kelvollista ja määrältään hyväksyttävä viljasato (liite 4). Typen tappiot taseen avulla ilmaistuna ovat mallissa jo niin alhaiset (5 kg/ha), että ei edes teoriassa ole mahdollista enää pienentää tappioita. Mallia voidaan luonnehtia typen opti-

maaliseksi hyödyntämiseksi kasvinviljelysysteemissä, eikä sen kirjaimellista toteutumista voida pitää kovin todennäköisenä käytännön olosuhteissa, koska aika-ajoin olosuhteiden vaihdellessa typen niukkuus saattaa johtaa sadon täydelliseen epäonnistumiseen. Tässä tarkastelussa kuitenkin mallin esittäminen havainnollistaa, miten tehokkainkaan erikoistunut kasvinviljelysysteemi ei kykene kilpailemaan integroidun tuotannon tehokkuuden kanssa.

Toista ääripäätä kuvaava malli, jossa viherkesannon osuus on 50 % (bVIL-JA), havainnollistaa sitä, miten luomuviljelyssäkin on mahdollista saavuttaa hyvin korkea typpi-intensiteetti. Mikäli intensiteetin kohoaminen ei johda samassa suhteessa sadon lisääntymiseen, lisääntyvät ympäristövaikutukset merkittävästi. Käytännön viljelyä ajatellen mallin voidaan ajatella kuvaavan tilannetta, jossa viljellään hyvin vaateliaita viljelykasveja, esim. vehnää ja rypsiä. Tällöin sadon kokonaismäärä ei välttämättä sen paremmin energia- kuin valkuaissatonakaan ylitä mallin oletuksia, mutta sato voi olla merkittävästi arvokkaampi kuin alemmalla typpi-intensiteetillä toimivassa mallissa.

Erikoistuneen karjatalousmallin ja kahden erikoistuneen kasvinviljelymallin vertailu tuo esiin selkeästi kotieläintalouden ja kasvinviljelyn eron ympäristökuormituksen muodostumisessa: kotieläinryhmästä poistuu vain murtoosa tuotetun sadon kokonaistyppimäärästä, sen sijaan kasvinviljelytilalla sadon koko typpisisältö poistuu tilalta; näin ollen hyvinkin huonosti typpeä hyödyntävä kasvinviljelytila tuottaa enemmän tuotteissa myytävää typpeä kuin tehokkainkaan (nauta-)karjatila ja typen porttitase on poikkeuksetta kasvinviljelytiloilla parempi kuin karjatilalla.

Näin ollen on varsin yksiselitteisesti todettavissa, että ravinnon tuottaminen pelkästään kasvinviljelytuotteina on oleellisesti vähemmän ympäristöä kuormittavaa. Hehtaaria kohti tuotetun sadon määrä on tarkasteltavien mallien osalta merkittävästi suurempi kotieläinmallissa kuin kummassakaan kasvinviljelymallissa, mutta koska kotieläintila käyttää sadon karjan rehuna, niin lopullista ihmisravintoa kotieläintila tuottaa hehtaaria kohti selvästi vähemmän kuin kasvinviljelytila. Ympäristökuormituksen osalta siis kotieläintuotannossa hehtaarikohtainen kuormitus on suurempi kuin kasvinviljelyssä, sen lisäksi saman määrän ravintoa (energiaa) tuottamiseksi kotieläintuotanto vaatii enemmän pinta-alaa.

Kumpikin erikoistunut kasvintuotantomalli aiheuttaa siis vähemmän typpi-kuormitusta ympäristöön kuin erikoistunut karjatalousmalli. On myös ilmeistä, että energian kulutus kasvinviljelymalleissa on vähäisempi tai korkeintaan yhtä suuri kuin karjamallissa. Muiden ravinteiden kuin typen osalta on vaikea vetää kiistattomia johtopäätöksiä. Yleensä kotieläintalouteen liittyy suurempi fosforikuormituspotentiaali kuin kasvinviljelyyn, mm. korkean fosfori-intensiteetin, laiduntamisen ja karjanlannan käytön ansiosta. Havainnot koskevat kuitenkin tavanomaisen maatalouden fosforitaloutta, johon poikkeuksetta liittyy väkilannoitusfosforin käyttö ja sen myötä ylijäämäinen

fosforitase. Luomuviljelyssä ravinteiden kokonaispoistuma jää karjatalousmallissa pienemmäksi kuin kasvinviljelymalleissa, mutta kummassakin mallissa tase jää alijäämäiseksi.

Fosforikuormitukseen vaikuttaa oleellisesti se, millä tavoin systeemiin korvataan poistuva fosfori. Potentiaalisia fosforilannoitusaineita ovat esim. erilaiset orgaaniset materiaalit (luujauho ja muut teurasjätteet, kala ja vesistöistä peräisin oleva muu biomassa, metsäteollisuuden tuhkat sekä yhdyskuntalietteet) sekä erilaiset epäorgaaniset fosforimateriaalit (apatiitti, raakafosfaatit). Tietämys esim. orgaanisen fosforin ominaisuuksista viljelykasvien, -maan ja ympäristön osalta on kuitenkin niin vähäinen (Hartikainen 2004), ettei fosforikuormituksesta voi tässä yhteydessä päätellä eri tuotantosuuntien osalta mitään.

6.4.2 Kasvintuotannon ja kotieläintuotannon kokonaisvaikutukset

Koska kulutetusta ravinnosta merkittävä osa on kotieläintuotteita, ei kasvinviljelymallin ympäristöystävällisyys vielä ole vastaus siihen, miten maataloustuotannon kokonaisympäristökuormitus minimoidaan. Sen vuoksi rakennettiin malli, jossa kotieläintuotteita ja kasvinviljelytuotteita tuotetaan kumpikin samassa systeemissä (INTEGR). Mallissa tuotetaan kolmenlaisia tuotteita: 1) nurmirehun hyödyntämiseen pohjautuvia kotieläintuotteita (maito, naudanliha); 2) rehuviljan hyödyntämiseen pohjautuvia kotieläintuotteita (sianliha, kananmunat); 3) ihmisravinnoksi suoraan hyödynnettävät kasvinviljelytuotteet (vilja, peruna, öljykasvit).

Tämän mallin (liite 4) lähtökohtana pidetään täydellistä typpiomavaraisuutta ja toisaalta pyritään välttämään kokonaan viherlannoitus. Näistä lähtökohdista määräytyi nurmen osuudeksi 40 % ja palkoviljojen osuudeksi 10 %. Mallin oletusarvoilla vähäisempi typensidontaan käytettävä peltoala ei riitä takaamaan riittävää typen määrää systeemissä. Yhteensä systeemiin tuleva kokonaistyyppipanos on 45 kg/ha. Lisäksi kaikki systeemin tuottama sato käytetään karjan rehuna, lukuunottamatta 20 % peltoalaa, jonka oletetaan riittävän leipäviljan ja perunan tuotantoon ja menevän suoraan ihmisravinnoksi. Karjan rehuna käytetyn sadon typestä puolet oletetaan jäävän systeemiin lannan muodossa, lannan määräksi tulee näin 26 kg/ha.

40 % nurmiala johtaa siihen, että nautakarjatalouden tarvitsema kokonaisala on yhteensä kaksi kolmannesta (nautojen väkirehun tuottamiseen tarvitaan 25 % peltoalasta) ja muuhun käyttöön jää kolmannes kokonaisalasta. Mikäli tilannetta vertaa nykyiseen pellon käyttöön, niin nurmen osuus kokonaispeltoalasta on tällä hetkellä n. 33 %. Nautakarjan tarvitseman väkirehun tuottamiseksi tarvittavan peltoalan voi arvioida sen perusteella, että tarkkailukarjosten lypsyylehmien ruokinnassa väkirehun osuus on yli 40 %. Jos oletetaan, että

jokseenkin kaikki nurmirehu käytetään nautojen ruokintaan, niin nautojen tarvitseman väkirehun tuotantoon tarvitaan suuruusluokaltaan samansuuruisen peltoala kuin nurmirehunkin. Tällä perusteella voi arvioida, että nautakarjatalouden tarvitsema peltoala on nykyisinkin noin kaksi kolmannesta, joten mallin perusteet pohjautuvat tämän hetkiseen maataloustuotannon rakenteeseen.

Integroitu tuotanto vs. erikoistunut tuotanto (INTEGR vs. aYHT ja bYHT)

Sadon määrä

Integroidussa mallissa (INTEGR) keskimääräinen sadon määrä, 2400 RY/ha, on 10 – 15 % korkeampi kuin erikoistuneiden systeemien (aYHT, bYHT) keskisato (liite 4). Vaikka erikoistuneen karjatalousmallin (NAUTA) keskimääräinen sato on tätä suurempi, 2600 RY/ha, laskee erikoistuneiden kasvinviljelymallien viherkesannointiin käytetty ala keskisadon näin alhaiseksi. Viherkesannon osuus on joko 10,5 % tai 17,5 % kokonaisalasta erikoistuneiden mallien systeemissä.

Integroituneen mallin sadosta siis riittää yksimahaisten rehuksi 300 RY/ha, mikä vastaa 12,5 % mallin koko sadosta. Sen sijaan erikoistuneesta systeemistä, jossa kasvinviljelyn viherkesannon osuus on 30 %, yksimahaisten rehuksi liikenee vain 80 RY/ha (alle 4 %) ja mikäli viherkesannon osuus on 50 %, ei systeemi enää pysty tuottamaan edes kaikkea ihmisravinnoksi tarkoitettua satoa (vajaus 60 RY/ha).

Kokonaissadon määrä pienenee erikoistuneen tuotannon myötä (viherkesantoalan vuoksi). Koska eri suuruisten pinta-alojen keskinäiseen vertailuun ei ole riittäviä perusteita, keskitytään tässä yhteydessä vain arvioimaan samansuuruisen peltoalan vaihtoehtoisia tuotantoteknologioita tyyppien hyödyntämisen näkökulmasta.

Typpitalous

Integroidussa mallissa saavutetaan korkea primäärityyppien hyödyntämistä seuraavista syistä:

- 1) Merkittävä osa kokonaissadosta on palkokasvien tuottamaa – palkokasvien tyyppien hyödyntämistä on lähes 100 %, koska biologisesti sidotun tyyppien myötä muodostuu aina vastaava määrä satoa (biomassaa).
- 2) Valtaosa tyyppistä palautuu lannan muodossa takaisin systeemiin, jolloin kiertävien ravinteiden osuus kokonaisravinnemäärästä on hyvin suuri (edellytys korkealle kierrätyskertoimelle).

- 3) Typen kokonaisintensiiteetti on niin alhainen, että typpi tulee tarkoin hyödynnetyksi; tähän on päästy riittävän suurella typpeä sitomattomien kasvien viljelyosuudella (50%).
- 4) Typpeä sitomattomien kasvien typen saantia voidaan hallita karjanlannan ja kasvinvuorotuksen avulla tehokkaasti.

Kohdat 3 ja 4 pitävät sisällään myös riskin, että liian alhainen typpi-intensiiteetti vaarantaa sadon onnistumisen, kuten arvioitiin erikoistuneessa kasvintuotantosysteemissä (30 % viherkesantoa). Integroitu systeemi on kuitenkin sangen tehokkaasti puskuroitu sadon epäonnistumista vastaan. Mikäli viljojen typensaannin niukkuus muodostuu ongelmaksi, voidaan nurmen jälkeisen viljan typensaantia parantaa systeemin sisällä joustavasti, esim. käyttämällä edeltävän nurmen viimeinen sato (odelma) viherlannoitukseksi ja/tai lisäämällä karjanlannan määrää. Muutokset voidaan sitten kompensoida esim. vähentämällä nurmen perustamisvuoden viljakasvuston lannoitusta ja korjaamalla sato kokoviljasäilörehuksi, jolloin todennäköisesti saadaan menetettyä nurmen odelmasatoa vastaava lisäsato. Tällöin osa viljasadosta vaihtuu karkearehuksi. Karkearehun osuutta on kuitenkin mahdollista lisätä nau-takarjan ruokinnassa, joskin se saattaa jonkin verran heikentää kotieläimien tuotosta.

6.4.3 Tuoteyksikkökohtainen kuormitus

Eri mallien keskinäisessä vertailussa saattaa tuottaa erityisiä vaikeuksia tulkit-ta tyypitaseen ylijäämä tuotettua rehuyksikköä kohti (liite 4). Integroitunees-sa mallissa tyypitaseen ylijäämä on 10 g/RY, kun se puolestaan viherlannoitukseen (30%) perustuvassa kasvinviljelymallissa on vain 4 g/RY. Eikö siis olisi ympäristöystävällisempää tuottaa leipävilja erikoistuneella tuotantota-valla ja tuottaa vain kotieläinten rehu integroituneella mallilla? Vastauksen saa helposti muuttamalla integroidun mallin leipäviljan rehuviljaksi, lisää-mällä siitä syntyvän lannan (4kg/ha) systeemin lantamäärään ja vähentämällä tyypituotoksesta 6 kg/ha (8 kg/ha sijasta viljalla voidaan tuottaa 2 kg/ha koti-eläintuotosta, erotus on 6 kg/ha). Muutoksen johdosta tyypitaseen ylijäämä kasvaa 6 kg/ha (yhteensä 30 kg/ha) ja systeemin keskimääräiseksi typen yli-jäämäksi tulee 12, 5 g/RY. Mikäli integroitunut malli kattaisi 80 % kokonais-viljelyalasta ja loppu 20 % alasta käytettäisiin erikoistuneeseen leipäviljan tuotantoon, muodostuisi kokonaiskuormitus seuraavanlaiseksi: $80\% \cdot 30 \text{ kg/ha} + 20\% \cdot 5 \text{ kg/ha} = 25 \text{ kg/ha}$. Havaitaan, että kokonaiskuormitus ei vähenty-nyt, päinvastoin.

Ilmiön selitys muodostuu kahdesta tekijästä: ensinnäkin staattisen mallin puutteesta ottaa huomioon erilaisen lannoituksen vaikutus sadon suuruuteen; toiseksi primääritypen hyödyntämistason vaikutuksesta. Esimerkissä luon-nollisesti olisi RY-sadon pitänyt kohota, kun systeemiin tuli käytettäväksi lannan typpeä lisää 4 kg/ha. Mutta vaikka sato olisikin kohonnut jonkin ver-

ran, ei se olisi kyennyt kompensoimaan kuin murto-osan taseen heikkenemistä, koska tuotetusta lisäsadosta vain neljännes poistuu kotieläintuotoksena systeemistä.

Tärkeämpi selittäjä on siis primäärityypen hyödyntämisaste. Tarkastellaanpa sitä lähemmin. Lannan määrän lisääntyminen parantaa kierrätyskerrointa (1,67), mutta heikentää samalla peltotasetta (0,8), joten primäärityypen hyödyntämiseen muutos ei vaikuta mitään (1,33). Juuri primäärityypen hyödyntämisasteen riippumattomuus tuotetun sadon käytöstä on sen etu muihin käytävissä oleviin tasesuureisiin. Integroidun systeemin primäärityypen hyödyntämisaste on selvästi korkeampi (1,33) kuin erikoistuneen kasvintuotantosysteemin (0,86). Muutoksen ansiosta siis vain 80 prosentilla viljelyalasta saavutettiin korkeampi primäärityypen hyödyntämisaste ja 20 prosentilla viljelyalasta primäärityypen hyödyntämisaste jäi tätä heikommaksi – ennen muutosta koko viljelyalalla saavutettiin korkeampi primäärityypen hyödyntämisaste. Juuri tämä primäärityypen hyödyntämisasteen heikkeneminen selittää sen, että kokonaiskuormitus päivittäin lisääntyi muutoksen myötä. Mitä primäärityypen hyödyntämisaste itse asiassa kertoo?

Ravinnetaseiden laskenta perustuu systeemiin tuleviin ja systeemistä poistuviin ravinteisiin. Tase ei tarkastele lainkaan ravinteiden kulkua systeemin sisällä. Näin ollen tasetarkastelu ei tee mitään eroa pelkän kasvinviljelysysteemin ja integroituneen kasvinviljely- ja kotieläinsysteemin välillä. Taseen yli- tai alijäämä kohdistuu tällaisessa tarkastelussa vain lopputuotteelle: esim. kasvinviljelysysteemissä tuotetulle rehuyksikölle, tai kotieläinsysteemissä tuotetulle maitolitralle. Tarkastelu puoltaa paikkaansa, jos mielenkiinnon kohteena on systeemin absoluuttinen kuormitus. Sen sijaan, jos halutaan selvittää ravinteiden hyväksikäytön tehokkuutta, tarkastelu johtaa helposti virheelliseen tulkintaan, koska tarkastelussa ravinteiden kierrätys jää huomiotta. Havainnollistetaan asiaa numeerisella esimerkillä:

Oletetaan, että kasvinviljelysysteemissä ravinnepanos on 10 ravinneyksikköä ja sadossa korjataan 8 ravinneyksikköä, olkoonpa kokonaissadon energiamäärä vaikkapa 20 ”joulea”. Systeemin ravinnetase on siis 2 ravinneyksikköä ylijäämäinen, porttitase on 0,8 ja taseen ylijäämä ”joulea” kohti on 0,1 ravinneyksikköä.

Verrataan edellistä systeemiä rehua tuottavaan samansuuruiseen kotieläinsysteemiin, jossa käytetään samansuuruinen ravinnepanos, 10 ravinneyksikköä, mutta sadossa korjataan 12 ravinneyksikköä ja 30 ”joulea”. Sato käytetään karjan rehuksi ja myytäviä karjataloustuotteita syntyy 3 ravinneyksikön verran, karjataloustuotteiden energiasisältö on 14 ”joulea”. Lannassa palautuu systeemiin 6 ravinneyksikköä. Systeemin ravinnetase on siis 7 ravinneyksikköä ylijäämäinen ja tuotettua karjataloustuotteen ”joulea” kohti ylijäämä on 0,5 ravinneyksikköä.

Tasetarkastelun valossa tulkitaan kasvinviljelysysteemin kuormittavan 2 ravinneyksikköä ja kotieläinsysteemin 7 yksikköä. Tuoteyksikköä kohti kasvinviljelysysteemi kuormittaa 0,1 ravinneyksikköä/”joule”, kotieläinsysteemi kuormittaa 0,5 ravinneyksikköä/”joule”. Johtopäätökseksi voidaan vetää, että kasvinviljelytila käytti typen tuoteyksikköä kohti laskien 5 kertaa tehokkaammin; pinta-alaa kohti ero on 3,5-kertainen. Tulos tuntuu epäjohdonmukaiselta, tuottihan karjatila kuitenkin 1,5-kertaisen määrän kasvinviljelysatoa täsmälleen samansuuruisella ulkopuolisella ravinnepanoksella!

Tällainen tarkastelu onkin harhaanjohtava, koska vertailu tapahtuu aivan erilaisten lopputuotteiden kesken, ts. kasvinviljelytuotteiden ja kotieläintuotteiden. Mikäli halutaan verrata sitä, miten tehokkaasti kumpikin systeemi on kyennyt hyödyntämään ulkopuolisen 10 ravinneyksikköä, tulee tarkastelu tehdä samojen tuotteiden kesken. Yksinkertaisinta vertailu on tehdä kasvinviljelytuotteiden kesken. Tällöin havaitaan, että kotieläinsysteemissä tuotettiin 30 ”joulea” kasvinviljelysatoa ja taseen ylijäämä tuotettua satojoulea kohti on 0,23 ravinneyksikköä/ ”joule” (=7/30). Vieläkin kotieläinsysteemi näyttäisi olevan tehottomampi kuin kasvinviljelysysteemi. Ongelma johtuu siitä, että taseen ylijäämä aiheutuu kasvinviljelysysteemissä vain kasvinviljelyn tappioista, sen sijaan kotieläinsysteemissä taseen ylijäämään sisältyy sekä kasvinviljelyn että kotieläintaloudesta johtuvat tappiot. Käytännössä on kuitenkin vaikea erottaa, missä tappiot ovat muodostuneet, joten tämän ongelman voittamiseksi käytetään primääriravinteiden hyödyntämistä kuvaamaan ravinteiden käytön tehokkuutta. Esimerkin kasvinviljelysysteemin primääriravinteiden hyödyntämiskerroin on 0,8; kotieläinsysteemin vastaava kerroin on 1,2 (tähän voidaan päätyä kahdella tavalla: muodostamalla sadon ravinteiden ja primääriravinteiden välinen suhde, $12/10$; tai määrittämällä peltotase, $12/(10+6)=0,75$, ja kierrätyskerroin, $16/10=1,6$, sekä muodostamalla näiden tulo, $0,75*1,6=1,2$).

Havaitaan, että primääriravinteiden hyödyntämistasteiden suhde näiden kahden systeemin välillä on $1,2/0,8=1,5$ l. täsmälleen sama suhde kuin satojen kesken näiden systeemien välillä. Tuloksen tulkinta on, että kasvinviljelysysteemissä tarvitaan 1,5-kertainen määrä ulkopuolisia ravinteita kuin kotieläinsysteemissä saman kasvinviljelysadon aikaansaamiseksi. Tämä siitä huolimatta, että kotieläinsysteemissä tuotettua satoyksikköä kohti laskettu taseen ylijäämä (kuormitus) on selvästi suurempi kuin kasvinviljelysysteemissä. Ilmiö selittyy sillä, että vaikka systeemin kasvinviljelyn aiheuttama kuormitus on vertailusysteemiä pienempi, mutta koska keskimääräisessä kuormituksessa on mukana myös kotieläintalouden aiheuttama lisäkuormitus, on yhteenlaskettu keskimääräinen kuormitus vertailusysteemiä suurempi.

Integroituneen systeemin kokonaiskuormitus siis muodostuu yhdessä kasvinviljelyn ja kotieläintalouden aiheuttamasta kuormituksesta. Koska kasvinviljelyn ja kotieläintalouden aiheuttama kuormitus on toisistaan riippumatonta (kotieläintalous voi lisätä tai vähentää omaa kuormitustaan täysin riippumatta

kasvinviljelyn onnistumisesta ja päinvastoin), ei kokonaiskuormituksen jakaminen kasvinviljelyn ja kotieläintalouden kesken ole mahdollista pelkäämään primääriravinteiden hyödyntämistä avulla. Sen sijaan primääriravinteiden hyödyntämistä kertoo ravinteiden tarpeen, ts. tarvittavan ulkopuolisen ravinnemäärän tuotettua satoyksikköä kohden.

Kasvinviljelyn ja kotieläintalouden aiheuttaman kuormituksen erottaminen on metodologisesti vaikeaa. Teoreettisesti tarkastellen maaperätaseen ylijäämä edustaa kasvinviljelyn aiheuttamaa kuormitusta ja se osa kotieläinten rehun ravinteista, joka ei päädy myytäviin kotieläintuotteisiin eikä palaudu lantana peltoon, edustaisi kotieläintalouden aiheuttamaa kuormitusta. Näinäkään määriteltyä tuoteyksikkökohtaista kuormitusta ei kuitenkaan voi verrata pelkän kasvinviljelysysteemin tuoteyksikkökohtaiseen kuormitukseen. Aiemmassa esimerkissä kotieläinsysteemin maaperätaseen ylijäämä oli 4 ravineyksikköä, minkä perusteella kasvinviljelyn tuoteyksikkökohtainen kuormitus olisi 0,13² joule² (4/30), kun se vastaavasti olisi kasvinviljelysysteemissä vain 0,10² joule² (2/20). Kuitenkin voidaan selvästi osoittaa, että kotieläinsysteemin kasvinviljelyssä on kyetty samalla ulkopuolisten ravinteiden määrällä tuottamaan 1,5-kertainen määrä satoa. Tämän ristiriidan ymmärtämiseksi voidaan ajatella, että erikoistuneen kasvinviljelysysteemin satoyksikköä kohti lasketusta kuormituksesta ikään kuin puuttuu vielä se osa kokonaiskuormituksesta, joka syntyy, kun sato hyödynnetään kotieläinten rehuna.

Havaitaan, että primääriravinteiden tarve satoyksikköä kohti heijastaa systeemin tehokkuutta paremmin kuin systeemin aiheuttama kuormitus satoyksikköä kohti. Kokonaiskuormitukseen vaikuttaa oleellisesti sadon käyttötarkoitus (sato poistetaan systeemistä, tai se käytetään systeemin sisällä rehuna).

Yhteenvedon voidaan todeta, että tuoteyksikkökohtainen kuormitus (systeemin kokonaiskuormitus/systeemin kokonaissato) ei ole yhteismitallinen sellaisten systeemien kesken, joissa on mukana kotieläimiä ja/tai kiertäviä ravinteita. Tuotetun sadon käyttötarkoituksella ei ole merkitystä. Näin ollen tuoteyksikkökohtainen kuormitus ei sellaisenaan sovellu ravinteiden hyväksikäytön mittaamiseen. Tuoteyksikkökohtaisen kuormituksen sijasta voidaan primääriravinteiden hyödyntämistä (p) avulla verrata ravinteiden hyödyntämistehokkuutta.

Vertailtavien kuuden eri systeemin kesken tyypin hyväksikäytön paremmuutta kuvaa siis parhaiten primäärityypin hyödyntämistä, mikä on paras integroituneessa (INTEGR) systeemissä. Absoluuttista ympäristövaikutusta puolestaan kuvaa parhaiten tyypin absoluuttinen porttitas (N kg/ha), mikä on pienin erikoistuneessa kasvintuotannossa (aVILJA). Koska kuitenkin halutaan tuottaa myös kotieläintuotteita, ei ole mahdollista hyötyä aVILJA-systeemin vähäisestä ympäristökuormituksesta

6.5 Ravinnekuormitus ja tilayhteistyö

Tilayhteistyön osalta havaittiin, että tilojen välisellä yhteistyöllä on saavutettavissa merkittäviä työn ja muiden kustannusten säästöä. Säästöjä syntyi sekä saman tuotantosuunnan että eri tuotantosuuntien kesken tehdyssä yhteistyössä. Ravinnekuormituksen ja typenkäytön tehokkuuden näkökulmasta parhaimpaan tulokseen päädytään, jos yhteistyö muodostuu kaikista kolmesta komponentista: 1) nurmirehua hyödyntävästä nautakarjataloudesta (maito, naudanliha); 2) ihmisravinnon viljelystä (leipävilja, peruna); 3) yksimahaisten kotieläinten tuotannosta (sianliha, kananmunat).

Erikoistunut nautakarjatalous edustaa kaikkein korkeinta luomuviljelyn ravinneintensiteettiä. Nurmiviljelyn suuren osuuden ansiosta systeemiin on mahdollista hankkia runsaasti typpeä nurmipalkokasvien avulla. Nurmen viljely ilman palkokasveja ei juurikaan tule kyseeseen, koska tuotetun rehun valkuaispitoisuus alenee eikä tämän korvaaminen esim. väkirehuin ole yleensä mahdollista. Mikäli omien peltojen sato käytetään kokonaisuudessaan oman karjan rehuksi, on eläintiheys n. 0,5 ey/ha ja typen poistuma myyntituotteissa parhaimmillaan maidontuotannossa n. 20 kg/ha, naudanlihantuotannossa selvästi tätä vähemmän. Typpitase jää väistämättä ylijäämäiseksi n. 50 kg/ha.

Erikoistuneen kasvintuotannon typpi-intensiteetti on säädeltävissä viherlannoituskasvuston osuuden avulla. Satokasville tulevan typen määrä muuttuu tällaisessa systeemissä hyvin voimakkaasti, koska viherlannoitusalan muutos vaikuttaa samanaikaisesti sekä systeemiin tulevan typen määrään että satokasvin pinta-alaan. Oleellista on kuitenkin se, että kokonaiskuormitus pinta-alaa kohden jää pienemmäksi kuin kotieläintuotannossa, koska systeemistä poistuu kaikki sadon sisältämä typpi. Systeemin tuotos ravinnon määränä ilmaistuna on suurempi kuin kotieläinsysteemissä, mutta systeemien kasvintuotannon tuotos on jopa alle puolet kotieläinsysteemin tuotoksesta.

Yksimahaisten kotieläinten tuotanto perustuu ensisijaisesti viljan käyttöön rehuna. Niin sikojen kuin kanojenkin ruokinnassa voidaan toki hyödyntää vähäinen määrä nurmirehua, mutta määrät ovat niin vähäisiä (alle 20 %), etteikö mallin tarkastelussa voida olettaa tämän tuotantosuunnan vain muuntavan viljaa kotieläintuotteiksi, samalla syötetyn rehun tyypestä osa palautuu lantana systeemiin. Mikäli yksimahaisten kotieläinten tuotanto tapahtuu viljanviljelyn yhteydessä, sen avulla voidaan pienentää viherlannoitusalaa, mutta varsin rajoitetusti. Ei ole todennäköistä, että yksimahaisten kotieläinten avulla voitaisiin oleellisesti alittaa 30 % viherkesanto-osuus, joten yksimahaisten kotieläinten rehuntuotanto ei oleellisesti poikkea viherkesantoon pohjautuvasta erikoistuneesta viljanviljelystä. Rehuntuotantoon tarvittava pinta-ala muodostuu hyvin suureksi.

Vaikka yksimahaisten kotieläinten hoito perustuisi tilan ulkopuoliseen rehuun ja näin hankittaisiin tilalle niin paljon typpeä, ettei viherkesantoa tarvittaisi, aiheuttaisi jatkuva viljanviljely todennäköisesti sellaisia vaikutuksia (esim. rikkakasviongelmät, maan rakenne), että kesantoon täytyisi turvautua.

Integroituneessa tuotannossa pinta-alakohtainen kuormitus saattaa olla suurempi kuin erikoistuneessa kasvintuotannossa. Koska kotieläintalouden ja kasvintuotannon integraatio johtaa aina suurempaan kasvinviljelysatoon, muodostuu typen käytön tehokkuus tuotettua kasvinviljelysatoyksikköä kohti lähes aina paremmaksi. Tärkeimmät mekanismit typen käytön tehostumiseen integroituneessa systeemissä ovat:

- 1) typen tuloa systeemiin voidaan pienentää nurmen osuutta vähentämällä (verrattuna erikoistuneeseen nautakarjasysteemiin);
- 2) kotieläinten avulla osa sadon ravinteista jää systeemiin lantana, ravinteita voidaan kierrättää;
- 3) nautakarjan hyödyntämä nurmisato voidaan käyttää hyväksi, eikä viherkesantoa tarvita;
- 4) typpeä sitomattomien kasvien osuutta voidaan lisätä, jolloin mahdollisuudet hyödyntää palkokasvien avulla hankittu typpi paranee;
- 5) kasvinvuorotusta voidaan monipuolistaa, mikä luo edellytykset valita olosuhteisiin ja kasvutekijöihin nähden soveliaimmat kasvilajit
- 6) sadon käyttötarkoitus on joustavammin järjestettävissä, jolloin sadon epäonnistuminen ei välttämättä johda sadon menetykseen (maahan kylvämiseen)

Vaikka optimaalinen tilanne ravinteiden hyödyntämisen osalta saavutetaan kaikkien kolmen komponentin integraatiosta, saavutetaan hyötyä jo kahdenkin komponentin integraatiosta. Vähäisin hyöty saavutetaan yksimahaisten kotieläintuotannon ja kasvinviljelysysteemien integraatiosta. Sen sijaan nautakarjatalouden ja kasvintuotannon välinen integraatiohyöty on merkittävä. On kuitenkin huomattava, että mikäli tällaisesta systeemistä poistetaan kaikki se vilja, jota ei käytetä systeemin sisällä nautakarjan rehuksi, jää viljan osuus varsin vähäiseksi.

Integroituneessa mallissa 65 % oli valjastettu nautakarjatalouden rehuntuotantoon, 20 % leipäviljan tuotantoon ja 15 % yksimahaisten kotieläinten rehuntuotantoon. Tällaisesta systeemistä ei ole mahdollista poistaa rehuviljaa kompensoimatta lannan typen vähenemistä. Kompensointi on toteutettavissa joko lisäämällä nautakarjan rehuksi käytettävän nurmen osuutta (ja samalla nautakarjan määrää), tai käyttämällä viherlannoitusta.

Vastaavasti voidaan tarkastella nautakarjan ja yksimahaisten kotieläinten tuotannon integraatiota. Mikäli perustana pidetään jälleen integroituneen

mallin pellonkäytön jakautumaa, voidaan todeta, ettei leipäviljan tuotantoon valjastetun osuuden (20 %) käyttäminen yksimahaisten kotieläinten rehuksi juurikaan suo mahdollisuutta vähentää nurmen osuutta vaarantamatta typen riittävyttä.

Yhteenvedona voidaan todeta, että luomuviljelyn typpitalous asettaa suhteellisen jäykät rajat nurmen osuudelle systeemissä. Mikäli nurmisato halutaan hyödyntää muutoin kuin viherlannoituksena, edellyttää se nautakarjan sisällyttämistä osaksi systeemiä. Typen hyödyntämisaste on voimakkaasti riippuvainen toisaalta palkokasvien osuudesta hyödynnettävästä sadosta ja toisaalta kierrätettävien ravinteiden osuudesta. Palkokasvien osuuden ollessa vähintään kolmannes, saavutetaan riittävä typpi-intensiteetti, mikäli systeemin kaikki sato hyödynnetään kotieläinten rehuna ja lanta palautuu systeemiin.

Mikäli nurmirehua hyödyntää vain nautakarja ja nautakarjan ruokinnassa suhteellisen suuri osa (30%) on väkirehua, merkitsee se sitä, että pellostakin noin kaksi kolmannesta tuottaa nautakarjan rehua. Mikäli nautakarjan osuutta halutaan tästä pienentää, edellyttää se muutoksia systeemissä:

- 1) yksimahaisten kotieläinten ruokinnassa on hyödynnettävä myös nurmirehua
- 2) typensidontaa on tehostettava nurmirehun ja muiden jo viljeltävien palkokasvien osalta
- 3) viljelykiertoon on lisättävä sellaisia palkokasveja, joiden sato soveltuu muuhunkin kuin nautakarjan rehuksi
- 4) typensidontaa on tehostettava typeä sitomattomien kasvustojen viljelyssä (aluskasvit)
- 5) osa pellostakin tarvitaan viherlannoitukseksi

6.5.1 Ravinnetalous ja viljelijä

Viljelijän toiminnan motiivit ovat enemmän tai vähemmän sidoksissa toiminnan taloudellisiin vaikutuksiin. Tämän tutkimuksen tarkastelujen valossa tilojen välisellä yhteistyöllä on mahdollista vähentää työpanosta ja saavuttaa muita kustannussäästöjä. Myös ympäristövaikutusten osalta erityisesti eri tuotantosuuntia edustavien tilojen välisellä yhteistyöllä voidaan saavuttaa merkittäviä ympäristöhyötyjä.

Ympäristöhyötyjen saavuttamiseksi viljelijöiltä puuttuvat kuitenkin taloudelliset kannustimet. Tällä hetkellä käytössä olevat ympäristötuet ovat jokseenkin kokonaan soveltumattomia kannustamaan ympäristöhyötyjen saavuttamista luomutuotannossa. Selkeästi ympäristöperusteisin maksettavia tukia ovat esim. erilaiset laajaperäisyyspalkkiot sekä lannan vastaanottosopimukset. Kumpikaan näistä ei edistä lainkaan tuotannon ympäristövaikutuksia luomu-

viljelyssä. Laajaperäisyyspalkkioiden eläintiheysrajat on asetettu niin korkeiksi, että eläintiheys ei käytännön luomuviljelyssä muutoinkaan muodostu niin korkeaksi, eikä laajaperäisyyspalkkioita selvästi alemmaa eläintiheyttä luomutuotannossa palkita erikseen.

Lannan vastaanottosopimus puolestaan soveltuu heikosti sellaisenaan luomutilojen keskinäisen yhteistyön lisäämiseen. Lantaa syntyy hyvin harvoin luomutilalla siinä määrin, että sitä olisi tarkoituksenmukaista luovuttaa pois tilalta yksittäisen viljelijän näkökulmasta, vaikka se alentaisikin tilan aiheuttamaa kokonaiskuormitusta. Lantaa vastaanottavan karjattoman luomutilan pellonkäyttöä ajatellen pelkän lannan vaikutus tilan ravinnetalouteen ei ratkaisevasti vähennä viherkesannon tarvetta.



Kuva 30. Tilojen välinen yhteistyö mahdollistaa tehokkaan lannanlevityskaluston käytön ja lannan paremman hyödyntämisen (Kuva: T. Lötjönen).

Tässä tutkimuksessa esitellyt eri tilojen kesken suunnitellut yhteiset viljelykierrot hyödyttävät eri osapuolia eri tavoin. Esitetty integroitu malli perustuu typpi-intensiteetin tasaamiseen eri tuotantosuuntien kesken. Tällöin nautakarjatalous, joka ilman yhteistyötä toimii kaikkein korkeimmalla typpi-intensiteetillä, menettää osan ravinteistaan, joiden avulla kasvinviljelytilat ja/tai yksimahaisten kotieläinten kasvattajat pystyvät viljelemään ilman viherlannoitusta. Nautakarjatilán ravinteiden väheneminen saattaa heikentää ainakin viljan satoa, mutta lannan menettämisen myötä menettää tila myös muita ravinteita naapurin pellolle ja tämä saattaa heijastua myös nurmisadon heikkenemisenä. Vastapainona toki on pienempi patogeeniriski apilanviljelyssä.

Aina ei erikoistunut kasvinviljelytilakaan koe hyötyvänsä yhteistyöstä karjatilán kanssa. Vaikka kasvinviljelytilat saisivatkin lannan muodossa merkittävän määrän ravinteistaan takaisin ja näin voisivat vähentää esim. fosforin ja

kaliumin hankintaa tilan ulkopuolelta, saattaisi yhteistyö todellisuudessa alentaa niiden typpi-intensiteettiä. Tämä johtuu ennen muuta siitä, että yksi-vuotisten viherlannoituskasvustojen esikasvivaikutus voi olla selvästi voimakkaampi kuin vastaavan typpimäärän sisältävä karjanlanta. Erityisesti kuivikelannan välitön lannoitusvaikutus voi jäädä vaatimattomaksi. Viljelijälle itselleen voi olla hyvin toisarvoinen tieto siitä, että viherlannoituksen käyttö saattaa kohottaa tuoteyksikkökohtaista ravinnekuormitusta. Niin kauan kun toiminnan taloudellisuus perustuu enemmän viljelyksessä olevaan kokonaispinta-alaan kuin kokonaistuotokseen, voi typen hankinta viherlannoituksen avulla olla tilalle edullisin vaihtoehto. Lisäksi esim. tilojen erilaiset vaatimukset rikkakasvitorjunnassa saattavat kariuttaa yhteistyön.

Kaiken kaikkiaan ei ole lainkaan itsestään selvää, että viljelijät hakeutuisivat yhteistyöhön erilaisten tuotantosuuntien kesken saavuttaakseen ympäristöhyötyjä. Mallitarkastelu kuitenkin osoitti, että mikäli luomutuotannon avulla todella halutaan saavuttaa merkittäviä ympäristöhyötyjä, niin esim. typen kuormituksen osalta varovaisestikin arvioituna olisi mahdollista saavuttaa 25 % vähäisempi kuormitus tuotannon integroinnin avulla. Mitä ilmeisimmin pitkäaikaisen, laajamittaisen luomutuotannon myötä myös fosforikuormitus vähenisi (koko luomutuotannon fosforitase on negatiivinen), mikä yhdessä pienemmän typpikuormituksen kanssa parantaisi niin sisävesien kuin Itämerenkin veden laatua ajan myötä.

6.5.2 Mahdollisia kannustimia ympäristöyhteistyöhön

Lopuksi esitetään joitakin ajatuksia mahdollisista toimenpiteistä, joiden avulla voitaisiin luomuviljelyä kehittää ympäristöystävälliseen suuntaan.

- 1) Nautakarjatalouden tuki;
- 2) Yksimahaisten kotieläinten tuki;
- 3) Ravinneomavaraisuus palkittava;
- 4) Rehuomavaraisuus palkittava;
- 5) Karjatilojen ja karjattomien tilojen yhteisten viljelykiertojen käyttöä kannustettava

Nautakarjatalouden tuki

Laajamittaisen luomutuotannon perustan muodostaa ajan oloon apilanurmien viljelyyn pohjautuva nautakarjatalous. Tällä hetkellä luomutilojen karjasta vain murto-osa on luomussa, mikä heijastanee ensisijassa sitä, että kotieläintalouden luomuhyväksyntä ei tuo viljelijälle riittävää hyötyä tuotanto-ohjeiden velvoitteiden vastineeksi. Viljelijän saama taloudellinen hyöty luomun osalta voidaan jakaa kolmeen tekijään: julkisen vallan kautta tuleva tuki, markkinoilta saatava lisähinta ja luomutuotannon itsensä mukanaan tuomat mahdolliset kustannussäästöt. Verrattaessa kasvintuotantoa ja kotieläintuo-

tantoa keskenään, voidaan havaita, että julkisen vallan tuki painottuu voimakkaasti kasvintuotantoon. Luomukotieläintuotannolle ei oikeastaan ole mitään julkisen vallan erityistä tukea. Nautakarjatalouden luomuun siirtyminen ei sinänsä aiheuta tiloilla läheskään aina merkittäviä lisäkustannuksia, mutta vähäisemmästä sadosta ja kotieläinten suuremmasta tilatarpeesta kotieläinsuojissa aiheutuva lisäkustannus on ilmeinen. Markkinoilta on tähänastisten kokemusten valossa ollut vaikea saada sellaista lisähintaa, että se olisi yksinään riittävä kannustin luomumaidon tuotannolle, jalostukselle ja markkinoille.

Yksimahaisten kotieläinten tuki

Luonnonmukaisia sika- ja siipikarjatiloja oli v. 2002 alle 100 tilaa (MMM:n tietopalvelukeskus 2001b). Määrän vähäisyyteen voidaan löytää lukuisia syitä: yksimahaisten kotieläimet tukevat huonosti itse viljelyä, koska karkearehun käyttö ruokinnassa on varsin rajallista; rehu muodostaa suhteellisesti suuremman kustannuserän kuin naudoilla, luomuviljan hinnanerolla tavanomaiseen verrattuna on suurempi kerrannaisvaikutus kuin nautakarjalla; yksimahaisten kotieläinten ruokintaan ja hoitoon liittyy vaikeuksia, joiden hallitsemiseksi tarvitaan runsaasti asiantuntemusta; sekä vaikeudet saada markkinoilta sellainen hinta, joka kattaisi korkeammat kustannukset.

Sen sijaan, että luomuvilja käytettäisiin kotimaassa joko elintarvikkeina tai karjan rehuna, luomuviljaa viedään raakaviljana huomattavia määriä, vuonna 1999 yli 7 milj. kg (Maa- ja metsätalousministeriö 2000). Ravinnetalouden, resurssitarpeen ja ympäristövaikutusten kannalta tilannetta ei voi pitää toivottavana. Laajamittaisen luomuviljelyn edellytyksenä on kuitenkin myös viljantuotanto – tämän tutkimuksen valossa noin kolmannes koko peltoalasta ilman nautakarjalle viljeltävää rehuviljaa. Mikäli maamme viljantuotanto perustuisi pääasiassa vientimarkkinoihin, olisi se ristiriidassa mm. ravinteiden kierrättämisen ja paikallisten resurssien hyödyntämisen periaatteiden kanssa.

Ravinneomavaraisuus palkittava

Keskeiset maatalouden aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat joko uusiutumattomien resurssien kuluttamista tai ravinteiden kiertokulun puutteesta aiheutuva ympäristön ravinnekuormitus. Luomuviljelyssä hyödynnetään aurinгон valoenergiaa typen hankinnassa viljelysysteemiin, näin välttytään ennen muuta fossiilisen energian käytöltä ja siitä seuraavien kasvihuonekaasujen muodostumiselta. Muiden ravinteiden osalta voidaan saavuttaa merkittäviä ravinnesäästöjä ravinteiden kierrätyksen avulla. Nykyisellään ravinteiden kierrättämiseen, saati ravinneomavaraisuuteen ei ole taloudellisia kannustimia. Kotieläintalous nähdään monesti hyvin yksipuolisesti vain ympäristörasitteena. Esitettyjen mallien valossa on kuitenkin ilmeistä, että mikäli ylipäänsä halutaan tuottaa ja kuluttaa myös kotieläintuotteita osana jokapäiväistä ravintoamme, myös kasvinviljelytuotteiden tuottaminen tapahtuu kaikkein

ympäristöystävällisimmän kotieläintalouteen yhdistettynä (integroituneena). Perinteisten porttitaseiden ja peltotaseiden sijasta esitetyn primääriravinteiden hyödyntämistä avulla voidaan hyvin helposti ja yksinkertaisesti verrata eri systeemien ravinteiden käytön tehokkuutta.

Rehuomavaraisuus palkittava

Tärkeä mekanismi maatalouden ravinnekuormituksen synnyssä on kotieläintuotannon keskittyminen. Lukuisissa tutkimuksissa on osoitettu, että kotieläintalouden aiheuttama ravinnekuormitus on verrannollinen eläintiheyteen (Halberg ym. 1995). Luomutuotannossa lähtökohtana on, että karjan määrä on suhteutettu pellon määrään. Mikäli kriteeriksi asetetaan rehuomavaraisuus, rajoittaa tämä automaattisesti eläintiheyden kohtuulliseksi. Esitetyissä malleissa rehuomavaraisen systeemin eläintiheydeksi muodostui n. 0,5 ey/ha - integroituneessa mallissa vielä tätäkin alempi.

Kuten yhteistyömallitkin osoittavat, voidaan kotieläintaloudessa saavuttaa merkittäviä taloudellisia hyötyjä. Mikäli tällaisia hyvin suuria (>50 ey) kotieläinyksiköitä syntyy paljon ja alueellisesti voimakkaasti keskittyneenä, ympäristövaikutukset voivat olla varsin kohtalokkaita. Helpoimmin tilanne olisi hallittavissa ja ennakoitavissa sitomalla eläinten määrä selkeästi pellon rehuottokäytöön.

Karjatilojen ja karjattomien tilojen yhteisten viljelykiertojen käyttöä kannustettava

Karjatilojen ja karjattomien tilojen integraation avulla voidaan saavuttaa merkittäviä ympäristöhyötyjä. Tämänhetkinen maatalouden tukisäädöstö asettaa kuitenkin rajoitteita tilojen välisen yhteistyön käytännön toteuttamiselle. Säädöstö on melko joustamaton tilanteissa, joissa vuosittain joudutaan erottamaan maan omistus, hallinta ja viljely. Mielekäs tilayhteistyön toteuttamistapa saattaisi edellyttää, että omaan tuotantosuuntaansa erikoistunut viljelijä voisi käyttää vastavuoroisuusperiaatteella naapuritilojen peltoja aivan kuin omiaan (vaihtovuokraus). Tällöin kuitenkin vuosittain kunkin yhteistyöviljelijän viljelemät pellot sijaitsisivat eri paikoissa ja pinta-alat vaihtelisivat lohkojaon mukaan. Erityisympäristötukisäännökset rajoittavat tällaista menettelyä.

Kuten aiemmin tuli esiin, eri osapuolet saattavat hyötyä yhteisistä viljelykiertoista eri tavoin. Yhteistyön kannustimien tulisi olla mahdollisimman yksilöllisesti kohdennettavissa.

6.6 Ympäristöhyötyjen maksajat

Keskustelua tulisi käydä myös siitä, kenen tulisi maksaa ympäristöhyödyistä. Tilannetta, jossa samanaikaisesti on myynnissä eri hintaisia ja erilaisin ympäristövaikutuksin tuotettuja elintarvikkeita ei voi pitää aiheuttajaperiaatteen mukaisena, jos hinnoittelu on niin päin, että markkinoilla halvempi tuote on tuotettu ympäristön kannalta haitallisemmin. Tällöinhän kuluttaja suorastaan ohjataa tukemaan ympäristöä kuormittavaa tuotantoa. Useiden tuotteiden osalta tuotteen hintaa on korotettu julkisen vallan asettamin veroin tuotteiden kysynnän hillitsemiseksi (esim. bensiini, autot, alkoholi). Maatalouteen liittyviä ympäristöveroja oli käytössä mm. lannoitteiden (typpi, fosfori) osalta ennen Suomen liittymistä Euroopan Unionin jäseneksi. EU:n sisällä kuitenkin tämänkaltaisen haittaverojärjestelmän katsotaan useimmissa tapauksissa olevan ristiriidassa vapaan kilpailun ja vapaan kaupankäynnin periaatteiden kanssa.

EU:n maatalouspolitiikan ja ympäristöpolitiikan yhteensovittamista toteutetaan mm. maatalouden ympäristötukijärjestelmän avulla, josta on säädetty Euroopan yhteisöjen neuvoston asetuksella (Neuvoston asetus 17.05.1999/1257). Ympäristötukijärjestelmä on luonteeltaan kannustava, järjestelmään sitoutuneille viljelijöille maksetaan korvausta erilaisista toimenpiteistä, jotka ovat järjestelmän tavoitteiden mukaisia. Eräänä tämän järjestelmän erityistukisopimuksen piiriin kuuluvana toimenpiteenä on luomutuotanto. Luomutuotannon tuki on siirtymävaiheen jälkeen kiinteä, n. 100 euroa/ha, hehtaarikohtainen tuki ja se on samansuuruinen koko maassa ja tuotantosuunnasta riippumaton.

Vaikka ko. tuki maksetaan suoraan viljelijöille, sen voidaan ajatella kohdentuvan koko luomutuotetekijulle, koska viljelijät voivat myydä tuotteensa kulluttajille tukisumman verran halvemmalla. Näin ollen luomutuotannon tuki hyödyttää myös luomutuotteiden kulutusta. Koska tuki on tuotantosuunnasta riippumaton, on tuen vaikutus erilainen eri tuotteiden osalta. Viljan tuotannossa tuen merkitys on suhteellisesti suurin, koska tuki kohdentuu vain kompensoimaan kasvinviljelyn aiheuttamien muutosten menetyksiä viljelijälle. Viljasadon ollessa 1000 kg/ha on luomutuki n. 0,1 euroa/viljakilo, viljasadon ollessa 2000 kg/ha luomutuki on n. 0,05 euroa/viljakilo.

Sitoutuminen luomukotieläintuotantoon ei tuo viljelijälle lainkaan lisää luomutukea, sen sijaan luomutuen suhteellinen merkitys myytävän lopputuotteen hintaan pienenee. Karkeasti asiaa voi hahmottaa seuraavasti: Kahden hehtaarin sadolla voidaan ylläpitää yhtä eläinyksikköä, eläinyksikkö muodostuu lypsylehmästä ja uudistamiseen tarvittavasta nuoresta karjasta siten, että maitoa tuotetaan n. 5000 l/ey; tällöin kahden hehtaarin luomutuki tuotettua maitolitraa kohti on n. 0,04 euroa/maitolitra. Suhteutettuna tuki tuotteiden markkinahintaan, havaitaan, että viljan osalta luomutuen suhteellinen vaikutus on

30 – 60 % viljan markkinahinnasta; maidon osalta n. 10 %. Voidaan siis todeta, että nykyinen luomutuki kohdentuu erittäin voimakkaasti viljantuotantoon, kotieläintuotannossa tuen merkitys on varsin marginaalinen. Tämä heijastuu varsin selvästi luomutuotannon rakenteeseen ja markkinoihin. Vaikka lähes puolella kaikista luomutiloista on kotieläimiä (MMM:n tietopalvelukeskus 2001b), vain kymmenesosalla kaikista luomutiloista myös kotieläintalouden osalta on voimassa luomusopimus.

Luomutuotannon laajuus maassamme määräytyy viime kädessä kolmen tekijän yhteisvaikutuksesta:

- 1) Viljelijöiden halukkuudesta ryhtyä luomuviljelijöiksi;
- 2) Julkisen vallan toimista kannustaa luomuviljelyä;
- 3) Markkinoiden kyvystä markkinoida luomutuotteet.

Suomen EU-jäsenyyden aikana luomuviljelyn osuus on kasvanut voimakkaasti. Joinakin vuosina uusia luomusopimuksia ei ole voinut solmia, koska julkinen valta ei ole varannut tarkoitukseen varoja. Luomutuotteiden osuus elintarvikkeiden markkinoista on selvästi vähäisempi, mitä luomun viljelylaajuus edellyttäisi. Tämä johtuu osaltaan siitä, että merkittävä osa luomuviljelystä sadosta käytetään joko omalla tilalla tavanomaisen karjatalouden rehuna, tai myydään markkinoille tavanomaisena rehuna tai elintarvikkeena - myös merkittävä määrä luomuviljaa viedään maasta pois. Läheskään aina luomukotieläinten tuotteetkaan eivät päädy markkinoille luomutuotteina. Silloin, kun luomutilan tuotos päättyy tavanomaisena tuotteena markkinoille, ei luomuviljelijä pääsääntöisesti saa tuotteilleen erityistä lisähintaa, vaan hinta on sama kuin tavanomaiselle tuotteelle.

Näyttääkin siltä, että viljelijöiden halukkuus ryhtyä luomuviljelyyn nykyisessä taloudellisessa toimintaympäristössä on suurempi, mitä markkinat pystyvät luomutuotteita markkinoimaan kotimaan markkinoille. Koska julkisen vallan toimenpiteet kohdentuvat voimakkaasti kasvinviljelyyn, eikä markkinat pysty tarjoamaan vastaavanlaista taloudellista hyötyä kotieläintuotteiden luomutuotannosta, ei luomukotieläintuotanto laajene samassa suhteessa kuin kasvinviljelytuotanto. Ympäristöhyötyjen näkökulmasta tilanne on ristiriitainen: voimakkain ympäristörasitus maataloudesta aiheutuu nimenomaan intensiivisestä karjataloudesta, suurimmat ympäristöhyödyt olisikin juuri saatavissa laajamittaisella luomukotieläintaloudella.

Ympäristöhyötyjen saavuttamisen näkökulmasta on myös kyseenalaistettava tuotannon ja markkinoiden riippuvuus. Tähänastiset havainnot ja tarkastelut luomutuotteiden jalostuksen, markkinoinnin ja kulutuksen osalta eivät ole osoittaneet, että ketju tuottaisi merkittäviä ympäristöhyötyjä (Grönroos & Seppälä 2000). Mikäli markkinat eivät kykene markkinoimaan kaikkea luomutuotantoa luomutuotteina, tulisi viljelijöille taata mahdollisuus tuottaa kuitenkin luonnonmukaisesti ja näin edesauttaa ympäristöhyötyjen saavutta-

mista. Tämän toteuttaminen edellyttäisi sitä, että viljelijän taloudellinen tulos ei olisi enää riippuvainen markkinoiden maksamasta lisähinnasta. Käytännössä tämä voisi toteutua siten, että luomuviljelijän tuotteet markkinoitaisiin kuten muutkin elintarvikkeet ja luomutuki maksettaisiin markkinoiden ulkopuolella.

Esitetty malli ei juurikaan eroaisi nykyisestä ympäristökimallista, mutta periaatteen hyväksyminen mahdollistaisi tuen tarkemman kohdentamisen. Lisäksi malli olisi omiaan laajentamaan luomutuotantoa lyhyessä ajassa siinä määrin, että luomutuotteiden jalostus ja markkinointi olisi järjestettävissä nykyistä pienemmin lisäkustannuksin ja näin markkinat huolehtisivat ajan oloon siitä, että luomutilojen tuotanto päätyisikin luomutuotteena kuluttajalle asti. Niin kauan kun viljelijän ratkaisu aloittaa luomutuotanto on riippuvainen lisähinnan saannista markkinoilta, aiheutuu siitä ylimääräistä epävarmuutta, joka puuttuu viljelijän nykyisestä tavanomaisen maatalouden toimintaympäristöstä.

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimusta pohjusti luomuneuvojille tehty kysely, koska heillä oletettiin olevan laaja näkemys luomuviljelyn käytännön ongelmista. Vastausten mukaan suurimpina ongelmina pidettiin maatalous- ja tukipolitiikan muutoksia ja vaihteluita. Varsinkin luomukotieläintuotteiden arvioitiin tarvitsevan tuotantoon tai eläinmäärään sidottua tukea. Kotieläintuotteista saatavaa luomuhintaa pidettiin riittämättömänä edellytettynä investointi- ja työmäärään nähden. Rikkakasviongelmat ja ravinteiden riittämättömyys nähtiin monessa vastuksessa sadon määrää ja laatua alentavina ongelmina, jotka heikentävät tilan kannattavuutta. Myös luomututkimustiedon puute koettiin usein ongelmaksi.

Luonnonmukaisen ja tavanomaisen peltoviljelyn suurimmat erot ovat lannoituksessa ja kasvinsuojelussa. Luomussa helppoliukoisia mineraalilannoitteita ei saa käyttää, vaan lannoitus on järjestetty viljelykierron, viherlannoituksen ja karjanlannan avulla. Rikkakasveja torjutaan ennakoivin ja viljelytekniisin toimin sekä mekaanisesti. Viljelytekniiset toimet riittävät monesti pitkälle viljan ja nurmen viljelyssä, koska näiden kasvien kilpailukyky on suhteellisen hyvä. Lisäksi voidaan tarvita suoran torjunnan mekaanisia keinoja, joita ovat mm. rikkakasviäestys ja riviväliharaus. Todennäköisintä näiden tarve on kasvinviljelyyn erikoistuneilla karjattomilla luomutiloilla, joilla pitkäaikaista nurmea on vähän.

Kasvitaudeista ja tuholaisista koitua haitta on perusmaataloudessa yleensä melko pieni, mikäli viljelykierto on järkevästi suunniteltu. Puutarhatuotannossa tilanne on toinen: siinä sekä rikkakasvit, taudit että tuholaiset voivat tuhota sadon kokonaan tai osittain. Esimerkiksi vihannesviljelyssä rikkakas-

vien torjunta vaatii runsaasti käsityötä, ja mansikalla punkkisaastunta voi laskea satotasoa huomattavasti. Tämän tutkimuksen tuloksia ei siis pidä yleistää koskemaan luomupuutarhatuotantoa.

Luonnonmukaiset kotieläimet on ruokittava pääasiassa luomutuotannosta peräisin olevilla rehuilla. Eläimillä on oltava eläinsuojassa tilaa karkeasti ottaen kaksi kertaa enemmän tavanomaisen tuotannon vähimmäistilavaatimukseen verrattuna. Tämä tietysti lisää rakennuskustannuksia tavanomaiseen tuotantoon nähden. Myös työmenekki voi lisääntyä, jos rakennus suunnitellaan siten, että manuaalista puhdistustyötä on paljon. Työmenekki on luomussa suurempi myös eläinten ulkoiluttamisvaatimusten takia.

Tässä tutkimuksessa rakennettujen tilamallien mukaan samankokoisen tavanomaisen ja luomutilan työmenekeissä ei näyttäisi olevan suurta eroa, kun tarkastellaan maidon-, sianlihan- ja viljantuotantoa. Luomuun siirryttäessä eläinmäärää joudutaan pienentämään alempien satojen takia. Luomussa rikkakasveja torjutaan mekaanisesti ja maata muokataan tavanomaista viljelyä enemmän, mutta toisaalta helppohoitoisia viherkesantoja on luomuviljelyssä enemmän. Täten vaikka tuotantoteknologioissa onkin muutamia selkeitä eroja, kokonaistyömenekkien erot jäävät pieniksi. Tuotantokustannukset sen sijaan ovat luomutuotannossa 20–100 % suuremmat kuin vastaavan kokoisella tavanomaisella tilalla. Mikäli tilamallien lähtöoletukset eivät päde pitkällä aikavälillä, esimerkiksi viljan rikkakasveja joudutaan kitkemään käsin, tuotantotapojen työmenekkieerot muuttuvat tässä esitetyistä selvästi.

Jos eri tuotantotavoilla halutaan tuottaa sama tuotemäärä, lisääntyvät luomussa tarvittava peltoala sekä tehtävä työmäärä selkeästi. Maidontuotannossa ero on melko pieni, mutta sianlihan- ja viljantuotannossa tarvittava työmäärä lähes kaksinkertaistuu tavanomaiseen tuotantoon nähden. Samoin myös peltoa tarvitaan luomussa selvästi enemmän pienempien satojen takia. Tuotantokustannukset ovat tässä tarkastelussa 20–50 % suuremmat kuin tavanomaisessa tuotannossa. Näin ollen luomutuotteiden lisähinnat ja –tuki ovat edelleen erittäin tarpeellisia, jos luomutuottajille halutaan taata likimain sama toimeentulo kuin tavanomaisillekin viljelijöille. Mikäli uusia tuottajia haluttaisiin saada luomuun taloudellisin perustein, olisi luomun lisähintoja tai –tukea korotettava.

Työhuippukuvaajien perusteella luomutuotannon ”pullonkaulat” näyttäisivät olevan samat kuin tavanomaisessakin tuotannossa, eli lannanlevitys, kylvötyöt ja sadonkorjuu. Mikäli koneketjut on muodostettu oikein, ei pahoja ongelmia pitäisi syntyä kummassakaan tuotantotavassa. Luomusikatilojen lannanlevitys on muita tiloja hitaampaa kuivalantajärjestelmästä johtuen. Tässä saattaa olla yksi selvä pullonkaula, koska myös ”Yhteistyöesimerkki 1” haastattelussa isännät totesivat kuivalannanlevityksen olevan niin hidasta, ettei sitä ehdi kevätkiireiden aikana tekemään.

Johtopäätöksinä voidaan sanoa, ettei luomutuotannon aloittamista suunnittelevien viljelijöiden kannata jättää siirtymättä luomuun ainakaan lisääntyvän työntarpeen pelossa, kun puhutaan perusmaataloudesta. Tuotantomäärän pitäminen tavanomaisen tuotannon tasolla on kuitenkin sianlihan- ja viljan-tuotannossa monesti utopistista. Se edellyttäisi monella tilalla peltoalan lisäämistä kaksinkertaiseksi ja kallista konekannan päivittämistä vastaavalle tasolle.

Suorakylvö on suhteellisen uusi kylvömenetelmä, jota ei tämän tutkimuksen koneketjuissa ole käytetty, koska siitä on olemassa vasta vain vähän tutkimustietoa. Näyttää kuitenkin siltä, että menetelmä sopii kevät- ja syysviljoille tavanomaisessa viljelyssä. Polttoaineen ja työnsäästö on merkittävä, koska maata ei muokata mitenkään. Eroosio todennäköisesti vähentyy. Toisaalta rikkakasveja joudutaan torjumaan perinteisiä systeemejä enemmän: juola-vehnää torjutaan ainakin aluksi glyfosaatilla joka vuosi, minkä lisäksi tehdään normaali herbisidiruiskutus. Menetelmä ei tällä tietoa sovi luomuviljelyyn juuri torjunta-aineriippuvuutensa takia. Myös lannan multaaminen ja nurmen lopettaminen tuottaisivat ongelmia. Tämä on harmillista, sillä muuten menetelmän edut olisivat luomutuotannon tavoitteiden mukaisia.

Kun tarkastellaan samankokoista tavanomaista ja luomutilaa, ei koneiden energiankulutuksessa näytä olevan merkittävää eroa eri tuotantomuotojen välillä. Sen sijaan pyrittäessä samaan tuotostmäärään näyttäisi konetyötä olevan kaikissa tuotantosuunnissa luomussa enemmän kuin tavanomaisessa tuotannossa. Ennen kaikkea tämä johtuu luomun vaatimasta suuremmasta pinta-alasta tuoteyksikköä kohti. Korvaako kaupallisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käytön lopettaminen kasvavan koneiden energiankulutuksen, sitä ei tämän tutkimuksen pohjalta voida sanoa.

Yhteistyötä tarjotaan monesti ratkaisuksi maatalojen työvoimapula- ja konekustannusongelmiin. Luomutuotannossa yhteistyöllä näyttää olevan tavanomaista tuotantoa suurempi merkitys, koska tuotannon on viljelykierrollisista syistä oltava monipuolista, mikä johtaa laajaan konekannan ja osaamisen tarpeeseen. Luomutilojen on vaikea erikoistua yhtä pitkälle kuin tavanomaisten tilojen. Yhteinen viljelykierto tai karjarakennus tarjoavat osakkailleen mahdollisuuden erikoistua, mutta silti kokonaisuus toimii luomun periaatteiden mukaan. Tällaisessa järjestelyssä esimerkiksi karjaton viljatila antaa viherlannoitusnurmeaan karjatilän rehuksi ja saa vaihtokauppana omille pelloilleen karjanlantaa.

Tuotannon erikoistumisen avulla saavutetaan kiistattomia taloudellisia etuja. Jos luomutuotannon halutaan laajentuvan merkittäväksi elintarvikkeiden tuotantotavaksi, tarvitaan myös luomutuotantoon nykyistä tehokkaampia ja rationalisoituja tuotantoratkaisuja. Pienten tilojen ja matalan tuottavuuden olosuhteissa jopa laajaperäisen viljelyn kilpailukyky on huono entistä kansainvälisemmässä elintarvikekaupassa. Pisimmälle vietyjä yhteistyöratkaisuja luomutuotannossa olisivat yhteiset viljelykierrot ja yhteiset kotieläinraken-

nukset, joissa rakennuskustannusten ja työnkäytön avulla saavutettava yksikkökustannusten pieneneminen alentaa tuotantokustannuksia ja lisää tuotannon kilpailukykyä. Siten kauppaan päätyvät luomuelintarvikkeet pystyisivät kilpailemaan paremmin isoja tuote-eriä vaativien keskusliikkeiden tuotetarjouskilpailuissa. EU:n erittäin kilpailuilla elintarvikemarkkinoilla luomutuotanto joutuu puolustamaan asemaansa kaikilla mahdollisilla käytettävissä olevilla keinoilla.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan pelkän koneyhteistyön avulla ei saavuteta kovin suuria työaika säästöjä, mutta toki koneiden kiinteät kustannukset tilaa kohti jäävät yhteistyön avulla pienemmiksi. Tulosten mukaan todellista työnsäästöä alkaisi syntyä vasta, kun siirrytään syvälliseen yhteiset viljelykierrot ja kotieläinrakennukset sisältävään yhteistyön muotoon. Varsinkin maidontuotannossa saavutetaan tällöin suuria synergiaetuja. Tuotantokustannukset voivat laskea jopa 40 % yhteistuotannon avulla. Tietysti yhteisen karjarakennuksen hankkiminen kannattaa monesti vasta sitten, kun yksittäisten tilojen rakennuksia oltaisiin iän tai laajennustarpeen takia muutenkin uusimassa. Myös karja- ja viljatilain viljelykiertoyhteistyö näyttää tuotemäärien valossa tarkasteltuna hedelmälliseltä.

On selvää, ettei syvälinen yhteistyö ole aina mahdollista pitkien etäisyyksien ja sopivien yhteistyökumppanien puuttumisen takia. Tämä näkyy neuvotakyselyn vastauksissakin. ”Yhteistyöesimerkki 1:n” tilat kuitenkin osoittavat, että viljelykiertoyhteistyö voi toimia hyvin vapaamuotoisenakin. Riittää, että kaikki kokevat hyötывänsä yhteistyöstä, eikä lasketa liian tarkasti sitä, kuka hyötyy eniten.

Luomutuotannon ympäristöhyödyt toteutuvat parhaimmillaan eri tuotantosuuntien integraatiossa. Kasvintuotannon ja kotieläintuotannon integraation avulla on saavutettavissa varovaisen arvion perusteella neljänneksen pienempi typpikuormitus erikoistuneeseen luomutuotantoon verrattuna. Erillistä vertailua tavanomaiseen tuotantoon ei tässä tutkimuksessa tehty, mutta mikäli tukeudutaan aiempien tutkimusten tuloksiin (Halberg ym. 1995, Grönroos & Seppälä 2000, Virtanen 2003), erityisesti luomukarjatalouden osalta sekä typpi- että fosforikuormitus luomutuotannossa voisi olla suuruusluokaltaan vain puolet tavanomaisen karjatalouden aiheuttamasta.

Luomuviljelyn typpitalouden järjestäminen ilman palkokasvinurmia laajassa mitassa on jokseenkin mahdotonta. Nurmen optimaalinen osuus typen hyödyntämistehokkuuden kannalta on noin 40 % kokonaispeltoalasta, mikäli tämän lisäksi viljellään edes jossain laajuudessa (10 % peltoalasta) palkoviljoja tai hyödynnetään aluskasveja viljan viljelyssä. Mikäli nurmisatoa ei laajassa mitassa hyödynnetä muutoin kuin nautakarjan rehuna, tarvitaan lisäksi noin 25 % peltoalasta tuottamaan väkirehua (rehuviljaa) nautakarjalle. Näin ollen pelkästään typpitalouden näkökulmasta katsottuna luomutuotanto toimii tehokkaimmillaan silloin, kun kaksi kolmannesta kokonaispeltoalasta on valjastettu nautakarjalouteen. Maataloutemme tämänhet-

kinen rakenne vastaa melko tarkoin tällaista tilannetta, mutta eri tuotantosuunnat ovat keskittyneet maan eri osiin.

8 Tutkimus- ja kehittämistarpeita

Tässä tutkimuksessa ja Kallion (1998) tutkimuksessa tehdyn neuvojakyselyn perusteella luomutuotannon suurimmat ongelmat ovat maatalous- ja tukipolitiikan epävarmuus, markkinoinnin ongelmat ja tuotannon heikko kannattavuus. Perinteisellä maataloustutkimuksella politiikan vaihteluihin ei ole juuri mahdollista vaikuttaa, mutta tukibyrokraatiaa olisi kyllä saatava yksinkertaistettua. Tällaisenaan se vie kohtuuttomasti viljelijän aikaa, vaikeuttaa viljelyn suunnittelua ja johtaa helposti näennäisviljelyyn.

Viljelijän motivaation kannalta olisi paras vaihtoehto, jos tuotteista maksettaisiin tuotantokustannuksia vastaava hinta. Ylituotannon EU:ssa tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Luulisi, että tiloille voitaisiin maksaa tuotantosuunnasta ja tuotannon laajuudesta määräytyvä rahasumma ilman monimutkaista vuosikymmenen aikana syntyneitä tukiviidakkoo. Motivaation säilyttämiseksi tuotteista olisi saatava hieman muuttuvia kustannuksia korkeampi hinta, joka siis luomutuotteilla tulisi olla hiukan tavanomaisia tuotteita parempi. Yhdessä tuotteen hinta ja tuki kattaisivat tuotantokustannukset keskimääräisellä tilalla.

Verotus- ja tukipolitiikasta tulisi poistaa tilayhteistyötä jarruttavat esteet. Tulisi muodostaa yhteistyötä tekeviä viljelijöistä ja muutamasta lakimiehestä arviointiryhmä, joka pystyisi osoittamaan tärkeimmät epäkohdat.

Viljelytekniikassa luomun suurimpia ongelmia ovat edelleen ravinnehuolto ja rikkakasvien hallinta, varsinkin karjattomilla tiloilla. Myös luomutilojen pienet sadot ja heikko kannattavuus johtuvat usein näistä syistä. Viljelykierroista kaivattaisiin paremmin toimivia malleja. Esimerkiksi viherlannoitusnurmen käsittely ja lannan levitystapa ja -aika askarruttavat. Rikkakasviäestys ja rivi-väliharaus ovat kohtuullisesti toimivia menetelmiä, mutta harauksen ongelmana ovat riviin kasvamaan jäävät rikkakasvit. Olisiko tarpeen kehittää nyhtökone esimerkiksi pelto-ohdakkeen ja -valvatin torjuntaa varten? Tosin kes-torikkakasviongelmat johtuvat osin puutteellisista viljelykierroista.

Ravinnekysymysten ja rikkakasvien kurissapitämisen välillä on luomutuotannossa usein ristiriitoja. Esimerkiksi yksivuotisen viherlannoitusnurmen niittäminen on rikkakasvien torjunnan kannalta monesti välttämätöntä, mutta parempi tyyppisaalis saataisiin ilman niittoa. Olisi tiedettävä, kumpi tavoite on kokonaisuuden kannalta tärkeämpi. Tutkimusta olisi tehtävä myös eri maala-jeilla, sillä muun muassa ravinteiden vapautuminen ja mekaaninen rikkakasvien torjunta toimivat eri maala-jeilla eri tavalla. Kemiaalisia menetelmiä käytettäessä vaihtelua on vähemmän. Viljelyteknologiaa olisi kehitettävä myös

luomussa entistä vähemmän ympäristöä kuormittavaksi. Esimerkiksi viherlannoituksen ravinteiden säilyminen talven yli riippuu paljon säätekijöistä.

Kotieläinrakennuksiin olisi kehitettävä nykyistä halvempia ja työteknisesti helpompia vaihtoehtoja, koska luomutuotannossa eläinten tilavaatimukset ovat tavanomaista suurempia, eikä eläimiä saa pitää kytkettyinä. Monen luomutilan on piakkoin rakennettava uusi navetta, joten suunnittelun tarve tulee lisääntymään. Sairauksien ennalta ehkäisemistä olisi tutkittava, koska luomussa lääkkeiden varoajat ovat tavanomaista tuotantoa pidempiä (esimerkiksi utaretulehdus). Myös lypsyrobotin ja luomun yhteensovittaminen kiinnostaa viljelijöitä.

Luomutuotannossa selvittään pitkälle tavanomaisen viljelyn konein. Edellä mainitut lannan- ja viherlannoituksen käsittely ja rikkakasvien torjunta vaativat omia erikoiskoneita. Puutarhatuotannossa lisäksi tuholaisten torjuntaan voidaan tarvita erikoisteknologiaa. Maatalouskoneiden koon kasvu aiheuttaa luomutuotannolle ongelmia. Koneiden painon lisääntyminen on näistä yksi. Luomutuotanto on usein monipuolista ja erikoistuminen hankalaa, jolloin isoja koneita ei kannata hankkia. Yhteistyö ja urakoitsijan käyttö ovat tähän tietysti mahdollisia ratkaisuja. Silti olisi toivottavaa, että markkinoilla olisi edelleen ns. isännän linjan koneita.

Tuotannon energiankulutuksen vähentäminen ja suuntaaminen uusiutuviin lähteisiin on tärkeää niin tavanomaisessa kuin luomutuotannossakin. Luomun etuna on se, että paljon energiaa kuluttavia ostolannoitteita ja kasvinsuojelua-aineita ei käytetä. Toisaalta maan muokkaamiseen kuluu tavanomaista enemmän polttoainetta. Helpointa lienee aloittaa siitä, että maatilan lämpöenergian tuotanto muutetaan puulla, turpeella tai biokaasulla toimivaksi. Uudet traktorit kuluttavat polttoöljyä tehoonsa nähden selvästi vähemmän kuin vanhat. Ajoneuvojen käyttämän energian korvaaminen uusiutuvalla energialla on erittäin haasteellista toimivuuden ja kannattavuuden suhteen. Rypsiöljy lienee toimivin sovellus, myös etanolia ja biokaasua olisi kokeiltava.

Karjattomassa luomuviljelyssä viherkesannon osuus on vähintään kolmanneksen kokonaispeltoalasta. Mikäli karjattomassa viljelyssä sadon kaikki ravinteet poistuvat systeemistä, muodostuu ravinteiden poistuma noin kaksinkertaiseksi karjataloussysteemiin verrattuna. Poistuvat ravinteet on korvattava jollakin systeemin ulkopuolisella ravinnetäydennyksellä. Esimerkiksi fosforin osalta kierrätystä tehostamalla voitaisiin korvata epäorgaanisen fosforin tarvetta ja samalla vähentää maatalouden ulkopuolella aiheutuvaa fosforikuormitusta. Ajateltavissa olevia fosforin kierrätysmateriaaleja voisivat olla teurastusjätteet (luujauho), tuhkat (metsäteollisuuden puu yms.), yhdyskuntien puhdistamolietteet, vesistöjen biomassat (vesikasvit, roskakalat) sekä vesistöjen ruoppaus sedimentit. Kaikkien näiden materiaalien käyttöön liittyy avoimia kysymyksiä, joiden selvittämiseen tulisikin kohdentaa tutkimusresursseja jatkossa. Vain ravinteiden kierrätyksellä voidaan pitkän päälle vähentää vesistöjen ravinnekuormitusta.

9 Kirjallisuus

- Alakruuvi, A. 1996. Maatalouden työnormit, lypsykarjan hoitotyöt. Työteho-seuran maataloustiedote 476. Helsinki, 12 p. ISSN 0782-6788.
- Ansalehto, A. & Penninkangas, A. 1998. Kasvinviljelyn suunnittelu. Teoksessa: Penninkangas, A., Ahlfors, K. & Komulainen, M. (toim.). Kotieläintilan luomuopas. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 923. Tieto tuottamaan 78. Kokemäki, 149 p. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-064-X.
- Aropaltio, M. 2001. Viljelijöiden välisen yhteistyön esteet MTK-Etelä-Hämeen alueella. Opinnäytetyö. Mustiala: Hämeen ammattikorkeakoulu, Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. 66 p + 6 liitesivua.
- Daily, G. C. (ed.) 1997. Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press. 392 p. ISBN 1-55963-475-8. – ISBN 155963-476-6.
- Grönroos, J & Seppälä, J. (toim.) 2000. Maatalouden tuotantotavat ja ympäristö. Suomen ympäristö 431. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 244 s. ISBN 952-11-0771-5
- Gummesson G. 1992. Ogräsbekämpning i olika odlingssystem. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 404. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 22 p. ISSN 0347-9293, ISBN 91-576-4555-8.
- Gustafsson, L., Lanshammar, H. & Sandblad, B. 1982. En introduktion till systemanalysen. Lund: Studentlitteratur. 275 p. ISBN 91-44-18557-0
- Fogelfors, H. & Boström, U. 1998. Anpassa höstbearbetningen efter ogräsflo-
ran. Fakta Jordbruk. Nr. 8/1998. Sveriges lantbruksuniversitetet. Uppsala. 4 p. ISSN 1403-1744.
- Halberg, N., Kristensen, E. S., & Kristensen, I. S. 1995. Nitrogen Turnover on Organic and Conventional Mixed Farms. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 8(1): 30-51.
- Hartikainen, H. 2004. Maan orgaaninen fosfori. Teoksessa: Rinne, M. (toim.). Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote 20. Maataloustieteen Päivät 2004. Viikki, Helsinki. 12.-13.1.2004. Helsinki: SMS. s. 70.
- Hautala, H. 2002. Talkootyö voi tulla kalliiksi. Käytännön maamies 3: 22-23. 15.3.2002. 51. vuosikerta
- Hinkkanen, K. & Partanen, E. 2000. Viljelykierto. Teoksessa: Kuusinen, R., Pihala, M., Ahlfors, K. & Teräväinen, H. (toim). Luomuviljan tuotanto. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 947. Tieto tuottamaan 86. Jyväskylä, 109 p. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-078-X.

- Håkansson, S. 1995. Ogräs och odling på åker. Aktuellt från lantbruksuniversitetet nro 437/438 Mark-växter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 70 p. ISSN 0347-9293. ISBN 91-576-5028-4.
- Kahiluoto, H. 2000. A systems Approach to the Management of Arbuscular Mycorrhiza. Bioassay and Study of the Impact of Phosphorus Supply. University of Helsinki, Department of Applied Biology. 1 publications. Academic disseration. Helsinki. ISBN951-45-9630-7. ISSN. 1457-8085.
- Kaila, E. 1999. Lypsykarjan hoitotöiden koneellistaminen. Työtehoseuran maataloustiedote nro 2/ 1999 (506). Helsinki, 8 p. ISSN 0782-6788.
- Kallio, V. 1998. Luomu EU-Suomessa. Mikkeli: Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. 125 p. ISSN 0786-8367, ISBN 951-45-8050-8.
- Kallioniemi, M. 1998. Yritysmuodot ja maatalojen yhteistyö. Työtehoseuran maataloustiedote 5 (495). Helsinki: Työtehoseura. 6 p. ISSN 0782-6788.
- Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000a. Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet – kasvintuotanto. KTTK:n julkaisuja, B2 Luomutuotanto 2/2001. Loimaa, 57 p. ISSN 1455-4496.
- Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000b. Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet – eläintuotanto. KTTK:n julkaisuja, B2 Luomutuotanto 4/2000. Loimaa, 52 p. ISSN 1455-4496.
- Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2000c. Luonnonmukainen maatalous 1999 - Tilastoja. KTTK:n julkaisuja, B2 Luomutuotanto 6/2000. Loimaa, 47 p. ISSN 1455-4496.
- Kasvintuotannon tarkastuskeskus 2003. Luonnonmukainen maatalous 2002 – Tilastoja. KTTK:n julkaisuja B2 Luomutuotanto 2/2003. Loimaa: KTTK. 56 s. ISSN 1455-4496.
- Kirkkari, A-M., Kallioniemi, M. & Martikainen, J. 1998. Maatalojen välisen tuotannollisen yhteistoiminnan kehittäminen ja analyysi. Työtehoseuran monisteita 2/1998 (62). Helsinki: Työtehoseura. 92 s. + 5 liitesivua. ISSN 0787-85831, ISBN 951-788-265-3.
- Kivinen, T. 2003. Luomusikala Suomen olosuhteissa. Maa- ja elintarviketalous 21. 78 s. Vihti: MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola). ISSN 1458-5073, ISBN 951-729-750-5.
- Klemola, E. 1996. Luomutuotannon työnmenekkiin vaikuttavat tekijät. Työtehoseuran maataloustiedote nro 1/1996 (467). Helsinki, 8 p. ISSN 0782-6788.
- Klemola, E. 1997. Luomutilojen välinen yhteistyö. Julkaisematon. Saatavissa Työtehoseurasta.

- Koikkalainen, K. 1996. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn suhteellinen kannattavuus. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja nro 210. Helsinki, 57 p. ISBN 952-9538-68-5. ISSN 0788-5199.
- Koskimies, H., Knuuttila, J. & Vanhala, P. 1999. Viljelykasvin kilpailukyky. Rikkakasvien ennakoiva torjunta. Rikkakasvien suora torjunta. Teoksessa: Koskimies, H., Ahlfors, K. & Teräväinen, H. (toim.). Luomupellon kasvin-suojelu. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 946. Tieto tuottamaan 84. Jyväskylä, 135 p. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-077-1.
- Kuhmonen, T. 1996. Suomen maatilojen sopeutuminen EU-jäsenyyteen – arvio vuonna 1996. Selvityksiä 14. Sonkajärvi: Suomen aluetutkimus FAR & Fin-Auguuri. 66 p. + 40 liitesivua. ISSN 1237-623X, ISBN 952-9636-64-4.
- Kyntäjä, S. & Hietikko, P. 1998. Sikojen ruokinta ja hoito. Teoksessa: Pen-ninkangas, A., Ahlfors, K. & Komulainen, M. (toim.). Kotieläintilan luo-muopas. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 923. Tieto tuottamaan 78. Kokemäki, 149 p. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-064-X.
- Känkänen, H. 2001a. Biomassan ja typen tuotanto sekä jyväsadot. Teokses-sa: Hannu Känkänen (toim.). Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä : Viljelyjärjestelmät-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen, 7.3.2001. MTT:n julkaisuja. Sarja B 25: 8-12. <http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsar-ja25.pdf>
- Känkänen, H. 2001b. Maan nitraattityypen määrä loppusyksyllä. Teoksessa: Hannu Känkänen (toim.). Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä : Vil-jelyjärjestelmät-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen, 7.3.2001. MTT:n julkaisuja. Sarja B 25: p. 21-25. <http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsarja25.pdf>
- Köppä, T. 1979. Viljelijäperhe, yhteisö ja yhteistoiminta. Pellervon taloudelli-sen tutkimuslaitoksen julkaisuja N:o 1. Toinen korjattu painos. Helsinki, Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos. 188 p. ISSN 0357-5055, ISBN 951-9083-00-6.
- Köylijärvi, J. & Inkilä, O. 1977. Herneen typpilannoitus. Koetoiminta ja käytän-tö 1: 2-3.
- Laine, A. 1996. Konekapasiteetin mitoitus ja konekustannukset viljan ja nur-mirehun tuotannossa. Työtehoseuran julkaisuja 349. Helsinki: Työteho-seura. 80 p. ISSN 0355-0710, ISBN 951-788-234-3.
- Liiketaloustieteen tutkimuslaitos 1995. Yrittäjien yhteistyöasenteet ja verkos-toituminen. Liiketaloustieteen tutkimuslaitoksen julkaisuja sarja B 118. Helsinki: Liiketaloustieteen tutkimuslaitos. 55 p + 16 liitesivua. ISSN 0358-2108, ISBN 951-8900-95-7.
- Lötjönen, T. & Mikkola, H. 1997. Rikkakasvien torjunta viljoista riviväliharauk-sella. Maatalouden tutkimuskeskus. Vakolan tiedote 74/97. Vihti: Maata-lousteknologian tutkimuslaitos. 22 p. ISSN 0355-1415.

- Lötjönen, T., Pitkänen, J., Vanhala, P., Jalli, M. & Mikkola, H. 1999. Kyntämättä viljelyn vaikutus rikkakasveihin ja kasvitauteihin. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 59. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 37 p. ISSN 1238-9935. ISBN 951-729-547-2.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1998. Tavoitteena terve ja hyvinvoiva sika. Eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston julkaisuja. Helsinki, 14 p. ISSN 1456-5706.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1999. Tavoitteena terve ja hyvinvoiva nauta. Eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston julkaisuja. Helsinki, 17 p. ISSN 1456-5706.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2000. Kansallinen luomuviljastrategia 2000 – 2006. MMM. 25 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2001. Maatalouden strategiaprojekti. Johtoryhmän loppuraportti. Helsinki 2001. Työryhmämuistio MMM 2001:16.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1990 - 2001. Maatilatilastollinen vuosikirja 1990 - 2001. Helsinki.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2001b. Maatalouslaskenta 2000, Luomu. Kasvintuotannon tarkastuskeskus. Julkaisu 2001:6, joulukuun. Helsinki: MMM:n tietopalvelukeskus. 39 s.
- Maaseutukeskusten Liitto 1998 - 2002. Maatalouskalenteri 1998 - 2002. Helsinki.
- Malkki, S., Anttila, A. & Taulavuori, T. 1997. Yhteistyön mahdollisuudet ruusu- ja kurkkuviljelmillä. 8 p. Työtehoseuran maataloustiedote 11 (489). Helsinki: Työtehoseura. 73 p. ISSN 0787-8583, ISBN 951-788-284-X.
- Mattsson, B. & Sandström, M. 1994. Icke-kemisk bekämpning i stråsäd och oljevaxter. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 423. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 23 p. ISSN 0347-9293. ISBN 91-576-4846-8.
- Mela, T. 1988. Luonnonmukainen peltoviljely Suomessa: Viljelymenetelmät, rikkakasvit, peltojen viljavuus, sadot ja sadon laatu. Helsingin Yliopiston Kasvinviljelytieteen laitoksen julkaisuja nro 16. Helsinki: Helsingin Yliopiston Kasvinviljelytieteen laitos, 220 p. ISSN 0356-7559, ISBN 951-45-4650-4
- MTT taloustutkimus 2003. Viitattu 10.11.2003 Saatavissa internetistä: <http://www.mtt.fi/tutkimus/talous/kirjanpitotilat1.html>
- Neuvoston asetus 17.05.1999/1257. Euroopan maatalouden ohjaus- ja tukirahaston (EMOTR) tuesta maaseudun kehittämiseen ja tiettyjen asetusten muuttamisesta ja kumoamisesta. Annettu Brysselissä 17.05.1999. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 160/80. (EY) N:o 1257/1999.

- Niskanen, M. & Ansalehto, A. 2000. Viljalajikohtaiset viljelyohjeet. Teoksessa: Kuusinen, R., Pihala, M., Ahlfors, K. & Teräväinen, H. (toim). Luomuviljan tuotanto. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 947. Tieto tuottamaan 86. Jyväskylä, 109 p. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-078-X.
- Nummela, P. 1998. Tuotannollisen yhteistyön vaikutus maatalon kannattavuuteen. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Selvityksiä 10/98. p. 28-54. Teoksessa: Ala-Orvola, L., Nummela, P., Mäkimattila, M. & Ala-Mantila, O. (toim). Ajankohtaista viljelijöiden suunnitelmista, tuotannollisesta yhteistyöstä ja tuotantokustannuksista. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. ISSN 1239-4548, ISBN 951-687-030-9.
- Peltonen, M. & Vanhala, A. 1992. Maatalouden työnormit : kasvintuotannon yleiset työt. Työtehoseuran maataloustiedote nro 14/1992 (421). Helsinki, 8 p. ISSN 0782-6788.
- Penninkangas, A. 1998. Väkiheinän ja apilapitoisen kuivanheinän korjuu. Nautojen ruokinta. Teoksessa: Penninkangas, A., Ahlfors, K. & Komulainen, M. (toim.). Kotieläintilan luomuopas. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 923. Tieto tuottamaan 78. Kokemäki, 149 p. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-064-X.
- Saarela, I. & Elonen, P. 1982. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977-1981. Maatalouden tutkimuskeskus, maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos. Tiedote 16. Jokioinen: MTT. 55 s.
- Saarela, I., Järvi, A., Hakkola, H. & Rinne, K. 1995. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977-1994. Vuosittain annetun fosforimäärän vaikutus maan viljavuuteen ja peltokasvien satoon monivuotisissa kenttäkokeissa. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 16/95. Jokioinen: MTT. 94 s. +14 liit. ISSN 0359-7652.
- Sallinen, T. 1992. Viljelijöiden ja neuvojen näkemyksiä maataloudesta. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 184. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. 61 p. (ref. Nummela 1998).
- Schepel, I. 2000. Luomun koneet ja laitteet. Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkeli. Julkaisuja nro 67. Mikkeli. 252 p. ISSN 0786-8367. ISBN 951-45-8308-6.
- Seuri, P., Nykänen, A. & Huhta, H. 2001. Siilinjärven apatiittipöly ja muut hidasliukoiset fosfori- ja kalium-lannoitteet luomuviljelyssä. Tuloksia koesarjasta vuosilta 1990-1995. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 54. 2. korjattu painos. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 26 p + 5 liitettä. ISBN 951-729-645-2, 951-729-646-0.
- Seuri, P. 2002. Nutrient utilization with and without recycling within farming systems. In: Jakob Magid et al. (eds). Urban areas - rural areas and recycling - the organic way forward? DARCOF Report 3: p. 175-181. <http://www.agsci.kvl.dk/njf327/papers/NJF-Co-development.pdf>

- Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P. 1996. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Märehtijät – siat – siipikarja – turkiseläimet – hevoset. 2. painos. Helsinki: HY, KTTK, MTT. 99 s. ISBN 951-45-7348-X.
- Turkki, A. 1988. Yrittäjyyden vaikutus maidontuotannon kannattavuuteen. Helsingin yliopiston maatalousekonomian laitoksen julkaisuja 35. Helsinki: Helsingin yliopisto. 93 p. ISSN 0358-7134.
- Työtehoseura 1988. Maatalouden työnormit. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston monisteita 2/1988. Helsinki: Työtehoseura. 157 s.
- Uomala, P. 1986. Maatilan typpihuolto. Biologisen typensidonnan, typpilannoitteiden ja karjanlannan hyväksikäytön tehostaminen. Biologisen typensidonnan ja ravinnetypen hyväksikäytön projektin loppuraportti. Sarja B 84. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. 102 s. + 8 liites. ISBN 951-563-186-6. ISSN 0355-1989.
- Uusi-Kämpä, J. & Kilpinen, M. 2000. Suojakaistat ravinnekuormituksen vähentäjänä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 83. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 49 s. + 2 liit. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-585-5.
- Vesalainen, J. & Asikainen, P. 1993. Yhteistyöyritykset ja yhteistyösuhteiden luonne suomalaisella pk-sektorilla. Vaasan yliopiston julkaisuja, tutkimuksia nro 166. Liiketaloustiede 63, Hallinto ja organisaatio. Vaasa: Vaasan yliopisto. 110 p. ISSN 0788-6705, ISBN 951-683-462-0.
- Virtanen, H. 2003. Lypsykarjatilojen typpi- ja fosforikuormituspotentiaalın arviointi porttitaselaskennan avulla. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Pro gradu –tutkielma. 68 s. + 5 liit. Saatavilla JY Bio- ja ympäristötieteiden laitoksella.
- Vuorinen, M., Kangas, A. & Salo, Y. 2001. Tutkimusasemien viherkesantokoesarjoja. Teoksessa: Känkänen, H. (toim.). Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä : Viljelyjärjestelmät-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen, 7.3.2001. MTT:n julkaisuja. Sarja B 25: 13-14. <http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsarja25.pdf>
- Väisänen, J. 2000. Biological nitrogen fixation in organic and conventional grass-clover swards and a model for its estimation. Licentiate's thesis. University of Helsinki Department of Plant Production Section of Crop Husbandry. 42 p. + 2 app. Saatavilla Helsingin yliopiston soveltavan biologian laitokselta (aik. kasvinviljelytieteen laitos).
- Ylitalo, H. 1997. Vihannesyrittäjien verkostoituminen Yhteistoimintahankkeiden toteuttaminen. Eura: Pyhäjärvi-Instituutti. 48 p. + 6 liitesivua. ISSN 0789-922X, ISBN 952-9682-17-4.

10 Liitteet

Liite 1.

**Mallitiloilla oleva konekanta ja raken-
nukset.**

(poikkeamat tummennettu)

Tavanomaisen ja luomutuotannon vertailu

	Maidontuotanto		
	Tav. om.	Luomu	
Lehmiä	32	32	+ nuorkarja
Peltoa	52	73	ha
Navetta/Sikala	Pihatto 1. 1x4 kalanruoto Laakasiilot Irrutus rehuleikkurilla Työnnettävä rehuvaunu + talikko Väkirehukioski Lietelanta	Pihatto 1. 1x4 kalanruoto Laakasiilot Irrutus rehuleikkurilla Työnnettävä rehuvaunu + talikko Väkirehukioski Lietelanta	(TTS 506)
Traktorit	50 ja 75 kW, toisessa etukuormain	50 ja 75 kW, toisessa etukuormain	
Viljanviljely kalusto	Lietepumppu, sähkökäyt. Levitysvaunu 8 m3 Paluuaura 3x14" Tasausäes 6 m Äes 4,5 m Hinattava kylvölannoitin 2,5 m Täyttöruuvi perävaunuun	Lietepumppu, sähkökäyt. Levitysvaunu 8 m3 Paluuaura 3x14" Tasausäes 6 m Äes 4,5 m Hinattava kylvölannoitin 2,5 m Täyttöruuvi perävaunuun	
	Ruisku 12 m	Rikkakasviäes 4,5 m	
	Puimuri 300 cm Lapiorullaäes 3,5 m (75 kW) Murskemylly 7 tn/h Laakavarasto säilytykseen	Puimuri 300 cm Lapiorullaäes 3,5 m (75 kW) Murskemylly 7 tn/h Laakavarasto säilytykseen	
	Paripyörät x 2	Paripyörät x 2	
Säilörehuka- lusto	Puhallinlevitin 12 m Niittomurskain 2,4 m Tarkkuussilppuri (esim JF 850) 2 kipattavaa perävaunua lisälaidoin Rehuleikkuri	Ei tarvita Niittomurskain 2,4 m Tarkkuussilppuri (esim JF 850) 2 kipattavaa perävaunua lisälaidoin, kantavuus 12 tn. Rehuleikkuri	

Mallitiloilla oleva konekanta ja rakennukset.**Tavanomaisen ja luomutuotannon vertailu**

	Sianlihantuotanto		
	Tav. om.	Luomu	
Sikoja	300	360	
Peltoa	58	116	ha
Navetta/Sikala	Liemiruokinta, käsiohjaus Lietelanta, valutus	Liemiruokinta, käsiohjaus Kuivalanta, traktoriyhjennys Olki kuivikkeena	TTS (2/1988)
Traktorit	50 ja 80 kW, toisessa etukuormain	50 ja 80 kW, toisessa etukuormain	
Viljanviljely- kalusto	Lietepumppu, sähkökäyt. Levitysvaunu 8 m³ Tasausäes 6 m Äes 4,5 m Hinattava kylvölannoitin 2,5 m Täyttöruuvi perävaunuun Ruisku 12 m Puimuri 360 cm Kultivaattori 3,5 m (80 kW) Murskemylly 7 tn/h Laakavarasto säilytykseen Paripyörät x 2	Kuivalantavaunu, kantavuus 10 tn Paluuaura 3x14" Tasausäes 6 m Äes 4,5 m Hinattava kylvölannoitin 2,5 m Täyttöruuvi perävaunuun Rikkakasviäes 4,5 m Puimuri 360 cm Lapiorullaäes 3,5 m (75 kW) Murskemylly 7 tn/h Laakavarasto säilytykseen Paripyörät x 2	
Säilörehu- kalusto	Kesantosilppuri 3 m 2 kipattavaa perävaunua, kantavuus 12 tn.	Kesantosilppuri 3 m 2 kipattavaa perävaunua, kantavuus 12 tn. Tr. käyttöinen olkisilppuri	

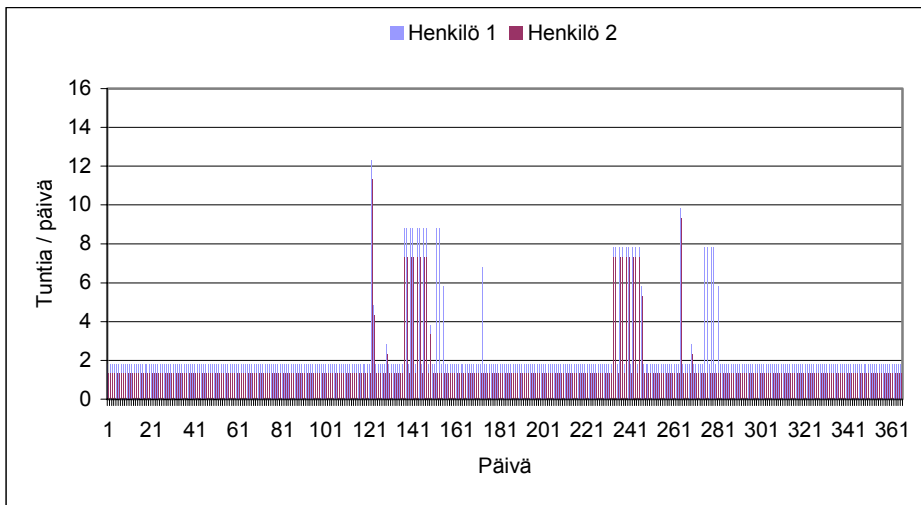
Säilörehun ja oljen paalaus teetetään urakoitsijalla.

**Mallitiloilla oleva konekanta
ja rakennukset.**

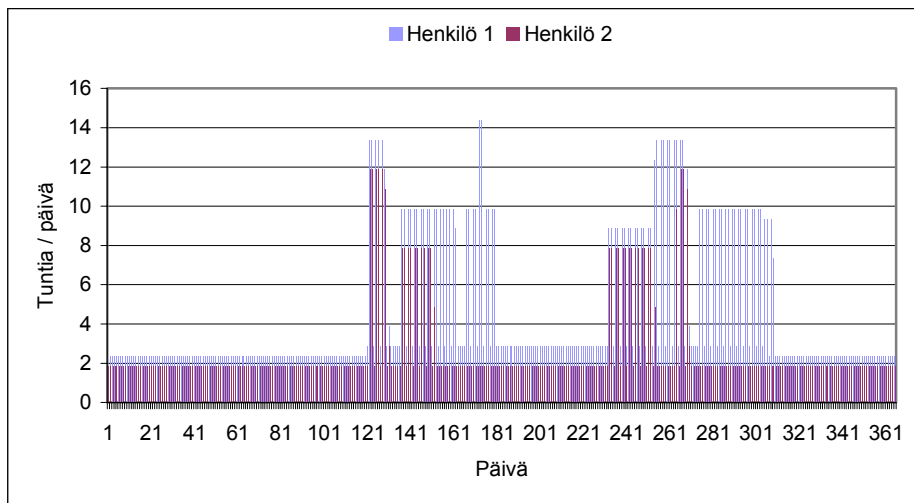
**Tavanomaisen ja
luomutuotannon vertailu**

	Viljantuotanto Tav. om.	Luomu
Lehmiä/sikoja	-	-
Peltoa	80 ha	216 ha
Navetta/Sikala	Kuivuri 14 m3 + varastosiilot	Kuivuri 14 m3 + varastosiilot
Traktorit	50 ja 80 kW, toisessa etukuormain	50 ja 95 kW , toisessa etukuormain
Viljanviljelykalusto	Tasausäes 6 m Äes 4,5 m Hinattava kylvölannoitin 2,5 m Täyttöruuvi perävaunuun Ruisku 12 m Puimuri 360 cm Kultivaattori 3,5 m (80 kW)	Paluuaura 4x14" Tasausäes 8 m Äes 7 m Hinattava kylvölannoitin 4 m Täyttöruuvi perävaunuun Rikkakasviäes 7,5 m Puimuri 360 cm Lapiorullaäes 4,5 m (95 kW)
Säilörehukalusto	Paripyörät x 2 Kesantosilppuri 3 m 2 kipattavaa perävaunua, kantavuus 12 tn.	Paripyörät x 2 Kesantosilppuri 3 m 2 kipattavaa perävaunua, kantavuus 12 tn.

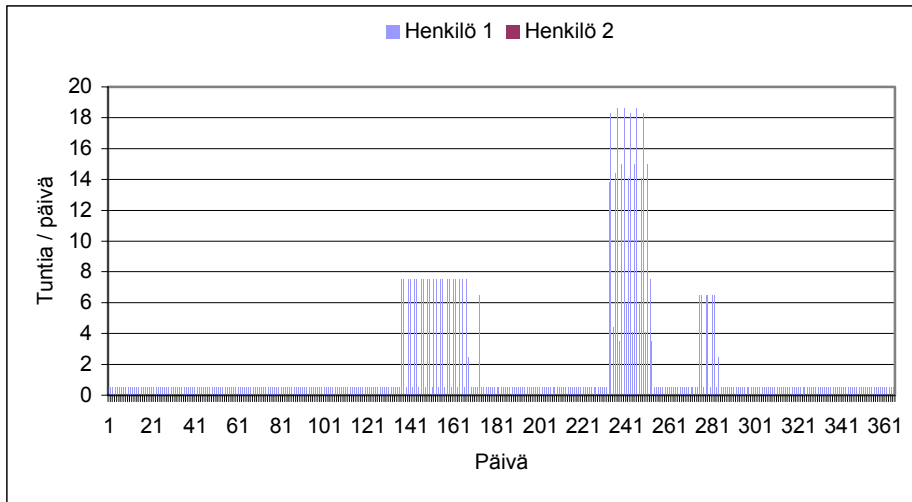
Liite 2.



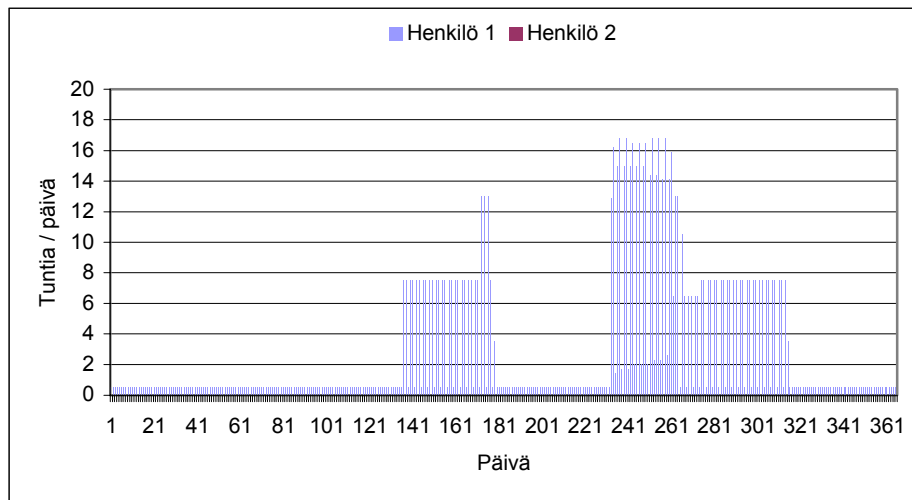
Kuva 31. Päivittäiset työnmenekit tavanomaisella 300 lihasian ja 58 ha:n tilalla.



Kuva 32. Päivittäiset työnmenekit luonnonmukaisella 360 lihasian ja 116 ha:n tilalla.



Kuva 33. Päivittäiset työmenekit tavanomaisella 80 ha:n viljatilalla.



Kuva 34. Päivittäiset työmenekit luonnonmukaisella 216 ha:n viljatilalla.

Liite 3.

Typen hinta viherlannoituksella tuotettuna.

Viherlannoituksen muuttuvat kustannukset hehtaaria kohti

		a'-hint	määrä	euroa
Siemen heinäkasvi	kg	3	10	30.00
Siemen typensitoja+ymppi	kg	10	5	50.00
Kalkitus	tonni	33	0.2	6.60
Traktoriyö	h	4	5	20.00
Työmenekki	h	10	6	60.00
Liikepääoma (60 %)	euroa	0.009	166.60	1.50
Yhteensä				168.10 euroa/ha

Jos viherlannoitushehtaari tuottaa sata kiloa typpeä, niin se maksaa 1.68 e/kg.
Lannoitetyppi NPK:ssa (26,2,3) maksaa 0,99 euroa/kg.

Tigoteamilla on markkinoilla lannoite 25-0-0 hintaan 168 euro/tonni eli
typpikilon hinnaksi tulee 0,67 euroa/kg.

Kiviexpertit myy 26-0-0 lannoitetta 159 euroa/tonni eli typpikilo 0,61 euroa/kg.

Rehuohran muuttuvat kustannukset hehtaaria kohti (sato 3500 kg/ha)

		a'-hint	määrä	euroa
Oma siemen	kg	0.12	130	15.60
Ostosiemen	kg	0.35	70	24.50
Kevätviljan Y-lannos	kg	0.22	350	77.00
Kalkitus	tonni	33	0.2	6.60
Rikkakasvihävite	yks.	20	1	20.00
Traktoriyö	h	4	8	32.00
Leikkuupuinti	h	12	1.5	18.00
Kuivatus	kg	0.01	3500	35.00
Rahti ja välityspalkkiot	kg	0.01	3325	33.25
Työmenekki	h	10	12	120.00
Liikepääoma (30 %)	euroa	0.009	381.95	3.44
Yhteensä				385.39 euroa/ha

Kuusi erilaista typpi-intensiteettimallia. Kaikissa malleissa nurmen/viherlannoituksen typensidonta 100 kg/ha, palkoviljan 50 kg/ha. Nurmen typpi-sato 85 kg/ha, palkoviljan 60 kg/ha, viljan 40 kg/ha. Rehun tyydestä puolet palautuu lantana, 25 % poistuu kotieläintuotteina. NAUTA = erikoistunut nautakarjamalli, kaikki rehu käytetään rehuna; aVILJA = erikoistunut kasvintuotantomalli, 30 % viherkesantoa; bVILJA = erikoistunut kasvintuotantomalli, 50 % viherkesantoa; INTEGR = kasvintuotanto ja kotieläintuotanto integroituneet, 65 % nautakarjatalouden rehuntuotantoa, 20 % ihmisravintoa, 15 % yksimahaisten rehuviljaa; aYHT = 65% *NAUTA + 35%*aVILJA; bYHT = 65% *NAUTA + 35% bVILJA. N/R Y = ulkopuolisen typen tarve tuotettua rehuyksikköä kohti (N-sid. kg/R Y-sato); N/sato N = ulkopuolisen typen tarve tuotettua sadon typpikiloa kohti (N-sid. kg/kg N-sato); porttitase/R Y = porttitaseen ylijäämä (kg) tuotettua rehuyksikköä kohti.

								Suhteellinen	Absoluuttinen
								(kg/ha)	
NAUTA		100 kg/ha	85 kg/ha	50 %		N-int	25%*sato		
	%	N-sid.	N-sato	N-lanta	R Y-sato	lanta/vilja	N-tuotos		
nurmi	60	60	51	26	1 800			0.27	48
palkovilja	10	5	6	3	200			0.69	31
vilja	30		12	6	600	115		1.53	100/65
yht	100	65	69	35	2 600	100	17	1.06	69/65
								0.025	65/2600
								0.94	65/69
								0.018	48/2600
aVILJA								0.86	5
viherlann.	30	30	0		0			0.86	5
palkovilja	10	5	6		200			1.00	35/35
vilja	60		24		1 200	50		0.86	30/35
yht	100	35	30		1 400	35	30	0.025	35/1400
								1.17	35/30
								0.004	5/1400
bVILJA								0.40	33
viherlann.	50	50			0			0.40	33
								1.00	55/55
								0.40	22/55

palkovilja	10	5	6		200		
vilja	40		16		800	125	
yht	100	55	22		1 000	55	22

INTEGR

	100 kg/ha	85 kg/ha	50 %		N-int	25%*sato	
	N-sid.	N-sato	N-lanta	RY-sato	lanta/vilja	N-tuotos	
nurmi	40	40	34	17	1 200	8.5	
palkov	10	5	6	3	200	1.5	
leipävilja	20		8		400	8	
rehuvilja	30		12	6	600	52	3
yht	100	45	60	26	2 400	71	21

aYHT

65%*NAUTA	65	42	45	22	1 690		11
35%*aVILJA	35	12	11		490		11
yht	100	55	55	22	2 180	77	22

bYHT

65%*NAUTA	65	42	45	22	1 690		11
35%*bVILJA	35	19	8		350		8
yht	100	62	53	22	2 040	84	19

N/RY	0.055	55/1000
N/satoN	2.50	55/22
porttitase/RY	0.033	33/1000
porttitase	0.47	24
maaperätase	0.85	11
kierr.kerroin	1.58	71/45
prim. hyöd.	1.33	60/45
N/RY	0.019	45/2400
N/satoN	0.75	45/60
porttitase/RY	0.010	24/2400
porttitase	0.40	33
maaperätase	0.72	22
kierr.kerroin	1.41	77/55
prim. hyöd.	1.02	55/55
N/RY	0.025	55/2180
N/satoN	0.98	55/55
porttitase/RY	0.015	33/2180
porttitase	0.31	43
maaperätase	0.63	31
kierr.kerroin	1.36	84/62
prim. hyöd.	0.85	53/62
N/RY	0.030	62/2040
N/satoN	1.17	62/53
porttitase/RY	0.021	43/2040

Maa- ja elintarviketalous –sarjan Teknologia-teeman julkaisuja

- 44** Laajamittaisen luomutuotannon teknologia – taloudellinen toteutettavuus ja ekologinen kestävyys. *Lötjönen ym.*, 131 s, 4 liitettä.
- 40** Kokoviljasäilörehu viljatilalla. *Suokannas ym.*, 76 s., 1 liite.
- 39** Occupational Accidents in Finnish Agriculture - Causality and Managerial Aspects for Prevention. *Suutarinen*. 75 s. 5 appendices.
- 31** Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla. *Suomi ym.* 100 s., 1 liite.
- 21** Luomusikala Suomen olosuhteissa. *Kivinen*. 78 s.
- 18** Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II. *Suutarinen ym.* 69 s., 2 liitettä.
- 6** Työsuojelupanostuksen kannattavuus maataloudessa. *Suutarinen ym.* 80 s., 5 liitettä.
- 4** Digitaalikuvausten ja vesiherkän paperin käyttö perunan ruiskutus-tutkimuksessa. *Suomi & Haapala*. 70 s., 5 liitettä.

