

Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky

Helmi Risku-Norja, Ilmo Mäenpää,
Kauko Koikkalainen, Pasi Rikkonen
ja Pekka Vanhala



Maa- ja elintarviketalous 16
61 s., 4 liitettä

Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnon- tuotannon kestävä kilpailukyky

Helmi Risku-Norja, Ilmo Mäenpää, Kauko Koikkalainen,
Pasi Rikkinen ja Pekka Vanhala

ISBN 951-729-704-1 (Painettu)
ISBN 951-729-705-X (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)
www.mtt.fi/met/pdf/met16.pdf

Copyright

MTT

Helmi Risku-Norja, Ilmo Mäenpää, Kauko Koikkalainen,
Pasi Rikkonen ja Pekka Vanhala

Julkaisija ja kustantaja

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

www.mtt.fi/mttl

Jakelu ja myynti

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

Puhelin (09) 56 080, telekopio (09) 563 1164

sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2002

Painopaikka

Data Com Finland Oy

Kannen kuva

Greta Hällfors-Sipilä (1899-1974). Yksityiskokoelma.

Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky

Helmi Risku-Norja¹⁾, Ilmo Mäenpää²⁾, Kauko Koikkalainen³⁾, Pasi Rikkinen³⁾ ja Pekka Vanhala²⁾

¹⁾ MTT Ympäristöntutkimus, 31600 Jokioinen, helmi.risku-norja@mtt.fi

²⁾ Thule Instituutti, Oulun yliopisto, PL 7300, 90014 Oulu, ilmo.maenpaa@oulu.fi,
pekka.vanhala@oulu.fi

³⁾ MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, kauko.koikkalainen@mtt.fi,
pasi.rikkonen@mtt.fi

Tiivistelmä

Maa- ja elintarviketalouteen sovellettuna ekotehokkuusajattelu tarkoittaa sitä, että pienemmillä tuotantopanoksilla tuotetaan enemmän ravitsemuksellisesti parempaa ruokaa ja kevennetään samalla ympäristökuormitusta. Ekotehokkuuden kohentuminen edellyttää, että tuotannon hyötyjä ja haittoja tarkastellaan koko tuotantoketjun osalta ja että ne ilmaistaan yksiselitteisesti.

Tässä tutkimushankkeessa on kuvattu suomalaisen ruoantuotantoon liittyvät materiaalivirrat. Numeerinen aineisto perustuu tilamallien tietopohjaan, ja se on sovitettu Suomen vuoden 1995 tuotanto- ja kulutustilastoihin. Aineistoa on käytetty laadittaessa laskentamalli, jonka avulla voidaan arvioida, miten tuotantotavan tai kulutustottumusten muutokset heijastuvat ympäristöön ja talouteen. Muutosten vaikutuksia voidaan tarkastella maataloudessa, koko elintarvike-sektorilla ja kansantaloudessa. Vertailukohtana käytetään nykytilannetta.

Raportissa selvitetään hankkeen taustat ja tavoitteet esittelemällä materiaali-virtatutkimuksen keskeiset käsitteet sekä kansainvälinen keskustelutausta. Laskentamallin toimivuus osoitetaan tarkastelemalla esimerkkejä, joissa on lisätty luonnonmukaisen tuotannon osuutta tuotannossa tai kasvisruoan osuutta ruokavaliassa. Tulosten tulkinnassa huomioonotettavia näkökohtia kommentoidaan lyhyesti ja pohditaan menetelmän soveltuvuutta ja sen rajoituksia. Lopuksi esitetään mallin täydentämistarpeita ja kehittämismahdollisuuksia.

Asiasanat: maatalous, panos-tuotos, talous, ympäristö, ravinto, tuotanto, kulutus

Material flows, ecoefficiency and sustainable compatibility of food production

Helmi Risku-Norja¹⁾, Ilmo Mäenpää²⁾, Kauko Koikkalainen³⁾, Pasi Rikkinen³⁾ and Pekka Vanhala²⁾

¹⁾ MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, FIN-31600 Jokioinen, Finland, helmi.risku-norja@mtt.fi

²⁾ Thule Institute, University of Oulu, P.O.Box 7300, FIN-90014 Oulu, Finland, ilmo.maenpaa@oulu.fi, pekka.vanhala@oulu.fi

³⁾ MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki, Finland, kauko.koikkalainen@mtt.fi, pasi.rikkinen@mtt.fi

Abstract

Applied to agriculture ecoefficiency means production of nutritionally better food by using less inputs and by reducing environmental burden. Improving ecoefficiency of the food production requires that the benefits and the inputs are quantified in an unambiguous way and that the inputs are estimated for the whole production chain.

In the present research project the materials flow approach (MFA) has been used to describe the Finnish food system. The quantitative numerical data have been derived from the farm models data basis, and the data have been adjusted to comply with the production and consumption statistics of Finland in 1995.

Using the compiled data an extended input-output model has been constructed. The model allows evaluate some of the economic and environmental consequences, when the structure of food production and the patterns of food consumption are changed. The consequences can be traced within agriculture, within the food sector as a whole or at the level of nation-wide economy. In combination with other information the model, thus, serves as a practical tool for planning.

In this report the background and the aims of the project are spelled out by introducing the central concepts and the international status quo of the MFA research. An overview of the data basis and the basic principles of the model are given. The usability of the model is demonstrated with results from examples, in which the share of organic production or the share of vegetarian food in the average Finnish diet has been increased. The possibilities and restrictions of the approach as well as some of the needs for further development are pointed out.

Index words: agriculture, input-output, economics, environment, production, consumption

Esipuhe

Hanke on Maa- ja metsätalousministeriön maaseudun kehittämisrahaston varoilla rahoitettu tutkimus, joka toteutettiin vuosina 2000-2002. Hankkeessa ovat olleet mukana Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen Ympäristöntutkimus Jokioisilla ja Taloustutkimus (MTTL) Helsingissä sekä Oulun yliopiston Thule instituutti. Hankkeen vetäjänä on toiminut Helmi Risku-Norja MTT:n Ympäristöntutkimusyksiköstä. Muut tutkijat olivat Ilmo Mäenpää ja Pekka Vanhala Oulun yliopiston Thule-instituutista sekä Kauko Koikkalainen ja Pasi Rikkinen MTT:n Taloustutkimusyksiköstä.

Maa- ja metsätalousministeriö asetti hankkeelle valvojakunnan, jonka puheenjohtajana oli Juhani Tauriainen 2000-2001, vuoden 2002 alusta Markku Järvenpää Maa- ja metsätalousministeriöstä. Valvojakunnan muut jäsenet olivat Sini Wallenius Maa- ja metsätalousministeriöstä, Juha Helenius Helsingin yliopistosta, Jyri Seppälä Suomen ympäristökeskuksesta ja Esa Partanen Luomuliitosta.

Hankkeen taustalla ovat tavoitteet kestävän maataloustuotannon edistämiseksi sekä siinä yhteydessä virinnyt keskustelu, joka on pitkälti polarisoitunut teemoihin luomu vs. tavanomainen tuotanto ja paikallinen vs. globaali elintarvikehuolto. Hankkeessa on rakennettu maatalouden tuotantoaloittaisen panos-tuotosaineiston pohjalta integroitu panos-tuotomalli, jonka avulla voidaan tarkastella, miten tuotanto- tai kulutusrakenteen muutokset ilmenevät sekä maatalouden sisällä että kokonaistaloudessa. Hankkeen tuloksia on käytetty hyväksi myös koottavassa panos-tuotosaineistoa fyysisten ainevirtojen osalta koko kansantalouden tasolla, ja siltä osin hanke edesauttanut materiaalivirtalaskennan metodologista kehitystä.

Tässä raportissa selvitetään hankkeen taustat ja tavoitteet, mallin yleinen rakenne ja menetelmän periaatteet sekä esitellään empiiriseen aineistoon pohjautuvia, keskeisiä tuloksia. Samalla tarkastellaan menetelmän soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin ja esitetään mallin täydentämistarpeita ja kehittämismahdollisuuksia. Menetelmän tekninen dokumentointi julkaistaan erikseen.

Hankkeen toteutumiseen ovat myötävaikuttaneet useat MTT:n tutkijat omalla asiantuntemuksellaan. Jyrki Aakkula, Juha Grönroos, Anni Huhtala, Esa Ikäheimo, Heikki Kemppi, Sirpa Kurppa, Kimmo Kytölä, Adriaan Perrels, Hanna-Leena Pesonen, Anja Yli-Viikari ovat kriittisesti kommentoineet käsikirjoitusta ja siten ratkaisevasti vaikuttaneet julkaisun lopulliseen muotoon. Kyösti Pietola MTT Taloustutkimuksesta käytännössä mahdollisti raportin julkaisemisen.

Jokioinen 20.8.2002

Helmi Risku-Norja

Sisällysluettelo

1	Johdanto	8
2	Tutkimuksen taustaa	10
2.1	Materiaalivirrat	10
2.2	Ekotehokkuus ja tehostumiskertoimet	12
2.3	Kestävä ravinnontuotanto	13
3	Tavoite	15
4	Aineisto ja menetelmän periaate	16
4.1	Systeemitarkastelu	16
4.2	Systeemirajaus	17
4.3	Aineisto	19
4.3.1	Tilamallit	19
4.3.2	Kansantalouden panos-tuotosaineisto	22
4.3.3	Ravinnonkulutustiedot	22
4.4	Ainevirtatilinpito	24
4.5	MaMa-panostuotosmallin periaate	25
5	Muutosten vaikutus	27
5.1	Muutokset luomutuotannon osuudessa	27
5.2	Muutokset ravinnonkulutuksessa	35
6	Tulosten tulkinnasta	42
6.1	Tilamalliaineisto	42
6.2	Ympäristökuormitus	42
6.3	Vaikutusarvioinnit	43
7	Pohdintaa	44
7.1	Maatalous, ympäristö ja yhteiskunta	44
7.2	Hankkeen merkitys	45
7.3	Täydentämis- ja kehittämistarpeita	49

8 Yhteenveto	53
Kirjallisuus	55
Liitteet	

1 Johdanto

Maataloustuotanto on taloudellista toimintaa, ja tuotannon jatkuvuus edellyttää, että toiminta on kestävällä pohjalla. Myös Euroopan unionin ja Suomen hallituksen ympäristöstrategian mukaan maatalouspolitiikan keskeinen toimintaperiaate on kestävä kehitys (YM 1998, CEC 1999). Kestävässä elintarviketuotannossa päätöksenteossa kannetaan taloudellisten arvojen ohella vastuuta myös tuotannon ja kulutuksen ekologisista ja sosiaalisista seuraamuksista. Periaatteessa ja maailmanlaajuisesti tavoitteista ollaan yhtä mieltä, mutta tuottajat, elintarviketeollisuuden ja kaupan edustajat sekä kansalaiset tarkastelevat tuotantoa ja kulutusta sekä niiden sosioekonomisia ja ympäristövaikutuksia toisistaan erillisinä ja eri lähtökohdista. Myös päättäjätaholla kuluttaja-, ympäristö- ja maatalouspolitiikkaa tarkastellaan edelleenkin aika tavalla toisistaan irrallaan. Ristiriitaiset näkemykset siitä, miten tavoitteet käytännössä saavutetaan, hämmentävät sekä tuottajaa että kuluttajaa. Kun kokonaisvaltaiset linjaukset puuttuvat, toimintaedellytykset kestävä ravinnontuotannon ja -kulutuksen edistämiseksi ovat heikot, ja ratkaisut voivat olla hyvinkin ristiriitaisia.

Maatalouden kansantaloudellinen merkitys vaikuttaa varsin vähäiseltä: Suomessa maatalouden osuus bruttokansantuotteesta on yhden prosentin luokkaa, luonnonvarojen kokonaiskulutuksesta se on noin viisi prosenttia (Mäenpää ym. 2000) ja työllisestä työvoimasta, riista- ja kalatalous mukaan lukien, samoin viitisen prosenttia (Tilastokeskus 2000).

Tästä huolimatta maa- ja elintarviketalous on tärkeä yhteiskunnan osa-alue, sillä se vaikuttaa merkittäväällä tavalla kansanterveyteen, ja maatalouden välilliset vaikutukset BKT:een, työllisyyteen ja ulkomaan kauppaan ovat paljon suuremmat kuin mitä sen suorasta osuudesta kansantalouteen voisi päätellä. Lisäksi elintarviketuotanto kattaa noin 14 prosenttia suomalaisesta ekologisesta jalanjäljestä eli kulutuksen vaatimasta tuotantopinta-alasta (Hakanen 1999), ja merkittävänä maankäyttäjänä maatalouden ympäristövaikutukset ovat huomattavat.

Parin viime vuosikymmenen aikana maatalous on kokenut perinpohjaisen rakennemuutoksen, joka näkyy sekä maatilojen että viljelijöitten vähenevänä lukumääränä, keskimääräisen tilakoon kasvuna ja tuotannon lisääntyvänä alueellisena erikoistumisena. Toisaalta keskittymisen ja erikoistuvan tehotuotannon vastapainona myös luomutuotantoa halutaan lisätä, ja huoli ympäristöstä on jatkuvasti lisännyt luomutuotteiden kysyntää. Luomuviljelyssä on nykyisin noin seitsemän prosenttia peltoalasta, mutta Suomen maatalouden strategian tavoitteena on nostaa v:een 2010 mennessä luomun osuus 15 prosenttiin peltopinta-alasta ja samalla edistää erityisesti luonnonmukaista kotieläintuotantoa (MMM 2001). Strategian avulla pyritään vastaamaan kuluttajien toiveisiin, ja luomutuotantoon siirtymistä kannustetaan myöntämällä viljelijöille erityistukea siirtymäkauden ajaksi.

Ravinnontarpeeseen ei juurikaan voida vaikuttaa ja ruokaa on tuotettava vastaisuudessaakin. Riippumatta siitä, tuotetaanko ruoka tavanomaisin tai luonnonmukaisin menetelmin, vaikuttaa tuotanto ympäristöön ja yhteiskuntaan tulevaisuudessaakin. Väistämättä myös maatalouden muutokset heijastuvat sekä ympäristöön että koko elintarvikesektorin taloudelliseen kehitykseen.

Elintarviketalouden kehitystä ohjaa yhtäältä elintarvikeketjun sisällä tapahtuva kehitys, toisaalta sitä ohjaavat kulutuskysynnän muutokset. Keskeisiä teemoja ruoka- ja maatalouskeskustelussa ovat mm. tuotannon kannattavuus, ruoan kotimaisuus ja sen hinta sekä ympäristöasiat. Poliitiikan keinoin voidaan pyrkiä vaikuttamaan niin tuotantotapoihin kuin kulutustottumuksiinkin, jotta ne parhaiten vastaisivat yhteisesti määriteltyjä toimintalinjoja. Maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategiassa on ilmaistu kestävän kehityksen tavoitteet nimenomaan ministeriön toimialan kannalta (MMM 2001a). Tavoitteiden toteutumisen seuranta edellyttää monipuolista tietoa, jonka perusteella voidaan kehittää seurantaan soveltuvia indikaattoreita (Yli-Viikari ym. 2002).

Tietoa on runsaasti saatavilla. Maatalous on kehittynyt muun yhteiskunnan ohella kohti informaatioyhteiskuntaa, missä erilaiset poliittiset tavoiteohjelmat ohjaavat toimintaa. Tietoa tarvitaan ohjelmien toteutuksen ja toimenpiteiden vaikuttavuuden seurantaan, ja tiedon avulla pitäisi pystyä ennakoimaan myös tulevaisuutta. Ongelmaksi on kuitenkin muodostunut hajanaisen tiedon tulva, sillä määrällisesti runsaan, mutta pirstaleisen tiedon valossa voidaan toisilleen aivan vastakkaiset näkemykset ja toimenpiteet tulkita kestävän kehityksen mukaisiksi.

Tiedon ohella tarvitaan metodologista kehittämistä, jotta tieto palvelisi sekä julkisen että yksityisen päätöksenteon tarpeita. Elintarviketuotanto on varsin laaja ja monitahoinen kokonaisuus, jota sekä yhteiskunnan että luonnon talouden muutokset jatkuvasti muokkaavat. Kestävän kehityksen kannalta on olennaista selvittää, miten turvataan tuotannon taloudellinen tehokkuus ympäristön ja ihmisen hyvinvointia vaarantamatta. Arviointimenetelmiä tulisi kehittää siten, että ne kuvaavat elintarviketuotantoa dynaamisena kokonaisuutena. Tämä edellyttää eri lähteistä peräisin olevan tiedon yhteensovittamista.

Tässä hankkeessa kehitetään kokonaisvaltaisempaa tarkastelutapaa yhdistämällä toisaalta taloudellista ja ympäristöä koskevaa tietoa, toisaalta tuotantoa ja kulutusta koskevaa tietoa. Näin menetellen voidaan arvioida, miten tuotanto- ja kulutusrakenteen tai molempien muutokset vaikuttavat elintarviketuotannossa ja miten muutokset ilmenevät kansantaloudessa ja ympäristössä. Muutosten vaikutuksia tarkastellaan sekä talous- että ympäristönäkökulmasta. Tarkastelun avulla voidaan osoittaa eri tekijöitten välisiä riippuvuussuhteita, ja toimenpiteet voidaan kohdistaa sinne, missä niiden vaikutus on tuntuvin.

Raportissa esitellään aluksi tarkastelutapaan liittyvät keskeiset käsitteet ja niiden kansainvälinen keskustelutausta. Hankkeen konkreettiset tavoitteet ilmaistaan tässä viitekehyksessä luvussa 3. Hankkeessa on kehitetty ainevirtatilinpitoon perustuvaa panos-tuotostarkastelua. Luvussa 4 esitellään menetelmän periaate, sen vaatima aineisto ja tietopohja sekä panos-tuotosaineiston pohjalta rakennettu MaMa-laskentamalli (maatalouden materiaalivirrat -malli). Luvussa 5 tarkastellaan tuloksia. Aluksi esitetään yhteenveto empiiriseen aineistoon pohjautuvista elintarvikesektorin materiaalivirroista. Nykytilannetta käytetään vertailukohtana tarkasteltaessa esimerkkien avulla kulutuksessa ja tuotannossa tapahtuvien muutosten vaikutuksia. Luvussa 6 selvitetään aineistoon ja menetelmään liittyviä rajoituksia ja näkökohtia, jotka on tuloksia tulkittaessa otettava huomioon. Raportin lopussa luvussa 7 pohditaan hankkeen merkitystä ja menetelmän soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin sekä esitetään mallin täydentämistarpeita ja kehittämismahdollisuuksia.

Oheinen raportti ei sisällä menetelmän ja aineiston yksityiskohtaista kuvausta, sillä tekninen dokumentointi julkaistaan erikseen. Siinä käydään perinpohjin läpi panostuotos-tarkastelun periaate, mallin rakenne ja tietopohja sekä laskentaperusteet (Koikkalainen & Rikkonen 2002, Mäenpää & Vanhala 2002, Vanhala & Mäenpää 2002).

2 Tutkimuksen taustaa

2.1 Materiaalivirrat

Materiaalivirtatarkastelun lähtökohtana on luonnonvarojen kokonaiskäyttö (TMR = total material requirement); luonnonvaroilla tässä yhteydessä tarkoitetaan sekä hyödynnettäviä raaka-ainevaroja että luontoa kokonaisuudessaan taloudellisen toiminnan kohteena (Adriaanse ym. 1997).

Kirjainyhdistelmä MFA tarkoittaa sekä materiaalivirtaanalyysia (material flow analysis) että materiaalivirtatilinpitoa (material flow accounting). Maatalouden alalla materiaalivirtatarkastelu on verrattain uutta sekä kansainvälisesti että Suomessa. Tutkimussuunta juontaa kuitenkin jo 1960-luvun loppupuolelle (Boulding 1966, Daly 1968, Ayers & Kneese 1969), mutta kiinnostus hiipui pian, kun uhka luonnonvarojen ehtymisestä osoittautui ennenaikaiseksi. 1990-luvun taitteessa kestävä kehityksen käsite sekä luonnon ja talouden välinen vuorovaikutus herättivät uudelleen kiinnostuksen materiaalivirtoihin periaatteellisella ja kokonaisvaltaisella tavalla (WCED 1987, Ayers 1989, Ayers 1989a, Erkman 1999). Ainevirtatilinpidon metodologia luotiin alunperin Saksassa Wuppertal-instituutissa (Bringezu 1993). Eurostat on vakiinnuttamassa TMR:ään pohjautuvaa materiaalivirtalaskentaa osaksi tilastointijärjestelmäänsä, ja Euroopan komissio on julkaissut ainevirtatilinpidon käsikirjan, jossa kehitetään yhteistä käsitteistöä ja yh-

tenäisiä laskentamenetelmiä (CEC 2001). Myös YK:n puitteissa ollaan ainevirtatilinpitoa yhdenmukaistamassa kansantalouden tilinpidon rakenteisiin sopivaksi (SEEA 2002). Suomessakin ollaan kokoamassa fyysisiä panos-tuotostaulukoita ainevirtatilinpitoa varten (Mäenpää & Muukkonen 2001). Myös Euroopan ympäristövirasto on ottanut käyttöön materiaalivirtojen volyymin ja ekotehokkuuden ympäristön tilan jatkuvan seurannan välineeksi (EEA 2000).

Talouden läpi kulkeva materiaalivirta koostuu paitsi tuotettujen hyödykkeiden sisältämästä materiaalmäärästä myös tuonnin luonnonvaraisällöstä sekä ns. piilovirroista. Piilovirrat muodostuvat niistä luonnonvaroista, joita käsitellään hyödykkeen valmistusprosessin aikana, mutta jotka eivät siirry itse lopputuotteeseen. Piilovirroista muodostuu tuotteen ekologinen selkäreppu.

Ympäristönsuojelu ja ympäristötutkimus ovat tähän asti voittopuolisesti keskittyneet taloudellisen toiminnan seurausvaikutuksiin, päästöihin ja jätteisiin, ja ympäristöpolitiikan ohjaukskeinot ovat tähänneet niiden vähentämiseen ja eliminointiin. Nykykäsityksen mukaan kestävä kehityksen esteenä ei kuitenkaan ensisijaisesti ole uhka raaka-ainevarojen ehtymisestä, vaan ennen kaikkea niiden käyttöönoton aiheuttamien vaikutusten laajuus luonnossa ja myös ihmisten elämisen laadussa ja terveydessä. Nämä vaikutukset liittyvät usein piilovirtoihin, ja ne ovat suurimmillaan raaka-aineiden tuotannossa ja alkujalostuksessa ja siten riippuvaisia suoraan ja välillisesti hyödynnettävien raaka-aineiden määristä sekä sovellettavasta teknologiasta. Materiaalivirtatarkastelu mahdollistaa ympäristökuormituksen ehkäisemisen ennalta: kun pienennetään käyttöönotettavien raaka-aineiden kokonaismäärää, vähennetään ei-toivottuja ympäristövaikutuksia materiaalivirran alkupäässä. Materiaalivirran supistuminen johtaa samalla päästö- ja jättemäärien pienenemiseen ja vähentää siten taloudellisen toiminnan ympäristökuormitusta myös materiaalivirran loppupäässä.

Toistaiseksi materiaalivirtatarkastelua on sovellettu aika vähän elintarviketuotantoon. Biologisen tuotannon materiaalivirtalaskentaa on kehitetty hyvin karkealla aggregointitasolla sekä maailmanlaajuisesti (Wirsenius 2000) että osana kansantalouksien kokonaismateriaalivirtaa (Adriaanse ym. 1997, Ayres & Ayres 1998, EUROSTAT 1997). Suomen osalta tämä on tehty luonnonvarojen kokonaiskäytön arvioinnin yhteydessä (Mäenpää ym. 2000). Sveitsissä aine-, energia- ja rahavirtoja on käytetty arvioitaessa luonnonvarojen käyttöä elintarviketuotannossa (Faist ym. 2001) sekä määriteltäessä elintarviketuotannon kestävyttä (Binder & Wiek 2001). Ruotsissa on sovellettu yhdistettyä ainevirta- ja elinkaarianalyysitarkastelua ruokajärjestelmätutkimuksiin (esim. Thomsson 1999). MIPS-käsitteen pohjalta on lisäksi arvioitu yksittäisten elintarvikkeiden ekologisia selkäreppuja (Schmidt-Bleek 1998), ja tuotekohtaisten LCA-selvitysten määrä kasvaa jatkuvasti (esim. Carlsson-Kanyama 1998, Grönroos & Seppälä 2000, Katajajuuri ym. 2000).

2.2 Ekotehokkuus ja tehostumiskertoimet

Ekotehokkuus on toimintaa, joka tähtää ympäristökuormituksen pienentämiseen suhteessa tuotettuun hyötyyn. Käsitteen otti ensimmäisenä käyttöön Kansainvälinen yritys-elämän kestävän kehityksen neuvosto - World Business Council for Sustainable Development - vuonna 1992 (WBCSD 2001). Huomiota kiinnitetään erityisesti luonnonvarojen tuottavuuden parantamiseen ja tarkastelu ulotetaan koko tuotantoketjuun. Tavoitteena on vähentää energian ja materiaalien käyttöä sekä päästöjä tuotantoyksikköä kohden ilman että tuotannon kokonais-kannattavuus tai ihmisten hyvinvointi laskevat. Kustannussäästöjen kautta saatetaan samalla kilpailuetua (KTM 1998, Hoffrén 1999).

Perimmiltään ekotehokkuus merkitsee sitä, että vähemmästä tuotetaan enemmän. Tuotannon ja kansantalouden kestävän kehityksen edellytyksenä on ekotehokkuuden kohentaminen siten, että maapallon tuotanto- ja kulutus rakenne sovitetaan luonnon kantokykyyn (Höhn 1997, OECD 1997). Ekotehokkuus onkin nostettu hyvin keskeiseksi aihealueeksi EU:n ympäristöpolitiikassa, sillä toimintaa ohjaavana strategiana se tuo uusia mahdollisuuksia kokonaisvaltaisen ympäristöpolitiikan ohjaukseen (EEA 2000). Ekotehokkuuden kohentaminen on myös asetettu tavoitteeksi YK:n kestävän kehityksen komissiossa (UN 1995), Suomen hallituksen kestävän kehityksen ohjelmassa (YM 1998), ja nyttemmin ekotehokkuutta on korostettu myös Maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategiassa (MMM 2001a).

Ekotehostamispyrkimykset voidaan konkretisoida tehostumiskertoimien (faktoritavoitteiden) avulla, jotka perustuvat arvioihin maapallon raaka-ainevarojen riittävydestä ja ympäristökuormituksen sietokyvystä. Factor-10 -tavoitteen mukaisesti vuoteen 2050 mennessä luonnonvarojen kokonaiskäyttö tulisi maailmanlaajuisesti supistaa noin puoleen nykyisestä. Päävastuun kantavat teollistuneet maat, sillä kestävän kehityksen mukaisesti on kehitysmaiden elintasoa samanaikaisesti nostettava; jotta kulutus kehitysmaissa voisi kaksinkertaistua, olisi luonnonvarojen kokonaiskäyttö teollistuneissa maissa supistuttava kymmenenteen osaan nykyisestä.

Faktori-ajattelu ei ole ristiriidassa hyvän elintason kanssa, sillä pyrkimyksenä on alentaa tuotannon materiaali-intensiteettiä tuotettua yksikköä kohti. Samaan tavoitteeseen päästään pienentämällä tuotantoon käytettävää raaka-aine- ja energiapanosta kymmenenteen osaan, kasvattamalla tuotanto kymmenkertaiseksi käytettyä panosta kohti tai esimerkiksi pienentämällä panosta viidenteen osaan ja samanaikaisesti kaksinkertaistamalla tuotanto (Factor 10 Club 1997, Lovins ym. 1997, Weizsäcker ym. 1997). Mm. Ruotsissa on selvitetty faktoritavoitteiden toteutettavuutta elintarvikealalla. Tulokset osoittavat, että ulottamalla toimenpiteet koko tuotantojärjestelmään, luonnonvaratuottavuutta voidaan merkittävästi tehostaa, ilman että nykyiset kulutustottumukset olennaisesti muuttuvat (SEPA 1997, SEPA 1999).

Ekotehokas toiminta tähtää ympäristökuormituksen pienentämiseen suhteessa toiminnasta saatavaan hyötyyn. Ekotehokkuus voidaan ilmaista yksinkertaisesti: hyöty/panokset. Maatalouden ekotehokkuuden määrittely on ongelmallista. Tämä johtuu siitä, että maataloustuotantoa tuetaan monin tavoin ja tuotannon volyyymi sekä tuotantoon käytetyt panokset ovat riippuvaisia tuotantopinta-alasta, jolloin ekotehokkuuden rahassa mittaaminen saattaa olla harhaanjohtavaa. Siksi taloudellisen tiedon ohella tarvitaan kokonaismateriaalivirtoihin perustuvaa tietoa, jonka pohjalta maatalouden ekotehokkuutta voidaan arvioida myös muilla kuin taloudellisilla kriteereillä.

Maa- ja elintarviketalouteen sovellettuna ekotehokkuusajattelu tarkoittaa sitä, että "vähemmästä enemmän" -periaatteen mukaisesti pienemmillä tuotantopanoksilla tuotetaan enemmän ravitsemuksellisesti parempaa ruokaa. Tuotantopanoksina voidaan tarkastella paitsi rahaa, myös tuotannossa käytettyjä fyysisiä panoksia sekä ympäristön kuormittumista, miksipä ei myös sosiokulttuurisia menetyksiä.

Ekotehokkuutta voidaan tarkastella myös kulutuksen näkökulmasta. Ekotehokas kansalainen tai julkisyhteisö valitsee tuotteita, joiden tuottaminen on kuormittanut ympäristöä mahdollisimman vähän, mutta jotka eivät myöskään kohtuuttomasti kuormita kukkaroa.

Perimmältään ekotehokkuustarkastelu on kustannusten puntarointia saavutettuun hyötyyn nähden. Ekotehokkuuden parantaminen ei sinällään takaa kestävää kehitystä, vaan ekotehokaskin tuotanto on mitoitettava luonnon kantokyvyn mukaan.

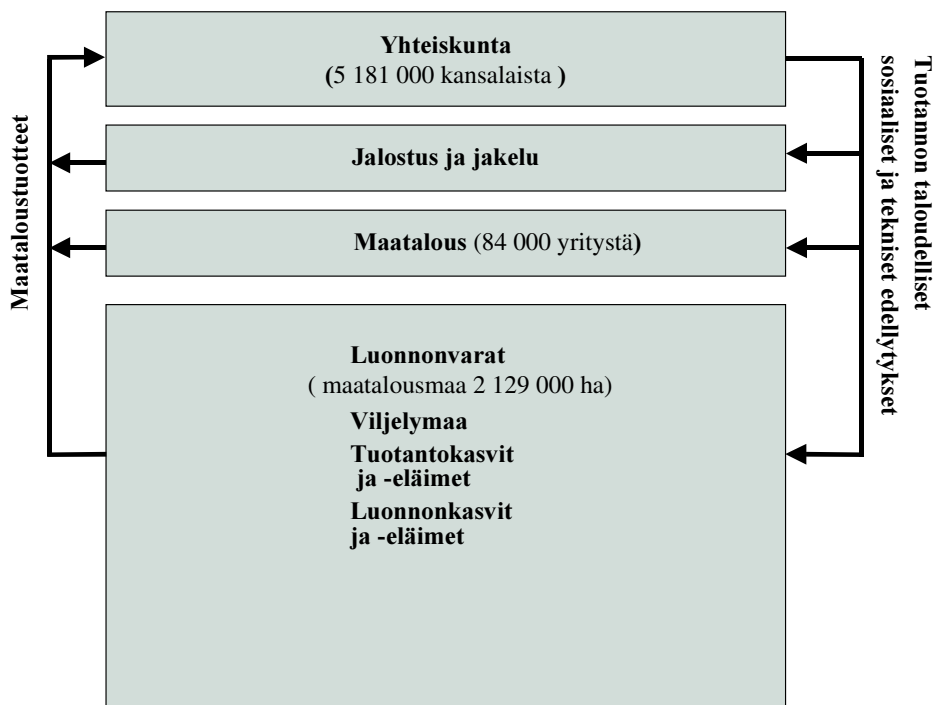
2.3 Kestävä ravinnontuotanto

YK:n kestävän kehityksen komissio (Brundtlandin komissio) otti ensimmäisenä käyttöön kestävän kehityksen käsitteen ja määritteli sen kehitykseksi, joka turvaa nykyisen sukupolven tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa (WCED 1987). Samalla ympäristökysymykset liitettiin osaksi laajempaa kokonaisuutta, ja korostettiin, että niitä tulisi tarkastella vuorovaikutuksessa taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen kanssa. Kestävä kehitys korostaa vastuuta tulevista sukupolvista, mikä puolestaan edellyttää, että toiminnan seurauksia on arvioitava pitkälle tulevaisuuteen. Ympäristöongelmat nähdään luonteeltaan maailmanlaajuisina, mutta niiden ratkaisu vaatii paikallistason toimia.

Kestävän kehityksen mukainen ajattelu on vähitellen omaksuttu maailmanlaajuisesti, ja se läpäissyt käytännössä kaikki yhteiskunnan tasot ja osa-alueet, mukaanlukien maatalous ja elintarviketuotanto.

Maatalouden suhde toisaalta luontoon, toisaalta yhteiskuntaan on esitetty kuvassa 1. Maataloustuotanto on kytköksissä luonnon ekosysteemeihin, mutta viljelijät ja ruokajärjestelmän toimijat ovat myös osa yhteiskuntaa. Tuotanto- ja kulutustottumukset muuttuvat ajan myötä, ja niiden mukana muuttuvat myös tuotannon reunaehdot. Tuotannon jatkuvuus edellyttää, että kestävyys toteutuu sekä ympäristön että yhteiskunnan tasolla. Tämä turvaa maatalousekosysteemien elinvoimaisuuden ja puhtaan ympäristön sekä takaa ruokaturvallisuuden yhteiskunnassa.

Nykytuotoinen maatalous kuormittaa ympäristöä monin tavoin. Kehitys kohti suurenevia tilakokoja ja alueellisesti yksipuolistuvaa tuotantoa aiheuttaa ongelmia sekä maatalouden sisällä että sen ulkopuolella. Kuormitus ei rajoitu pelkästään maatalousekosysteemeihin, vaan sillä on laajempia vaikutuksia, sillä kaasumaiset päästöt lisäävät ilmakehän kuormitusta, ravinneylijäämät ja torjunta-ainejäämät kertyvät maaperään tai ne päätyvät vesistöihin, pohjaveteen tai elintarvikeketjuun. Ongelmat ilmenevät monimuotoisuuden vähenemisenä, vesistöjen rehevöitymisinä ja peltojen viljavuuden heikkenemisenä sekä heikentyneenä ruokaturvallisuutena.



Kuva 1. Maatalous luonnon ja yhteiskunnan rajapinnalla (mukailtu: Yli-Viikari ym. 2002).

Viimeisten vuosikymmenien aikana on maataloustuotanto Suomessa merkittävästi voimaperäistänyt. Kasvinviljelyn hehtaarisadot ovat 30 vuodessa liki kaksinkertaistuneet, mutta samanaikaisesti ovat myös maatalouskemikaalien käyttö ja energiankulutus kasvaneet melkein samaa tahtia (Risku-Norja 1999). Väistämättä nämä muutokset heijastuvat myös ympäristöön. Suomessa nykyisin arviolta noin puolet antropogeenisestä vesistökuormituksesta ja noin 10 prosenttia kaikista ilmakehän kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin maataloudesta (Tilastokeskus & YM 1997, Pipatti 2001).

Lisäksi maataloustuotannossa on käynnissä voimakas rakennemuutos, sillä koveva taloudellinen kilpailu suosii suurtuotantoa. Keskimääräinen tilakoko on 1980-luvun alkuun verrattuna kasvanut noin 9 ha:sta 24 ha:iin, mutta samalla maatilojen lukumäärä on pudonnut yli 40 prosenttia. Maa- ja metsätaloudesta saa toimeentulonsa enää vain 6 prosenttia työikäisestä väestöstä, kun osuus 1970-luvun alussa oli vielä runsas 20 prosenttia (MTTL 2001). Toisaalta keskitymisen ja erikoistuvan tehotuotannon vastapainona myös luomutuotantoa halutaan lisätä (MMM 2001).

Ympäristön hyvinvoinnin kannalta tuotantomäärillä ei ole suoranaisesti merkitystä - keskeistä on ekosysteemien toimivuus. Ekotehokkuuden kannalta tuotannon volyyymilla sen sijaan on ratkaiseva merkitys; jos samalla kuormitusmäärällä tuotetaan enemmän, toimitaan ekotehokkaasti. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että tuotanto olisi ekologisesti kestävä, sillä tuotannosta aiheutuva ympäristökuormitus voi silti ylittää luonnon kantokyvyn. Ekotehokkuuden kohentuminen on kestävä kehityksen tavoitteiden mukaista ainoastaan, jos se johtaa samalla myös luonnonvarojen kokonaiskäytön vähentämiseen ja tuotannon aiheuttaman ympäristökuormituksen keventämiseen.

3 Tavoite

Elintarvikehuollon kestävyyttä voidaan edistää lisäämällä tuotannon ekotehokkuutta ja muuttamalla kulutustottumuksia. Jotta määrällisiä tavoitteita voitaisiin asettaa, on tunnettava tämänhetkinen tilanne ja paikannettava ne kohteet, joissa luontoa ja luonnonvaroja voidaan ratkaisevasti säästää. Ravinnontarpeeseen ei juurikaan voida vaikuttaa, joten tuottajapuolella faktoritavoitteiden toteutuminen edellyttää huomion kiinnittämistä ennen kaikkea tuotannon piilovirtoihin, sen ekologiseen selkäreppuun. Ravinnon koostumus puolestaan määrää, kuinka raskasta reppua itse kukin kantaa.

Elintarviketuotannon ympäristövaikutuksia arvioitaessa ei tähän mennessä ole juurikaan kiinnitetty huomiota tuotannon aiheuttamiin kokonaismateriaalivirtoihin. Kuitenkin ekotehokkuus määräytyy käytettyjen fyysismittaisten ja markkamääräisten tuotantopanosten ja tuotoksen sekä ympäristövaikutusten mukaan.

Maatalouspoliittisia ratkaisuja tehtäessä eri tuotantovaihtoehtojen ja kulutustapojen muutosten vaikutuksia on pystyttävä arvioimaan myös ekotehokkuusköikulmasta, ja niitä on tarkasteltava kokonaisvaltaisesti.

Ekotehokkuuden kohentaminen edellyttää, että tuotokset ja panokset ilmaistaan selkeästi ja yksiselitteisesti. Jotta tulokset olisivat myös kansainvälisesti vertailukelpoisia, tarvitaan yhdenmukaisia aineiston keruu- ja tilastointimenetelmiä.

Tässä hankkeessa kehitetään nimenomaan maatalouteen ja elintarviketuotantoon soveltuvaa materiaaliveirtatarkastelua, joka kattaa koko elintarvikkeiden tuotannon alkutuotannosta kulutukseen. Konkreettisenä tavoitteena on luoda materiaaliveirtatarkasteluun perustuva mallintamismenetelmä, jonka avulla voidaan arvioida, miten tuotantotapojen ja kulutustottumusten muutokset vaikuttavat maatalouteen ja sen materiaali- ja markkavirtoihin ja ympäristöön. Yhdistämällä maataloussektori osaksi koko kansantaloutta, voidaan menetelmän avulla tarkastella maatalouden suuntautumisvaihtoehtojen vaikutuksia materiaaliveirtoihin, tulonmuodostukseen ja työllisyyteen myös kansantalouden tasolla. Näin pystytään hahmottamaan kuluttajapolitiikan, ympäristö- ja maatalouspolitiikan välisiä keskinäisiä yhteyksiä ja arvioimaan erilaisten ohjauskeinojen vaikutusta.

Tarkastelutapa selkiinnyttää materiaaliveirtojen, talouden ja ympäristövaikutusten välistä kytkentää, jolloin voidaan arvioida, minkälaiset tehostumiskertoimet ovat maatalouden kannalta realistisia ja millä keinoin ne voidaan toteuttaa. Viimekädessä näin pyritään kohentamaan maataloustuotannon ekotehokkuutta sekä selvittämään, mitä lisäarvoa ekotehokkuuden kohentuminen tuo kotimaisen ravinnontuotannon kestäväälle kilpailukyvyille.

4 Aineisto ja menetelmän periaate

4.1 Systeemitarkastelu

Materiaaliveirtatarkastelu perustuu systeemiajatteluun; systeemin eri osat vaikuttavat toisiinsa, ja muutokset systeemin jossakin osassa heijastuvat tavalla tai toisella kokonaisuuteen. Vaikutusanalyysit ja mallintaminen edellyttävät, että systeemi on selkeästi rajattu ja siinä määrin yksinkertainen, että eri osien väliset syy-seuraussuhteet voidaan jäljittää.

Systeemilähestymistapa soveltuu hyvin taloudellisten ja ympäristövaikutusten kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Systeemin rakennetta ja toimintaa voidaan kuvata pelkistetysti panos-tuotosmenetelmin. Panos-tuotostaulukko osoittaa yhteydet tuotantotoiminnan tulosten ja niiden saavuttamiseksi vaadittavien panosten välillä. Taulukon avulla voidaan selvittää, mistä materiaaliveirrat muodostuvat, miten ne liikkuvat tarkasteltavan systeemin sisällä, minne ne päätyvät ja miten

niihin voidaan vaikuttaa. Panos-tuotosmenetelmät soveltuvat siten hyvin kokonaisvaltaisen systeemitarkastelun välineeksi.

Panos-tuotostaulukossa rivit ja sarakkeet on ristiintaulukoitu siten, että rivi- ja sarakesummat ovat yhtäsuuret. Vaakariveillä ja sarakkeissa on esitetty tarkasteltavan systeemin toimialat. Jokainen vaakarivi kuvaa, missä määrin muut toimialat käyttävät kyseisen toimialan tuotteita panoksina omassa tuotannossaan (väliuotekäyttö) ja kuinka suuri osa niistä päätyy suoraan lopputuotteiksi. Sarakkeet puolestaan ilmaisevat, kuinka paljon kyseinen toimiala käyttää eri toimialojen tuotteita oman tuotantonsa panoksina (Forssell 1985, Vanhala & Mäenpää 2002).

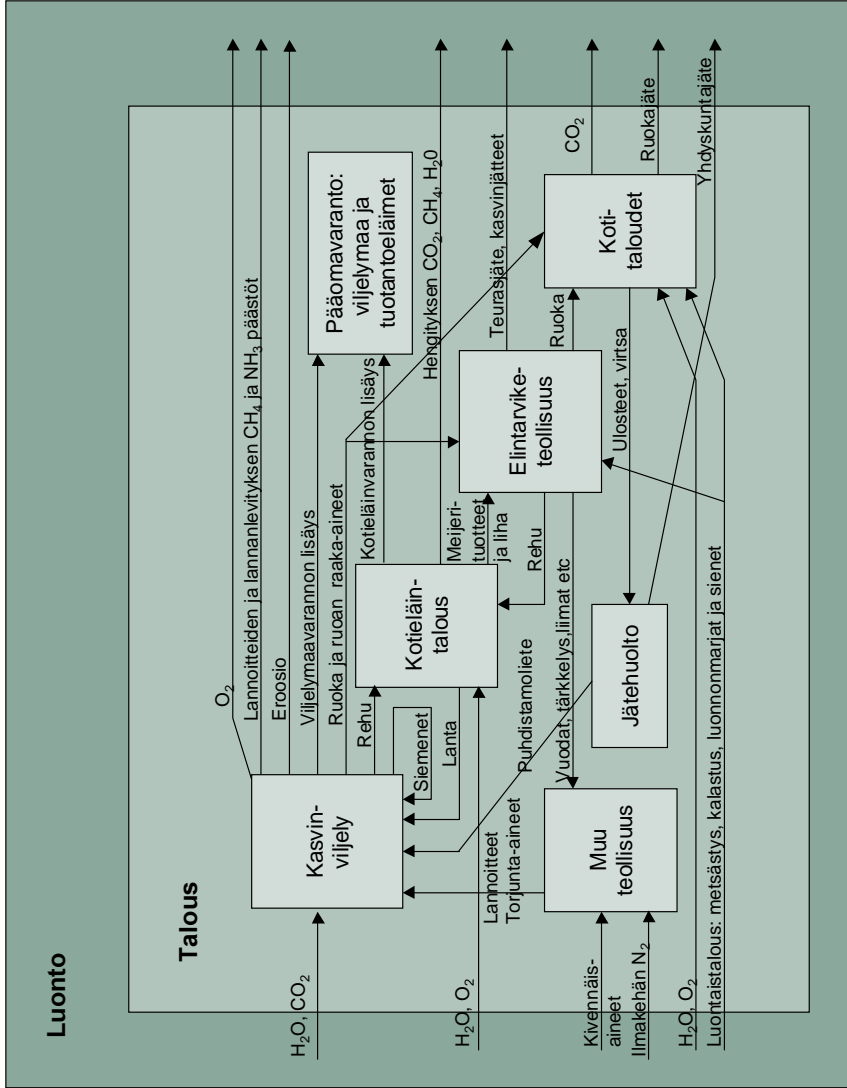
Kvantitatiivinen panos-tuotostarkastelutapa edellyttää, että systeemi on selkeästi rajattu ja että numeerista tietoa on saatavilla. Seuraavassa rajataan ensin tarkasteltava systeemi, sen jälkeen käydään lyhyesti läpi, mitä perusaineistoa on käytetty ja miten sitä on tätä hanketta varten jouduttu muokkaamaan. Ainevirtatilinpitoa ja maatalouden ainevirtataseiden muodostamista tarkastellaan yleisesti, ja luvun lopussa kuvataan materiaalivirtatarkastelun pohjalta kehitetyn panos-tuotosmallin pääperiaatteet.

4.2 Systemirajaus

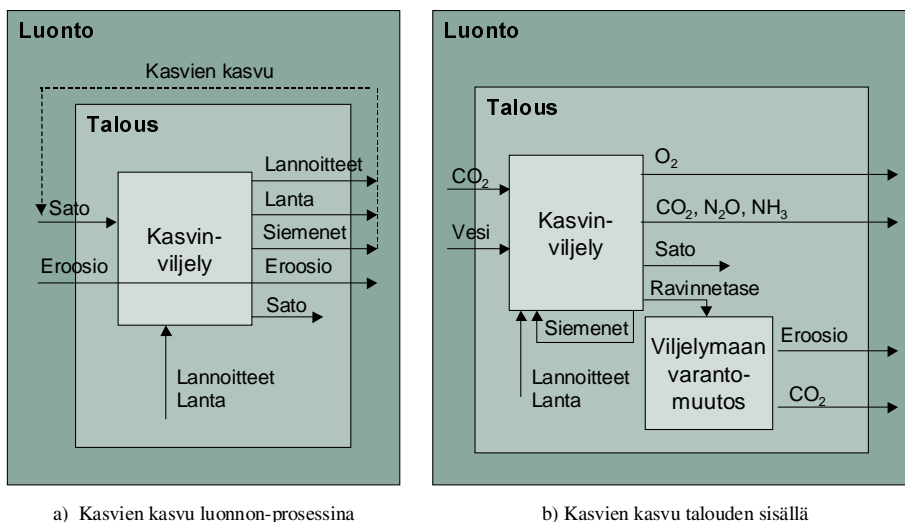
Maa- ja elintarviketalous kuuluu kokonaisuuteen, joka muodostuu neljästä toisiinsa kytköksissä olevasta osasta: 1) kasvinviljelyn tuotanto 2) kotieläintalous, 3) ruoan jalostus ja 4) ruoan kulutus (Kuva 2).

Suomen luonnonvarojen kokonaiskäytön arvioinnin yhteydessä on laskettu kasvinviljelyn tuotanto siihen liittyvine piilovirtoineen maatalouden panokseksi kansantalouteen (Mäenpää ym. 2000). Panoksia ei ole tarkemmin kohdennettu maatalouden sisällä. Kansainvälisen vertailtavuuden vuoksi arvioinnissa seurattiin niitä yhteisiä laskentaperiaatteita, joita oli käytetty jo aiemmin neljän maan luonnonvarojen kokonaiskäytön laskemisessa. Kasvien kasvua - fotosynteesiä - tarkasteltiin luonnonilmiönä, ja luonnon ja talouden välinen systemiraja määritettiin vastaavasti: kasvinviljelyn tuotanto rajattiin talouden ulkopuolelle (Kuva 3a), kun taas kotieläintalouden ja ihmisten metabolia sisällytettiin talouden piiriin (Adriaanse ym. 1997).

Kasvinviljely on kuitenkin taloudellista toimintaa, jolla on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Tämän vuoksi on perusteltua, että myös kasvinviljelyä tarkastellaan taloudellisen systeemin sisällä. Kasvinviljelyn tuottamaton biomassa muodostaa noin puolet luonnonvarojen kokonaiskäytöstä maataloudessa. Valtaosa siitä palautuu maahan jo sadonkorjuun yhteydessä eikä se siten muodostu osaksi talouden sisällä liikkuvaa ainevirtaa. Tässä työssä tuottamaton biomassa on sen vuoksi rajattu systeemin ulkopuolelle (Kuva 3b).



Kuva 2. Tarkasteltava systeemi.



Kuva 3. Kasvinviljelyn systeemirajauksen kaksi eri vaihtoehtoa (Mäenpää & Vanhala 2002).

4.3 Aineisto

Tavallisesti panos-tuotostaulukot esitetään rahaperusteisina eli keskimääräisen yksikköhinnan ja tuotoksen tulona. Tässä hankkeessa selvitetään elintarvikkeiden tuotantoa ja kulutusta sekä materiaali- että rahavirtoihin perustuvan panos-tuotostaulukon pohjalta. Tuotantoyksikköinä tarkastellaan eri tuotantosuuntia edustavia, kooltaan keskimääräisiä, eteläsuomalaisia tiloja. Tarvittava tilojen lukumäärä saadaan, kun jaetaan tuotantosuunnan vuosittainen kokonaistuotos kunkin tuotantoyksikön vuosituotoksella.

Hankkeessa on yhdistetty aineistoa eri lähteistä. Näistä keskeisimmät ovat 1) olemassaoleva tilamalli-aineisto, 2) vuoden 1995 kansantalouden panostuotostaulukot ja 3) tiedot ravinnonkulutuksesta. Perusaineistoa on täydennetty ja muokattu hankkeen tarpeita varten.

4.3.1 Tilamallit

Tilamallit on laadittu alun perin tuotantokustannusten seurantaan eikä varsinaisesti todellisten tuotantokustannusten selvittämiseen. Tilamallit kuvaavat yrityksiä, joilla on erikoistuttu vain yhden tuotteen tuottamiseen. Mallien avulla kvantifioidaan eri tilatyypin tuotokset ja niiden saavuttamiseksi tarvittavat panokset. Kun nämä panokset hinnoitellaan, saadaan kustannukset selville. Tilamalleissa otetaan huomioon kaikki tuotantotoiminnasta aiheutuvat kustannukset. Näin saa-

daan selville mahdollisimman hyvin kullekin tuotannonhaaralle tyypillinen tuotantopanos- ja kustannusrakenne.

Tilamallit on yksityiskohtaisesti kuvattu (Ala-Mantila & Riepponen 1998), ja niiden perustietoaainestoa ylläpidetään ja päivitetään MTT Taloustutkimuksen toimesta. Tuotantokustannusmalleissa kaikkien tuotteiden tuotantokustannukset on laskettu viidessä eri kokoluokassa. Tässä hankkeessa kutakin tuotantosuuntaa edustaa yksi keskimääräinen tilakokoluokka.

Tilamalleilla lasketut tuotantokustannukset eivät kuvaa kyseisten tuotteiden keskimääräistä kustannustasoa maassamme. Tuotantokustannuslaskelmat on laadittu siten että sadot, kotieläinten tuotokset, tuotantotarvikkeiden ja työn käyttö perustuvat pääasiassa normilukuihin ja etelä-Suomen kirjanpitolojen tuloksiin. Koneiden, kaluston, tuotantorakennusten ja perusparannusten arvot perustuvat nykyisiin hankintakustannuksiin. Poistot on laskettu käyttämällä tasapoistomenetelmää. Korkovaatimus on laskettu puolelle koneiden, kaluston, rakennusten ja salaajien jälleenhankinta-arvosta. Korkokantana on käytetty 6 prosenttia ja salaajitetun pellon arvona 21500 mk/ha.

Olemassaolevat tilamallit on rakennettu tavanomaisen tuotannon perusteella, ja ne kattavat tärkeimmät maataloustuotteet eli maidon, naudanlihan, sianlihan, porsaiden, kananmunien, leipäviljan, rehuviljan, kevätrypsin ja sokerijuurikkaan tuotannon. Jotta koko perusmaataloustoimialan panoskäyttö ja tuotanto saadaan kuvattua, on tämän hankkeen puitteissa laadittu lisäksi perunan- ja broilerintuotannon tilamallit.

Luomutuotanto: Jotta voitaisiin mallintaa eriasteisen luomutuotannon vaikutuksia maatalouden panoskäyttöön ja tuotantoon sekä hahmottaa näitä vaikutuksia koko talouden tasolla, on tuotanto kuvattava myös luomutuotettuna. Luomutuotannosta ei kuitenkaan ole olemassa samanlaista valmista tilamalliaineistoa kuin tavanomaisesta tuotannosta. Ongelmana on luomutuotannon puutteellinen tilastointi, sillä luomutuotanto on toistaiseksi ilmoitettu vain viljelypinta-alana eikä tietoa tuotantomääristä ole saatavilla. Luomutilamallit on sen vuoksi jouduttu rakentamaan melko karkeiden arvioiden pohjalta

Luomukotieläintuotannon säädösten kustannusvaikutusten tarkastelun yhteydessä on tehty mallit maidon-, naudanlihan-, sianlihan- ja kananmunantuotannosta edellä kuvattujen tavanomaisen tuotannon tilamallien pohjalta (Koikkalainen & Haataja 2000). Aineistoa on käytetty hyväksi rakennettaessa tämän tutkimuksen osana luomutuotantoa kuvaavat luomutilamallit.

Puutarhatuotanto: Tutkimushankkeen tarpeita varten rakennetut puutarhatilamallit perustuvat MTT Taloustutkimuksen puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamalleihin. Malleja on kahdessa eri kokoluokassa valkokaalista, kiinankaalista, porkkanasta, sipulista, mansikasta, mustaherukasta, omenasta,

taimitarhatuotannosta, kasvihuonekurstusta ja tomaatista sekä leikkoruusun viljelystä (Lassheikki 1994, Outa 2000).

Puutarhatalouden tuotantoa on tässä yhteydessä kuvattu yhdessä kokoluokassa viiden eri tilamallin avulla. Ne kattavat 40 tuotetta, joiden tuotantoa myös Puutarhayritysrekisteri seuraa (Puutarhayritysrekisteri 2000). Tilamalleilla pyritään hankkeen tavoitteiden mukaisesti yhteismitallistamaan ja yhdistämään tärkeimpiä puutarhatalouden tuotantosuuntia ja tuotteita tuotantokustannusten näkökulmasta, ei niinkään selvittämään todellisia tuotantokustannuksia. Tuotantotavat, viljelymenetelmät sekä tuotteet vaihtelevat suuresti eri puutarhayritysten välillä, ja tuotantokustannusten erot tilojen välillä voivat olla hyvinkin suuria (Outa 2000). Tilamallit eivät siten välttämättä kuvaa eri tuotantomallien osalta keskimääräisiä tuotantokustannuksia Suomessa eivätkä ne myöskään kerro todellisia kustannuksia tuotekohtaisesti. Puutarhatuotannon tilamallikonaisuudessa keskimääräisen tuotantokustannuksen laskentaperusteina on käytetty kyseisten tilamallien sisällä olevien tuotteiden tuotantokustannuksia painotettuina keskiarvoina.

Olemassaolevien tilamallien panoskäyttö on rahaperusteinen ja lähtökohtana ovat olleet tuotantokustannukset. Näin ollen niissä ei ole otettu huomioon tilan sisällä kiertäviä tuotantopanoksia. Tilamalliaineistoa on tältä osin jouduttu täydentämään siten, että myös tilalla tuotettu rehu ja kotieläinten lanta on otettu huomioon.

Taulukossa 1 on esitetty hankkeessa käytetyt tilamallit. Kasvinviljelyn ja kotieläintalouden tilamallikaaviot on esitetty liitteessä 1 ja 2, puutarhatuotannon tilamallikaavio liitteessä 3. Tavanomaisen tuotannon, luomutuotannon ja puutarhatalouden tilamallit on kuvattu tarkemmin ja perusteet niiden aine- ja rahavirtojen laskemiseksi on julkaistu erikseen (Koikkalainen & Rikkinen 2002).

Taulukko 1. Tutkimushankkeessa käytetyt tilamallityypit.

Tavanomaisen tuotannon tilamallit	Luomutuotannon tilamallit
Vehnä	Luomuvehnä
Ohra	Luomuohra
Ruis	Luomuruus
Kaura	Luomukaura
Peruna	
Rypsi	
Sokerijuurikas	
Naudanliha	Luomunaudanliha
Maito	Luomumaito
Sianliha	Luomusianliha
Porsaat	Luomuporsaat
Kananmunat	Luomukananmunat
Broileri	
Puutarhatuotanto	

4.3.2 Kansantalouden panos-tuotosaineisto

Panos-tuotostaulukot kuvaavat yksityiskohtaisesti kansantalouden, aluetason tai tuotantosektorin tuotevirtoja. Tuotevirrat koostuvat tuotteiden tarjonnasta sekä niiden käytöstä välituotteina muiden tuotteiden valmistuksessa ja lopputuotteina. Tarjonta muodostuu kotimaisesta tuotannosta ja tuonnista, lopputuotekäyttö jaetaan kulutukseen, pääoman ja varastojen muodostukseen ja vientiin. Panos-tuotostaulukoista ilmenee toimialakohtaisesti kustannusten jakautuminen koti- ja ulkomaisten tuotteiden hankintaan sekä palkkoihin, toimintaylijäämään ja muihin arvonnalisäyksen eriin. Panos-tuotostaulukot on rakennettu tilastoihin perustuvien tarjonta- ja käyttötaulukoiden pohjalta.

Kansantalouden panos-tuotostaulukko on Tilastokeskuksen julkaisema, ja se perustuu kansainvälisesti yhdenmukaiseen järjestelmään (UN 1999). Keskeisiä tietolähteitä ovat mm. kansantalouden tilinpito, teollisuustilastot, ulkomaakauppatilasto, elinkeinoverotiedot ja kulutustutkimus. Tilastokeskus myös päivittää tiedot aika ajoin. Viimeisin julkaistu aineisto on vuodelta 1995, ja siinä tuotevirrat on kuvattu 33 toimiala- ja 68 tuoteryhmään jaoteltuna (Tilastokeskus 1999).

Tässä hankkeessa on rakennettu tilamallien panoskäytön tietopohjalta tavanomaisen maataloustuotannon, puutarhatuotannon ja luomutuotannon tilatyypeille tuotantoaloittaiset panostuotostaulut. Nämä on yhdistetty vuoden 1995 kansantalouden panos-tuotostaulukoon siten, että ne summautuvat panos-tuotostaulukon "Maatalous"-sarakeeseen neljänä maatalouden alatoimialana: kasvinviljely, kotieläintalous, puutarhatuotanto ja muu maatalous.

Maatalouden tuotevirrat on kuvattu kansantalouden panos-tuotostaulukossa yksityiskohtaisemmin siten, että maataloustuotteiden käytön rivi jakaantuu maatalouden neljän alatoimialan tuotteen käytön riveiksi. Samalla kansantalouden panos-tuotostaulukon toimialajakoa on tarkennettu maatalouden kannalta keskeisten toimialojen osalta. Näitä ovat maataloustuotteita käyttävä elintarviketeollisuus (9 toimialaa) sekä maataloudelle panoksia tuottava kemikaalien valmistus (3 toimialaa) ja energiassektori (2 toimialaa). Maatalouden tuotevirtojen kannalta merkitykseltään vähäisempiä toimialoja on yhdistetty. Toimialaluokitukset ovat Tilastokeskuksen luokitusjärjestelmän mukaisia (Tilastokeskus 1995). Näin päädyttiin 38 toimialaryhmään.

4.3.3 Ravinnonkulutustiedot

Ravinnon kulutustiedot perustuvat Tilastokeskuksen vuoden 1998 kotitalouksien kulutustutkimukseen, jossa selvitettiin kyselytutkimuksena sekä markkamääräiset kulutusmenot että elintarvikkeiden kulutusmäärät. Kyselyyn osallistuneet kotitaloudet valittiin satunnaisotoksella, ja kysely kattoi liki 10000 henkilön kulutuksen (Tennilä 2000). Kulutustutkimuksen tiedot on muutettu vuoden 1995 ta-

soon kotitalouksien kulutusmenojen kiinteähintaisten aikasarjojen avulla, jotka on saatu Kansantalouden tilinpidosta.

Kulutustutkimuksessa on arvioitu ainoastaan kotitalouksien hankkimien elintarvikkeiden määrä ja kulutusmenot. Jotta elintarvikkeiden hankinnasta päädytään syötyyn ravintomäärään, on vähennettävä erilaiset hävikit. Tätä varten kullekin kulutustutkimuksen elintarvikkeelle arvioitiin ei-syötävän osan - mm. luut sekä perunan, hedelmien ja kananmunan kuoret - osuus julkaistujen tietojen perusteella (Lallukka & Ovaskainen 2001, Kansaneläkelaitos 1990). Ei-syötävien osien elintarvikekohtaisen arvioinnin lisäksi oletettiin yleinen 3 prosentin hävikki.

Koska elintarvikkeet ovat koostumukseltaan hyvin erilaisia, painoyksikössä ilmaistujen kulutusmäärien keskinäinen vertailu ei ole kovin informatiivista. Elintarvikkeiden kulutusta tarkastellaankin tässä yhteydessä niiden sisältämän kokonaisenergian pohjalta. Elintarvikkeiden kulutusmäärät on muutettu ensin ravintoaineiksi, hiilihydraateiksi, proteiineiksi, rasvoiksi sekä vedeksi. Energiasisältö on laskettu käyttämällä hyväksi Kansanterveyslaitoksen FINELI-tietopankkia (FINELI 2001).

MaMa-mallia varten on kulutustutkimuksen noin 250 elintarviketta aggregoitu 22 elintarvikeryhmään, ja ryhmät on sovitettu malliin toimialaluokituksen mu-

Taulukko 2. Elintarvikkeiden kulutus henkeä kohti vuorokaudessa vuonna 1995.

nro	ryhmä	kJ / hlö / vrk	mk / hlö / vrk	gr / hlö / vrk
1	Jauhot, muut viljatuotteet kuin leipä	1 243	0,72	114
2	Ruoka- ja kahvileipä	1 044	2,92	108
3	Naudanliha	41	0,96	11
4	Sianliha	159	0,57	24
5	Siipikarjan liha	39	0,28	9
6	Muu liha	18	0,18	4
7	Makkara ja muut lihatuotteet	792	2,88	96
8	Kala ja kalatuotteet	155	0,91	36
9	Maito	659	1,39	387
10	Maitotuotteet	845	2,28	152
11	Munat	131	0,2	24
12	Rasvat ja öljyt	883	0,65	40
13	Hedelmät ja marjat	387	1,6	165
14	Perunat	359	0,41	159
15	Perunavalmisteet	147	0,29	11
16	Muut kasvikset	129	1,36	132
17	Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	1 004	2,15	71
18	Muut elintarvikkeet	13	0,54	6
19	Kahvi, tee ja kaakao	67	0,93	22
20	Muut alkoholiittomat juomat	222	1,16	219
21	Alkoholijuomat	458	6,21	324
22	Ravitsemispalvelut	1 191	9,95	101,5
	yhteensä	9987	38,55	2115

sesti. Taulukossa 2 on annettu tiedot näin ryhmiteltynä elintarvikkeiden keskimääräisestä kulutuksesta ravinnon sisältämän energian määränä, elintarvikkeiden kulutusmenoina ja grammoina laskettuna henkeä kohti vuorokaudessa.

4.4 Ainevirtatilinpito

Ainevirtatilinpidon lähtökohtana on aineen häviämättömyyden laki: mikään fyysinen prosessi ei voi luoda eikä hävittää ainetta, vaan ainoastaan muuttaa sitä muodosta toiseen. Ainevirtatilipidolla (engl. material flow accounting, MFA) tarkoitetaan kattavan tilastotiedon muodostusta systeemiin tulevasta ja systeemistä poistuvasta ainevirrasta. Systeemitarkastelun kohteena on yleensä kansantalous, mutta se voi olla myös tietty talouden toimiala tai aluetaso. Ainetaaseesta (material balance) voidaan puhua silloin, kun tilinpito muodostaa kattavan kokonaiskuvauksen siten, että systeemiin sisään menevät ainevirrat ovat yhtäsuuret kuin systeemistä ulostulevat ja systeemin sisään varastoituvat ainevirrat yhteensä. Näin toteutuu ainevirtatilinpidon peruslause:

Systeemiin sisään tulevan aineen määrä = systeemistä ulos tulevan aineen määrä + systeemin sisään varastoituvan aineen määrä.

Ainevirtatilinpito edellyttää, että kaikki panokset ja tuotokset, mukaan lukien vesi ja ilma, on ilmaistu painoyksiköissä. Tässä työssä on seurattu SI-järjestelmää ja perusyksikkönä on kilo (kg).

Talous- ja ympäristötilastoinnin integrointiin tähtäävän FINPIOT-hankkeen puitteissa on Suomessakin aloitettu panos-tuotostaulukoiden kokoaminen ainevirtatilinpitoa varten (Mäenpää & Muukkonen 2001). Hankkeessa kehitetään tilastoihin perustuvaa menetelmää seurata aineen kulkua Suomen talouden rakenteissa. Ainevirta alkaa raaka-aineen otosta luonnosta, matkalla osa siitä varastoituu pääomana talouden sisällä, ja loppu päättyy päästöiksi ja jätteeksi takaisin luontoon. Maatalouden ja ravinnontuotannon erityiskysymyksiä ei kuitenkaan voida kovin seikkaperäisesti tarkastella kokonaistalouden tasolla, vaan tässä yhteydessä tuotettu sektorikohtainen aineisto aggregoidaan FINPIOT-hankkeessa ja liitetään osaksi koko kansantalouden ympäristövaikutuksien tarkastelua.

FINPIOT-hankkeen osana maa- ja elintarviketalouden ainevirtojen määrä täytyy sovittaa yhteen koko kansantalouden ainevirtoihin. Maataloustuotannossa biologisilla prosesseilla on keskeinen osuus, ja ainevirtojen arvioinnissa on otettava huomioon myös kasvinviljelyn ja kotieläintalouden aineenvaihdunta. Tämä aiheuttaa omat ongelmansa tuotantopanosten ja tuotosten määrällisessä kuvauksessa, sillä materiaalivirtatarkastelussa vettä ja ilmaa ei yleensä oteta huomioon. Kuitenkin kasvit, eläintenrehu ja kotieläintalouden tuotteet sisältävät runsaasti vettä. Kun kasvukunnan tuotteet muuttuvat eläinkunnan tuotteiksi, tarvitaan happea ja samalla vapautuu hiilidioksidia ja vesihöyryä. Jos näitä muutos-

prosessien vaatimia ainevirtoja ei oteta huomioon, seurauksena on ainetaseen epätasapaino, ja esimerkiksi maidontuotannossa jouduttaisiin tilanteeseen, jossa tuotos olisi moninkertainen panoksiin nähden. Menetelmällisessä kehittämisessä onkin painottunut kotieläintalouden biologisten prosessien seurauksena syntyneiden materiaalivirtojen kvantifiointi. Ainetaseiden muodostus ja laskentaperusteet selitetään seikkaperäisesti toisaalla (Mäenpää & Vanhala 2002).

4.5 MaMa-panostuotomallin periaate

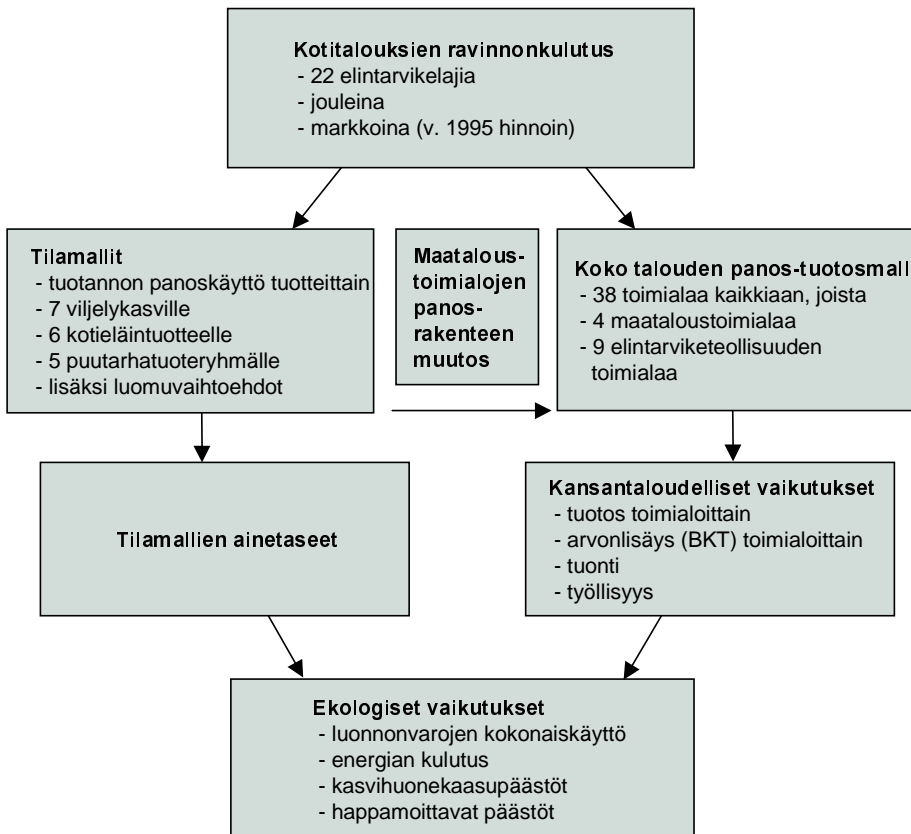
Tilamallien tietopohjalta on laadittu tuotantosuunnittain maatalouden markkamääräiset ja fyysismittaiset kokonaistasotaulukot sekä tavanomaisen että luomutuotannon osalta. Puutarhatuotannosta on laadittu vastaavanlainen kokonaistasotaulukko. Tilamallien avulla on siten kuvattu Suomen koko maataloustuotanto eri tuotantosuuntia edustavien keskimääräisten tuotantoyksiköiden panoskäytön pohjalta. Tilamallikohtaisiin laskelmiin on lisäksi yhdistetty tietoja tuotannon ympäristövaikutuksista, kasvihuonekaasu- ja happamoittavista päästöistä, viljelypinta-alasta ja energiankulutuksesta.

Nykyinen maataloustuotannon kokonaistaso on saatu laskemalla yhteen eri tuotantosuuntien kokonaistasot. Maatalouden kokonaistuotanto on sitten sovitettu neljänä toimialana - kasvinviljely, kotieläintalous, puutarhatalous ja muu maatalous - koko kansantalouden vuoden 1995 panos-tuotostaulukkaan. Näin maa- ja elintarviketalouden sisällä tapahtuvien muutosten vaikutuksia voidaan tarkastella kansantalouden tasolla. Tämä muodostaa integroidun panos-tuotomallin peruskehikon.

Kehikko on laajennettu edelleen MaMa-malliksi (maatalouden materiaalivirrat - malli) siten, että siihen on istutettu tiedot elintarvikkeiden kulutuksesta sekä tietoja tuotannon ympäristövaikutuksista. Ympäristönkuormitustekijät on laskettu tilamallien ainetaseiden pohjalta ja korotettu kokonaistuotosta vastaavasti.

MaMa-laskentamallin rakenne on esitetty kuvassa 4. Mallin avulla voidaan tarkastella, minkälaisia vaikutuksia tuotantorakenteen tai kulutustottumusten muutoksilla on sekä maataloustoimialan sisällä että kansantalouden tasolla. Vaikutukset arvioidaan vertaamalla tuloksia nykyiseen käytäntöön, ja muutos ilmoitetaan suhteessa lähtötasoon. "Nykytilaa" kuvaa vuoden 1995 tilanne, sillä viimeisin julkaistu panos-tuotosaineisto on tuolta vuodelta (Tilastokeskus 1999).

Vaikutusanalyysit perustuvat kokonaistuotannon, panoskertointen ja lopputuotekäytön väliseen suhteeseen. Panoskertoimet on laskettu panos-tuotostaulukkaan sisältyvästä informaatiosta ja niiden avulla kuvataan, kuinka paljon tietyn toimialan tuotosta tarvitaan tuotosyksikköä kohti muilla toimialoilla. MaMa-mallissa selvitetään kokonaistuotoksen määrää maataloustoimialalla, kun a) tuotantorakenteen muutoksen seurauksena tuotannon panoskäyttö muuttuu tai b) elintarvikkeiden kulutusrakenteen muutoksen seurauksena lopputuotekäyttö muuttuu.



Kuva 4. MaMa-mallin rakenne (Vanhala & Mäenpää 2002).

a) Maatalouden tuotantorakenteen muutosten vaikutuksia tarkastellaan kasvatamalla luomun osuutta tavanomaiseen tuotantoon verrattuna joko yhden tai useamman tuotteen kohdalla. Vuonna 1995 luomutuotannon osuus koko maataloustuotannosta oli vielä niin marginaalista, että MaMa-mallissa oletettiin luomutuotannon lähtötasoksi 0 prosenttia. Kun tuotantotapa muuttuu, muuttuu myös tuotannon panoskäyttö, ja se heijastuu panoskertoimiin. Lopputuotekysyntä pidetään muuttumattomana, jolloin sen tuottamiseksi tarvittava kokonaistuotannon jakautuminen maatalouden eri tuotantosuuntien kesken voidaan laskea uusien panoskertoimisen perusteella.

b) MaMa-malli mahdollistaa myös kulutuslähtöisen tarkastelunäkökulman. Lähtökohtana on nykyinen keskiverto suomalainen ravinnonkulutus (Taulukko 2). Muuttamalla lopputuotekysyntää ja pitämällä panoskertoimet muuttumattomina, selvitetään miten kulusrakenteen muutokset heijastuvat maataloustoimialojen sisällä. Ravinnon kokonaisenergian saanti pidetään muuttumattomana, mutta ravinnon koostumusta muutetaan siten, että elintarvikeryhmien keskinäisiä suhteita muutetaan, esimerkiksi kasvatetaan kasvisruoan osuutta tai korvataan liha kalalla.

Vaikutukset näkyvät tuotantopanosten käytössä, tuotteiden välituote- ja loppukäytössä sekä ympäristön osalta luonnonvarojen kokonaiskulutuksessa, maankäytössä, kasvihuonekaasujen ja happamoittavien päästöjen määrässä ja energiankulutuksessa.

MaMa-malli rakenne ja toiminta on kuvattu yksityiskohtaisesti hankkeen teknisen dokumentoinnin yhteydessä (Vanhala & Mäenpää 2002). Samassa yhteydessä on selostettu panos-tuotosanalyysin keskeisiä periaatteita.

5 Muutosten vaikutus

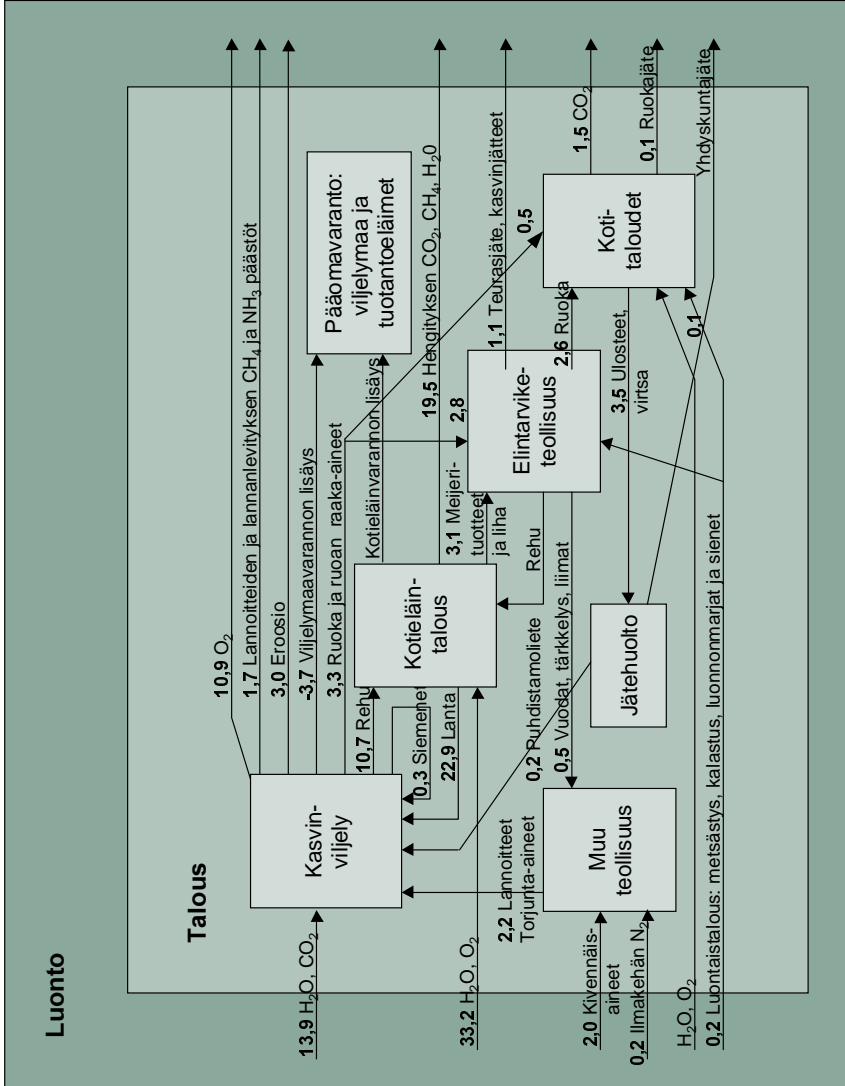
Seuraavassa tarkastellaan esimerkkien avulla, minkälaisia vaikutuksia tuotantorakenteen ja elintarvikkeiden kulutuksen muutoksilla on. Tarkastelun lähtökohdiana on vuoden 1995 tilanne, johon muutosten vaikutuksia verrataan. Vertailuajankohdan valintaan on vaikuttanut tarkistetun panos-tuotosaineiston saatavuus.

Kuvassa 5 on yhteenveto Suomen elintarviketuotannon ainevirroista vuonna 1995. Ainevirrat on laskettu tilamallien panos-tuotosaineiston perusteella. Kuvassa on esitetty myös veden, hiilidioksidin, hapen, metaanin ja ammoniumtypen virrat. Niiden määrät on johdettu tilamallien tietopohjan perusteella, ja niiden kvantifiointi on ollut hankkeen mittavia haasteita. Kuva 5 on siten yhteenveto hankkeen keskeisistä tuloksista.

5.1 Muutokset luomutuotannon osuudessa

Huoli maatalouden aiheuttamasta ympäristökuormituksesta on lisännyt niin viljelijöiden kuin kuluttajienkin kiinnostusta luomua kohtaan. Luomuviljelyn pinta-ala on lisääntynyt voimakkaasti Suomen liittyttyä EU:iin, ja luomutuotanto on kasvanut ripeästi 1990-luvulla. Myös maatalouden tukijärjestelmät ovat kannustaneet luomutuotannon laajentamiseen, samoin kuin jatkuvasti lisääntynyt kotimainen ja ulkomainen kysyntä. Viljellystä pelto- ja puutarha-alasta on luomutuotannossa tai siihen siirtymässä nykyisin jo noin 7 prosenttia eli noin 120 000 peltohehtaaria, ja luomutiloja on kaikista tiloista viitisen prosenttia. Tuotantomäärät ovat kuitenkin edelleen pieniä, mikä vaikeuttaa luomutuotteiden jalostusta ja markkinointia. Luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvikkeiden tarjonta ei myöskään kata kysyntää. MMM:n strategian tavoitteena onkin nostaa luomutuotannon osuus 15 prosenttiin vuoteen 2010 mennessä (MMM 2001).

Luomutuotannon tuotantomääristä ei toistaiseksi ole saatavilla tietoa, ainoastaan tuotantopinta-alasta. Tavoitteet luomutuotannon lisäämiseksi on myös asetettu pinta-alaperusteisesti, eikä tavoitteita asetettaessa ole otettu kantaa siihen, mihin tuotteisiin luonnonmukainen tuotanto tulisi kohdentaa. Koska luomutuo-

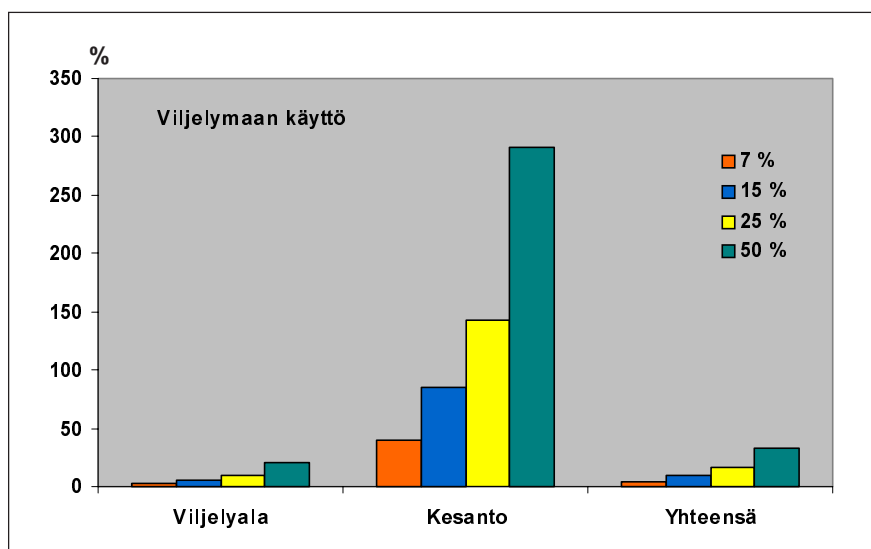


Kuva 5. Elintarviketuotannon ainevirrat Suomessa 1995, 1000 milj. kg.

tannossa satotasot ovat keskimäärin 35 prosenttia alhaisemmat tavanomaiseen tuotantoon verrattuna, tarkoittaa tavoitteeksi asetettu 15 prosentin luomutuotannon osuus viljelyalasta keskimäärin noin 5 prosenttia alhaisempaa kokonaissatota. Jos luomutuotannon tavoitteeksi olisi asetettu 15 prosentin osuus tuotannosta, merkitsisi se noin 10 prosentin kasvua kokonaisviljelyalassa, josta luomutuotannossa olisi parisen kymmentä prosenttia.

Lähtökohtaisesti ajateltiin, että luomutuotannon osuus v. 1995 oli vielä niin marginaalista, että sen osuus oli 0 prosenttia. Luomutuotantoon siirtymisen vaikutuksia on tarkasteltu kasvattamalla luomun osuutta maataloustuotannossa; 7 prosenttia edustaa vuoden 2001 tilannetta, 15 prosentin osuus tuotannosta on noin kaksinkertainen verrattuna MMM:n asettamaan pinta-alaperusteiseen tavoitteeseen, 25 ja 50 prosenttia ovat hypoteettisia oletuksia.

Taulukossa 3 on esitetty luomutuotannon kasvun ympäristöön kohdistuvat vaikutukset. Tulokset on esitetty myös kuvissa 6 ja 7. Näissä esimerkeissä luomun osuutta on kasvatettu tasaisesti kaikkien tuotteiden osalta. Tulokset eivät juurikaan muutu, vaikka luomutuotannon kasvu kohdistettaisiin leipäviljaan, maitoon, naudanlihaan ja kananmuniin, missä luomun kasvupotentiaali lähitulevaisuudessa näyttäisi olevan suurin (Luomubarometri 2001).



Kuva 6. Maatalouden tuotantorakenteen muutoksen vaikutus peltopinta-alaan, kun luomutuotannon osuus kasvaa 7, 15, 25 ja 50 prosenttiin tuotannosta. Muutosten aiheuttama peltopinta-alan lisäys on ilmoitettu prosentteina vuoden 1995 tilanteeseen verrattuna.

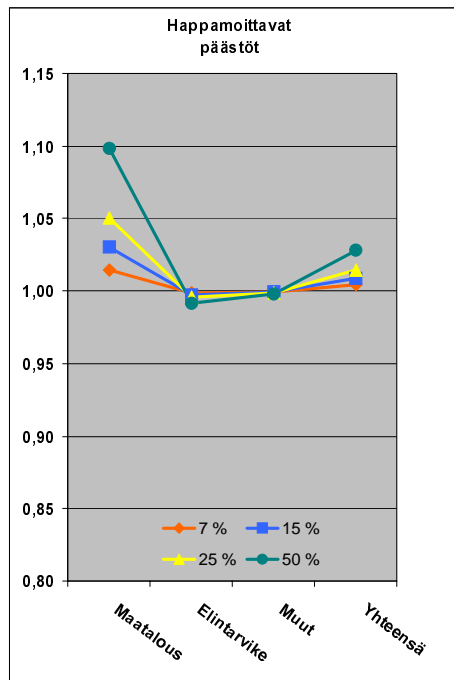
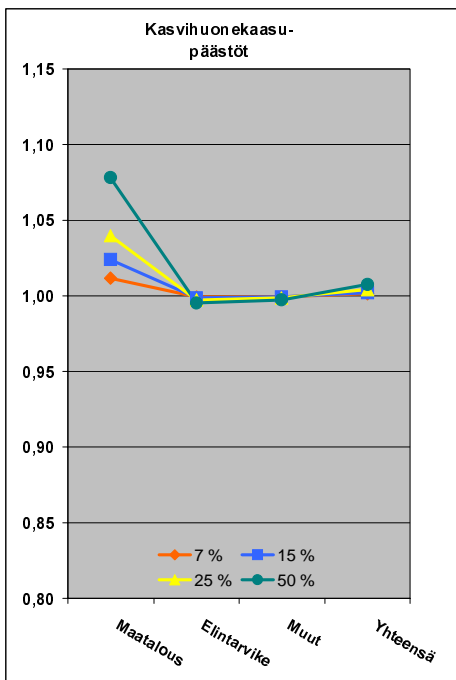
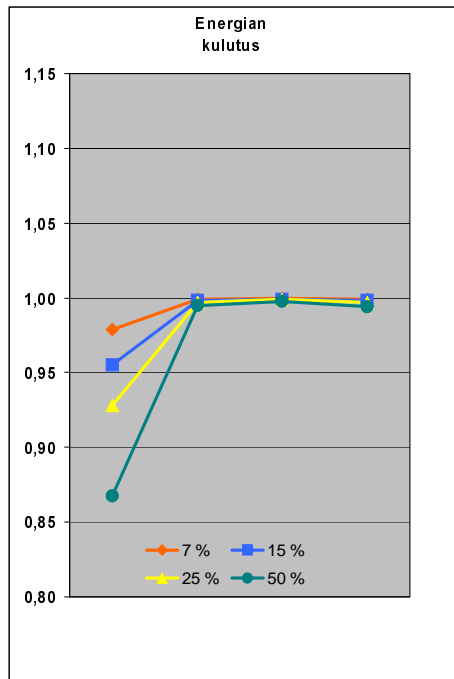
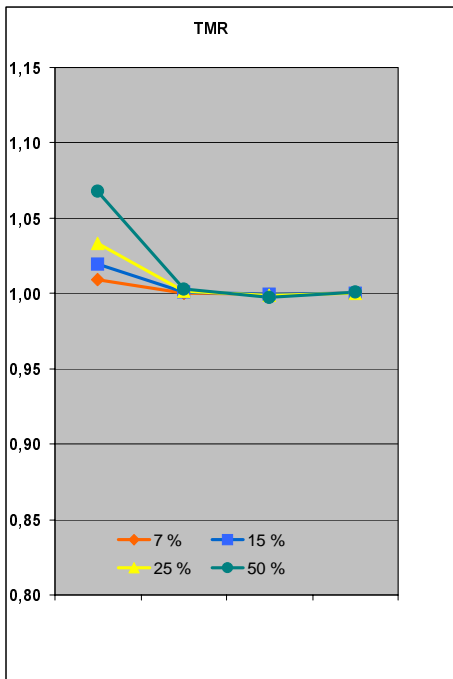
Luomutuotannon osuuden lisääminen edellyttää merkittävää viljelypinta-alan kasvua. Syynä on luomun tavanomaista tuotantoa alhaisemmat satomäärät ja ennenkaikkea viljelykierron vaatima kesannointiala (Kuva 6).

Vaikutukset ympäristöön ilmenevät lähinnä maataloustoimialalla. Luomutuotannon kasvu lisää maatalouden ympäristökuormitusta luonnonvarojen kokonaiskäytön, kasvihuonekaasupäästöjen ja happamoittavien päästöjen osalta. Lisääntynyt kokonaiskuormitus on seurausta laajaperäisestä maankäytöstä, sillä luomutuotanto vaatii huomattavasti enemmän viljelypinta-alaa saman satomäärän tuottamiseksi. Sen sijaan maatalouden energiankulutus vähenee. Tämä johtuu väkilannoitteiden valmistuksessa käytettävän energiankulutuksen pienenemisestä. Muilla toimialoilla ympäristökuormitus joko vähenee taikka pysyy lähes ennallaan. Vaikutukset ovat kuitenkin marginaalisia, eivätkä maatalouden tuotantorakenteen muutokset juurikaan heijastu ympäristön kokonaiskuormituksessa (Kuva 7). Vasta luomutuotannon kasvattaminen 50 prosentin tuntumaan lisää kasvihuonekaasujen ja happamoittavien päästöjen määrää niin paljon, että vaikutukset alkavat tuntua päästöjen kokonaismäärässä.

Taulukossa 4 ja kuvassa 8 on esitetty tuotantorakenteen muutoksen taloudellisia vaikutuksia. Luomutuotannon osuuden lisääntyminen vähentää jonkin verran maatalouden kokonaistuotosta, mutta lisää sen osuutta BKT:sta ja vaikuttaa myönteisesti myös maatalouden työllisyyteen. Vaikutukset muilla toimialoilla ja koko talouden tasolla ovat häviävän pieniä, vain prosentin murto-osan luokkaa.

Taulukko 3. Maatalouden tuotantorakenteen muutoksen vaikutukset ympäristönkuormitustekijöihin, kun luomutuotannon osuus kasvaa 0 prosentista 7, 15, 25 ja 50 prosenttiin tuotannosta. Energiankäyttöä on kuvattu pelkästään polttoaineen kulutuksena.

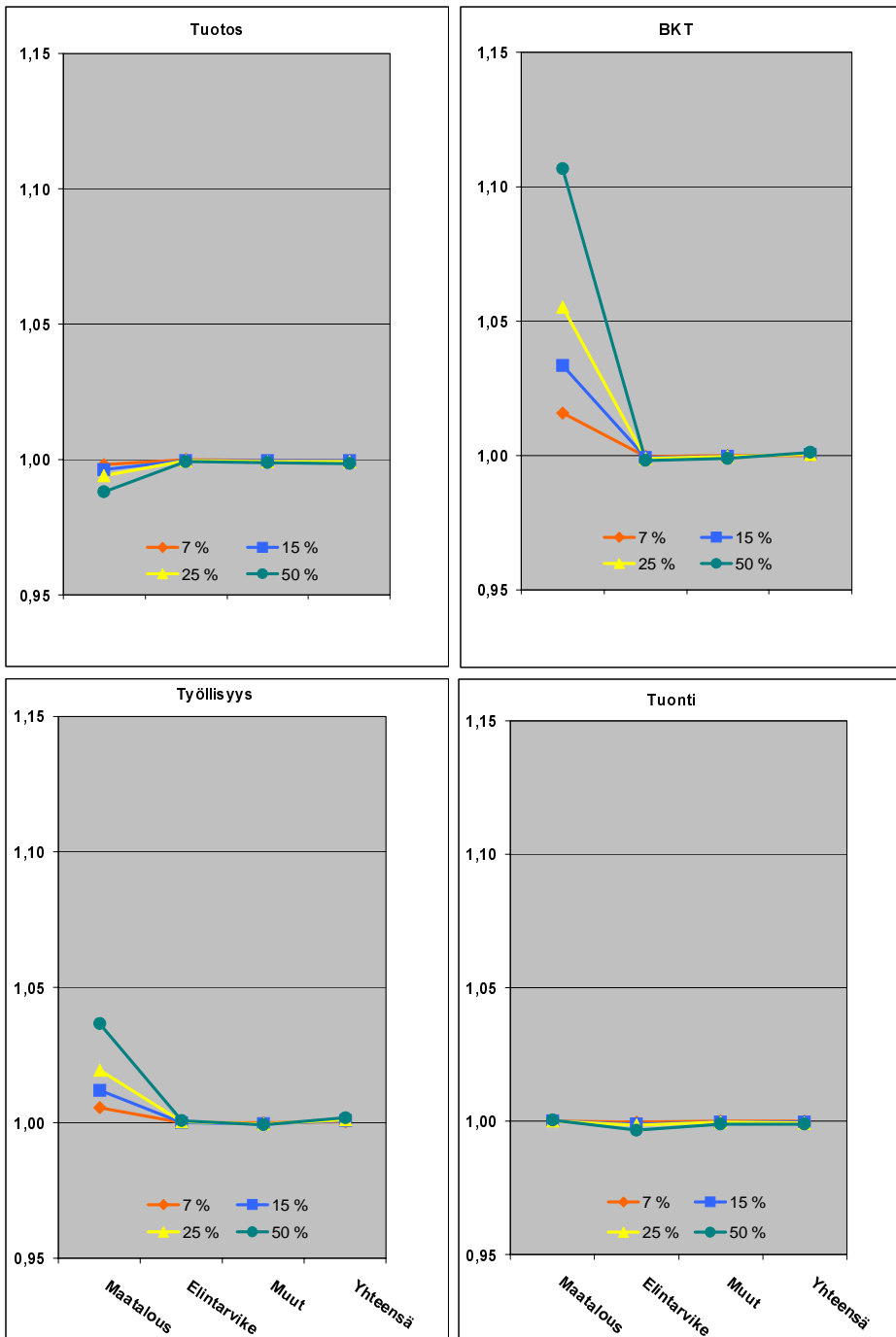
		7 %		15 %		25 %		50 %	
Luomun osuus:		muutos	muutos%	muutos	muutos%	muutos	muutos%	muutos	muutos%
1995									
TMR, milj. kg									
Maatalous	22378	+204,0	0,91	+441,3	1,97	+743,0	3,32	+1 515,1	6,77
Elintarviketeollisuus	10740	+4,7	0,04	+10,1	0,09	+16,9	0,16	+34,1	0,32
Muut toimialat	417844	-150,5	-0,04	-318,7	-0,08	-523,8	-0,13	-1 013,2	-0,24
Kansantalous	450 962	+58,3	0,01	+132,7	0,03	+236,1	0,05	+536,0	0,12
Energia, TJ									
Maatalous	26953	-579,7	-2,15	-1 206,9	-4,48	-1 942,6	-7,21	-3 579,2	-13,28
Elintarviketeollisuus	10983	-9,0	-0,08	-19,0	-0,17	-31,0	-0,28	-58,9	-0,54
Muut toimialat	885288	-279,1	-0,03	-589,4	-0,07	-965,0	-0,11	-1 851,4	-0,21
Kansantalous	923 224	-867,8	-0,09	-1 815,2	-0,20	-2 938,6	-0,32	-5 489,5	-0,59
Kasvihuonekaasupäästöt, Gg CO2 ekv									
Maatalous	9412	+106,4	1,13	+226,4	2,41	+374,2	3,98	+733,4	7,79
Elintarviketeollisuus	901	-0,7	-0,08	-1,4	-0,16	-2,3	-0,26	-4,4	-0,49
Muut toimialat	65007	-23,6	-0,04	-49,7	-0,08	-81,4	-0,13	-156,0	-0,24
Kansantalous	75 319	+82,2	0,11	+175,3	0,23	+290,5	0,39	+573,0	0,76
Happamoittavat päästöt, MgSO2 ekv.									
Maatalous	136662	+1 954,1	1,43	+4 158,5	3,04	+6 872,0	5,03	+13 463,7	9,85
Elintarviketeollisuus	3321	-4,2	-0,13	-8,8	-0,27	-14,4	-0,43	-27,6	-0,83
Muut toimialat	313506	-107,0	-0,03	-226,0	-0,07	-370,4	-0,12	-711,8	-0,23
Kansantalous	453 490	+1 843,0	0,41	+3 923,6	0,87	+6 487,2	1,43	+12 724,3	2,81
Peltoalan käyttö, 1000 ha									
Viljelyala	1 631	+45,5	2,79	+97,9	6,00	+163,9	10,05	+331,8	20,34
Kesanto	80	+31,4	39,25	+67,7	84,66	+113,9	142,37	+232,9	291,12
Yhteensä	1 711	+76,9	4,49	+165,6	9,68	+277,8	16,24	+564,7	33,00



Kuva 7. Maatalouden tuotantorakenteen muutosten vaikutus ympäristökuormitustekijöihin. Luomutuotannon osuus on ilmaistu prosentteina kokonaistuotannosta. Luomusuuden muutosten vaikutuksia on verrattu vuoden 1995 tilanteeseen, jolloin sen osuus oli 0 %. Vuoden 1995 tilanne vastaa arvoa 1.

Taulukko 4. Maatalouden tuotantorakenteen muutoksen kansantaloudelliset vaikutukset, kun luomutuotannon osuus kasvaa 0 prosentista 7, 15, 25 ja 50 prosenttiin tuotannosta.

	Luomun osuus:								
	1995	7 %	15 %	25 %	50 %				
	muutos	muutos%	muutos	muutos%	muutos	muutos%			
Tuotos, 1000 mk									
Maatalous	24 549 078	-43 467	-0,18	-91 975	-0,37	-150 881	-0,61	-289 940	-1,18
Elintarviketeollisuus	48 139 956	-7 730	-0,02	-15 459	-0,03	-23 519	-0,05	-36 325	-0,08
Muut toimialat	960 797 042	-179 499	-0,02	-379 982	-0,04	-624 052	-0,06	-1 205 734	-0,13
Kansantalous	1 033 486 076	-230 696	-0,02	-487 417	-0,05	-798 451	-0,08	-1 531 999	-0,15
BKT, 1000 mk									
Maatalous	9 966 592	+158 325	1,59	+335 084	3,36	+550 164	5,52	+1 062 231	10,66
Elintarviketeollisuus	12 180 473	-4 123	-0,03	-8 575	-0,07	-13 761	-0,11	-24 995	-0,21
Muut toimialat	482 488 153	-77 561	-0,02	-164 462	-0,03	-270 641	-0,06	-525 370	-0,11
Kansantalous	504 635 217	+76 640	0,02	+162 048	0,03	+265 761	0,05	+511 866	0,10
Työllisyys, henkeä									
Maatalous	138 700	+795	0,57	+1 665	1,20	+2 700	1,95	+5 070	3,66
Elintarviketeollisuus	46 107	+2	0,00	+5	0,01	+10	0,02	+27	0,06
Muut toimialat	1 856 358	-182	-0,01	-384	-0,02	-631	-0,03	-1 220	-0,07
Kansantalous	2 041 165	+615	0,03	+1 286	0,06	+2 078	0,10	+3 877	0,19
Tuonti, 1000 mk									
Maatalous	3 559 861	+164	0,00	+342	0,01	+552	0,02	+1 025	0,03
Elintarviketeollisuus	5 603 596	-2 716	-0,05	-5 766	-0,10	-9 500	-0,17	-18 459	-0,33
Muut toimialat	150 968 906	-24 490	-0,02	-51 727	-0,03	-84 735	-0,06	-162 848	-0,11
Kansantalous	160 132 363	-27 042	-0,02	-57 151	-0,04	-93 683	-0,06	-180 282	-0,11



Kuva 8. Maatalouden tuotantorakenteen muutoksen kansantaloudelliset vaikutukset, kun luomutuotannon osuus kasvaa 0 prosentista 7, 15, 25 ja 50 prosenttiin tuotannosta. Vuoden 1995 tilanne vastaa arvoa 1.

5.2 Muutokset ravinnonkulutuksessa

Kulutuskäyttäytyminen on kaiken kaikkiaan monimutkainen tapahtuma, johon vaikuttavat sosiaaliset, teknologiset ja markkinataloudelliset reunaehdot, mutta myös kansalaisten omat tiedot ja arvomaailma. Elintarvikkeidenkin kysynnässä tapahtuu jatkuvasti muutoksia. Viimeisen 30 vuoden aikana on väestön päivittäin kuluttaman ravinnon energiasisältö vähentynyt 12,6 megajoulestä 11,3 megajouleen henkeä kohti. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna eläinperäisen ravinnon osuus on kuitenkin jonkin verran kasvanut, (MTTL 1976, MMM 1999). Samanaikaisesti on kasvinviljelyn tuotanto liki kaksinkertaistunut (Risku-Norja 1999). Näin ollen lisääntynyt kasvinviljelyn tuotanto käytetään pääosin rehuna ja jalostetaan kotieläintaloudessa ihmisravinnoksi. Muutos näkyy erityisesti sianlihan ja broilerinlihan sekä jalostettujen maitotaloustuotteiden kulutuksen kasvuna. Tämä on lisännyt kovien eläinperäisten rasvojen kulutusta samalla kun erityisesti perunan ja viljatuotteiden kulutus on vähentynyt (Maula 1995).

1980-luvulta alkaen parantunut tieto ravitsemuksesta on muuttanut kulutustottumuksia vähitellen terveellisempään suuntaan; rasvattoman maidon ja kasvisten kulutus perunaa lukuunottamatta on lisääntynyt ja ravintorasvojen, erityisesti voin, kulutus on laskenut selvästi. Tämä muutossuunta vaikuttaa pysyvältä, ja kehitys on jatkunut samankaltaisena parisenkymmentä vuotta (Lahti-Koski 1999).

Ravintosuositukseen nähden suomalaiset syövät edelleenkin liian vähän hiilihydraatteja (50 % kokonaisenergiasta kun suositus on 55-60 %) ja liikaa proteiineja (15 % kokonaisenergiasta kun suositus on 10-15 %) ja liian paljon rasvaa (33 % kokonaisenergiasta kun suositus on 30 %) ja etenkin kovia rasvoja (15 % kokonaisenergiasta kun suositus on 10 %) (Taulukko 5, KTL 1998, MMM 1998).

MaMa-mallin lähtökohtana on nykyinen ravinnonkulutus, johon erilaisia ruokavaihtoehtoja ja niistä aiheutuvia kerrannaisvaikutuksia verrataan. Kokonais-

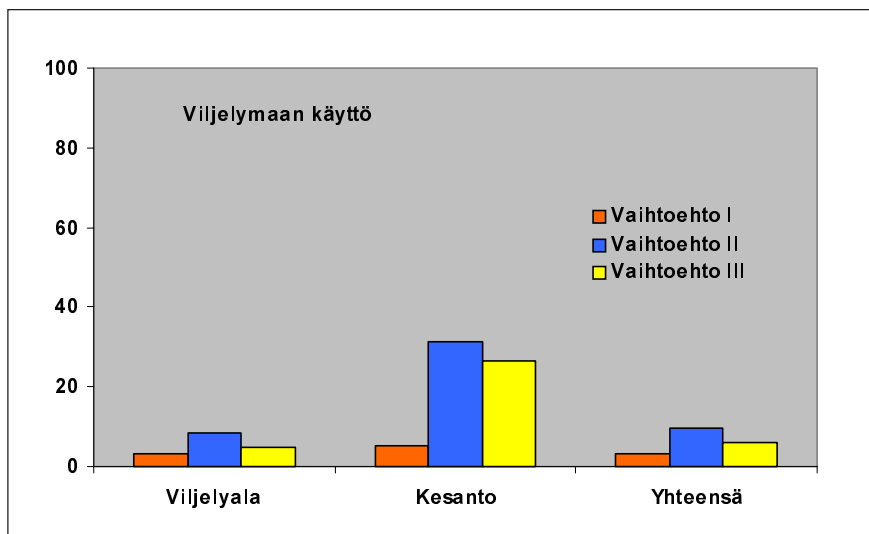
Taulukko 5. Hiilihydraattien, proteiinien ja rasvojen osuus suomalaisten ravinnosta nykyisin (= saanti) ja niiden suositusten mukainen osuus (= suositus).

Ravintoaine	Saanti	Suositus
Proteiinit	15,50 %	10 - 15 %
- eläinproteiineja	75 %	
Hiilihydraatit	50 %	55 - 60 %
- sokerin osuus	12 - 15 %	< 10 %
- kuitua vähintään	20 gr/vrk	25-35 gr/vrk
Rasvat	33 %	30 %
- kovien rasvojen osuus	15 %	10 %

energian saanti pidetään samana. Malli sisältää nykyiset ravinnonkulutustiedot aggregoituna 22 ryhmään. Suositusten mukainen kulutusrakenne voidaan tuottaa hyvin monella eri yhdistelmällä. Keskeistä kuitenkin on, että hiilihydraattien osuutta ravinnon kokonaisenergiasta kasvatetaan ja kovien, eläinperäisten rasvojen osuutta pienennetään.

Tässä tarkastellaan neljän eri ruokavaliovaihtoehdon vaikutuksia. Vaihtoehto I on ravitsemussuositusten mukainen ruokavalio, jossa nykyistä ravinnon kulutusrakennetta on muutettu siten, että hiilihydraattien osuutta on kasvatettu lisäämällä viljatuotteiden ja perunan sekä vihannesten käyttöä. Eläinperäisten kovien rasvojen osuutta on vähennetty vähentämällä sianlihan ja maitotuotteiden osuutta kulutuksesta. Vaihtoehto II on laktovegetaarinen ruokavalio, jossa lihan- ja kananmunien kulutus on korvattu lisäämällä perunan, vihannesten ja leipäviljan osuutta kokonaisenergiasta. Vaihtoehto III on suositusten mukainen vaihtoehto, jossa liha on korvattu kalalla. Vaihtoehto IV on koostumukseltaan sama kuin vaihtoehto II, mutta ruoka on kokonaan luomutuotettua. Eri ruokavaliovaihtoehtojen koostumus on esitetty liitteessä 4.

Eri ruokavaliovaihtoehtojen vaikutukset ympäristökuormitustekijöihin on esitetty taulukossa 6. Kulutustottumusten muutosten vaikutus on selkein viljelymaan käytössä. Vaihtoehtojen I-III vaikutukset viljelymaan käyttöön on esitetty kuvassa 9. Sekä suositusten mukainen sekaravinto että etenkin kasvispainotteisemmat ruokavaliot vaativat lisää viljelyalaa. Luomutuotetun laktovegetaarisen ruokavaliion (vaihtoehto IV) laajamittainen toteutuminen edellyttäisi niin suurta viljelypinta-alan lisäystä, että muiden vaihtoehtojen aiheuttamat muutokset maankäyttöön eivät erottuisi samassa kaaviossa.



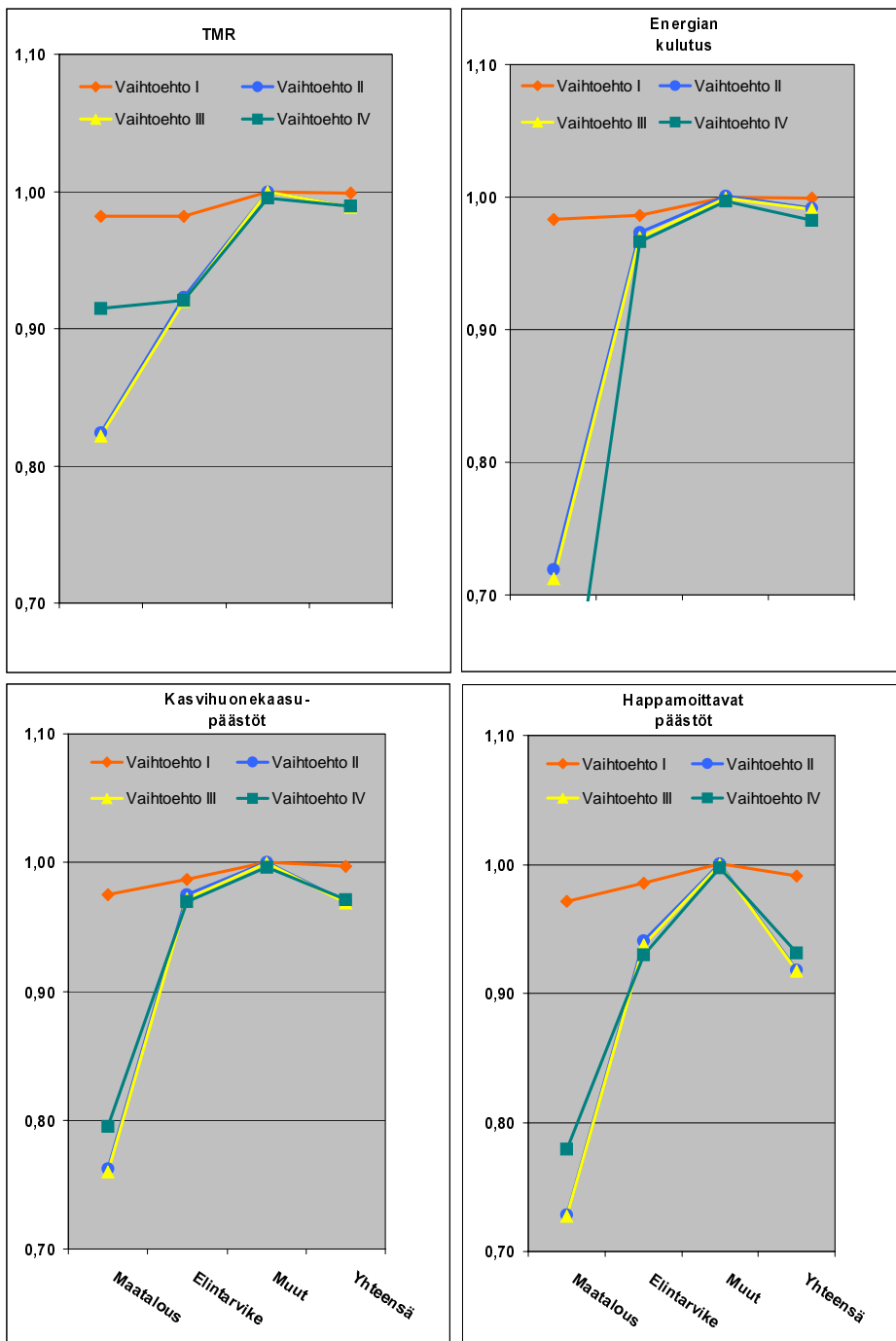
Kuva 9. Ravinnon kulutusrakenteen muutosten aiheuttama peltopinta-alan lisäys nykyiseen verrattuna, %.

Taulukko 6. Ravinnon kulutusrakenteen muutoksen vaikutus ympäristönkuormitustekijöihin. Ruokavaliovaihtoehdot: I = ravintosuositusten mukainen ruokavalio, II = laktovegetaarinen ruokavalio, III = maito-kala-kasvisruokavalio, IV = laktovegetaarinen ruokavalio luomutuotteina.

TMR milj. kg	Ruokavaliovaihtoehdot:							
	1995	I	II	III	IV			
	muutos	muutos%	muutos	muutos%	muutos	muutos%		
Energia, TJ								
Maatalous	-409,6	-1,83	-3 935,0	-17,58	-3 989,2	-17,83	-1 902,9	-8,50
Elintarviketeollisuus	-196,1	-1,83	-825,9	-7,69	-861,5	-8,02	-850,7	-7,92
Muut toimialat	-12,2	0,00	-302,8	-0,07	-262,0	-0,06	-2 149,9	-0,51
Kansantalous	-618,0	-0,14	-5 063,7	-1,12	-5 112,6	-1,13	-4 903,4	-1,09
Maatalous	-443,7	-1,65	-7 563,5	-28,06	-7 753,6	-28,77	-13 010,1	-48,27
Elintarviketeollisuus	-149,6	-1,36	-295,6	-2,69	-337,7	-3,07	-371,6	-3,38
Muut toimialat	+183,2	0,02	+391,2	0,04	-671,7	-0,08	-2 487,3	-0,28
Kansantalous	-410,1	-0,04	-7 468,0	-0,81	-8 763,0	-0,95	-15 869,0	-1,72
Kasvihuonekaasupäästöt, Gg CO2 ekv								
Maatalous	-232,5	-2,47	-2 242,5	-23,83	-2 260,7	-24,02	-1 928,6	-20,49
Elintarviketeollisuus	-11,9	-1,32	-22,2	-2,46	-25,5	-2,83	-27,7	-3,07
Muut toimialat	+6,5	0,01	-4,7	-0,01	-58,9	-0,09	-241,1	-0,37
Kansantalous	-238,0	-0,32	-2 269,4	-3,01	-2 345,0	-3,11	-2 197,4	-2,92
Happamoittavat päästöt, MgSO2 ekv.								
Maatalous	-3 959,7	-2,90	-37 115,4	-27,16	-37 225,4	-27,24	-30 129,9	-22,05
Elintarviketeollisuus	-49,0	-1,48	-197,5	-5,95	-206,5	-6,22	-234,3	-7,05
Muut toimialat	+25,2	0,01	+201,1	0,06	-99,2	-0,03	-837,5	-0,27
Kansantalous	-3 983,5	-0,88	-37 111,8	-8,18	-37 531,0	-8,28	-31 201,7	-6,88
Peltoalan käyttö, 1000 ha								
Vijelyala	1 631	3,27	+140,6	8,62	+78,8	4,83	904	55,41
Kesanto	80	5,38	+25,2	31,52	+21,3	26,60	859	1074,13
Yhteensä	1 711	3,37	+165,8	9,69	+100,0	5,85	1 763	103,05

Kulutusrakenteen muutosten ympäristövaikutukset on esitetty kuvassa 10. Vaikutukset on ilmaistu suhteessa vuoden 1995 tilanteeseen; se muodostaa lähtötason, jonka avulla on kuvattu nykyistä ravinnonkulutusrakennetta. Laajamittainen muutos suositusten mukaiseen sekaravintoon keventää jonkin verran ympäristökuormitusta maa- ja elintarviketalouden sisällä. Vaikutukset ovat kuitenkin niin pieniä, että ne eivät heijastu kokonaiskuormituksen tasolla. Sensijaan siirtyminen kasvispitoisempaan ruokaan vähentää selkeästi elintarviketuotannon ympäristökuormitusta, ja vaikutukset tuntuvat myös kokonaiskuormituksessa. Tämä johtuu siitä, että kotieläintalouteen verrattuna kasvinviljelyn tuotanto on huomattavasti vähemmän resurssi-intensiivistä. Maito-kala-kasvisruokavalion (vaihtoehto III) vaikutukset ovat hyvin samantapaiset kuin laktovegetaarisen ruokavalion. Myöskin luomutuotettuna laktovegetaarisen ruokavalion edulliset vaikutukset näkyvät sekä maatalouden ympäristökuormituksessa että kokonaiskuormituksessa, joskin jonkin verran lievempinä kuin tavanomaisesti tuotetun.

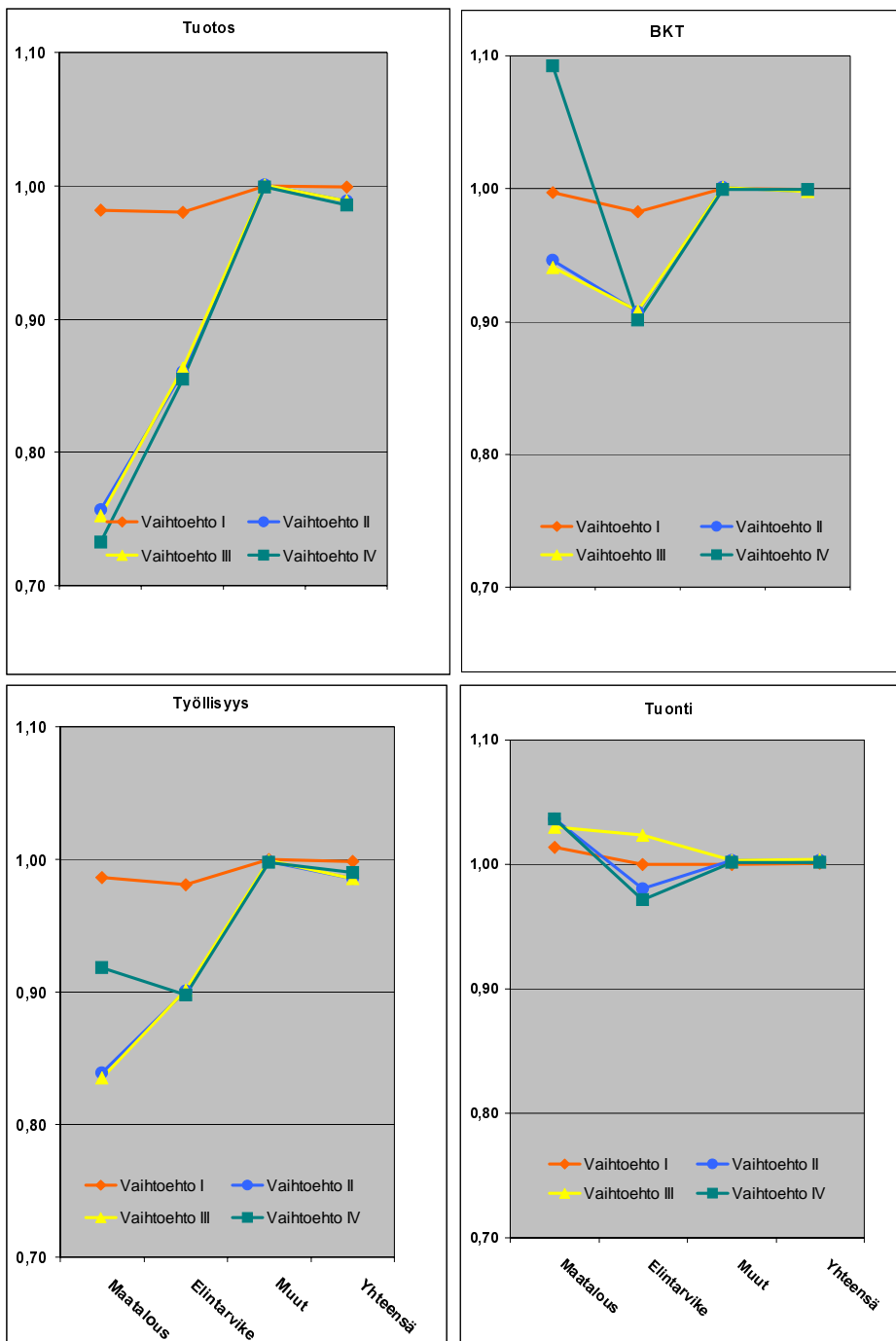
Kansantalouden näkökulmasta kasvispainotteisempaan ruokaan siirtyminen näyttäisi sensijaan olevan epäedullista. Vaikutukset on esitetty taulukossa 7 ja kuvassa 11. Suositusten mukaisessa ruokavaliovaihtoehdossa vaikutukset eivät juurikaan tunnu kansantalouden tasolla, mutta laktovegetaarisen ja maito-kala-kasvisruokavalion laajamittainen toteutuminen heijastuisi myös kokonaistuotoksessa ja työllisyydessä (Kuva 11). Tämä johtuu siitä, että kotieläintalouden tuotteita jalostavan elintarviketeollisuuden osuus pienenee ilman että kasvintuotannon jalostuksen osuus vastaavasti kasvaa. Epäedulliset vaikutukset eivät kuitenkaan ulotu kansantalouden tasolle. Luomutuotettu kasvispainotteinen ruokavalio (vaihtoehto IV) sensijaan lisää selkeästi maatalouden osuutta BKT:sta, vaikka maatalouden markoissa mitattu tuotos (= arvonlisäys + välituotekäyttö) laskee. Ensinäkemältä ristiriitaiselta vaikuttava tulos selittyy sillä, että luomutuotteiden hinta on korkeampi kuin tavanomaisesti tuotettujen elintarvikkeiden. Kun kuluttajien käytettävissä oleva rahasumma pysyy samana, jää vähemmän rahaa käytettäväksi muuhun kulutukseen. Luomutuotannossa arvonlisäyksen osuus tuotoksen arvosta on korkeampi kuin tavanomaisessa tuotannossa, joten pienemmällä tuotoksen määrällä päädytään korkeampaan arvonlisäykseen.



Kuva 10. Ravinnon kulutusrakenteen muutosten vaikutukset ympäristönkuormitustekijöihin. Nykyinen kulutus rakenne vastaa arvoa 1. Ruokavaliovaihtoehdot: I = ravintosuositusten mukainen ruokavalio, II = laktovegetaarinen ruokavalio, III = maitokala-kasvisruokavalio, IV = laktovegetaarinen ruokavalio luomutuotettuna.

Taulukko 7. Ravinnon kulutusrakenteen muutoksen kansantaloudelliset vaikutukset. Ruokavaliointiehdot: I -ravintosuositusten mukainen ruokavalio, II - laktovegetaarinen ruokavalio, III - maito-kala-kasvisruokavalio, IV - laktovegetaarinen ruokavalio luomutuotettuna.

	Ruokavaliointiehdot:				IV			
	1995	I	II	III	muutos	muutos%	muutos	muutos%
Tuotos, 1000 mk								
Maatalous	24 549 078	-449 657	-5 968 155	-6 070 258	-24,31	-24,73	-6 564 656	-26,74
Elintarviketeollisuus	48 139 956	-972 987	-6 733 769	-6 577 098	-13,99	-13,66	-6 973 160	-14,49
Muut toimialat	960 797 042	+129 960	+447 623	+415 096	0,05	0,04	-1 196 080	-0,12
Kansantalous	1 033 486 076	-1 292 684	-12 254 301	-12 232 260	-1,19	-1,18	-14 733 895	-1,43
BKT, 1000 mk								
Maatalous	9 966 592	-24 810	-540 976	-588 675	-5,43	-5,91	+921 069	9,24
Elintarviketeollisuus	12 180 473	-207 629	-1 126 640	-1 119 908	-9,25	-9,19	-1 201 288	-9,86
Muut toimialat	482 488 153	+104 644	+515 541	+498 464	0,11	0,10	-165 054	-0,03
Kansantalous	504 635 217	-127 795	-1 152 075	-1 210 120	-0,23	-0,24	-445 273	-0,09
Työllisyys, henkeä								
Maatalous	138 700	-1 895	-22 327	-22 866	-16,10	-16,49	-11 338	-8,17
Elintarviketeollisuus	46 107	-879	-4 570	-4 525	-9,91	-9,81	-4 724	-10,25
Muut toimialat	1 856 358	-139	-2 831	-1 923	-0,15	-0,10	-4 527	-0,24
Kansantalous	2 041 165	-2 913	-29 728	-29 313	-1,46	-1,44	-20 589	-1,01
Tuonti, 1000 mk								
Maatalous	3 559 861	+50 278	+129 839	+107 801	3,65	3,03	+130 549	3,67
Elintarviketeollisuus	5 603 596	-1 691	-108 566	+130 679	-1,94	2,33	-161 306	-2,88
Muut toimialat	150 968 906	+60 726	+536 722	+451 272	0,36	0,30	+233 678	0,15
Kansantalous	160 132 363	+109 313	+557 995	+689 753	0,35	0,43	+202 921	0,13



Kuva 11. Ravinnon kulutusrakenteen muutoksen kansantaloudelliset vaikutukset. Nykyinen kulutus rakenne vastaa arvoa 1. Ruokavaliovaihtoehdot: I = ravintosuositusten mukainen ruokavalio, II = laktovegetaarinen ruokavalio, III = maitokala-kasvisruokavalio, IV = laktovegetaarinen ruokavalio luomutuotettuna.

6 Tulosten tulkinnasta

6.1 Tilamalliaineisto

Tilamalliaineisto perustuu hyvin pitkälle maa- ja puutarhataloutta koskeviin keskimääräisiin normilukuihin. Tilamallien antamat tulokset tuotantopanoksista ovat suuntaa-antavia, ja esimerkiksi käytetyn satotason muutos vaikuttaa merkittävästi lopputulokseen. Hehtaarisadoissa on hyvin suurta vuosittaista heilahtelua. Se johtuu kasvukauden sääolosuhteista, mikä satomäärää ajatellen on ratkaiseva tekijä. Kotieläintaloudessa sen sijaan eläinکوhtainen vuosituotos on melko vakaa.

Tilamallien avulla kuvattu vuoden 1995 maatalouden kokonaistuotos vastaa yllättävän hyvin toteutuneita tilastoituja tuotantomääriä, sillä vuoden 1995 satotaso oli aika normaali verrattuna hehtaarisatojen pitemmän aikavälin liukuvaan keskiarvoon. Luomutuotannon tuotantomäärien puutteellisen tilastoinnin takia arvioituja satotasojia ei toistaiseksi voida verrata hehtaarisatojen liukuviin keskiarvoihin, ja satotasot on osittain jouduttu arvioimaan tavanomaisen tuotannon perusteella. Kun tietoa vähitellen kertyy, saadaan luomutuotannonkin määristä luotettavampaa tietoa luomutilamallien pohjaksi.

Maataloustuotannon panoskäyttö perustuu nykyiseen tuotantoeläin- ja tuotantokasvikantaan, viljelykäytäntöön, tuotantoteknologiaan ja nykyisiin tuotantokustannuksiin. Kun muutoksia tapahtuu, muuttuu myös panoskäyttö, ja tilamalliaineistoa tulee korjata vastaavasti. MTT/Taloustutkimus kehittää ja päivittää luomu- samoin kuin tavanomaisen tuotannon tilamalleja sekä perusmaatalouden että puutarhatalouden osalta tämän ja muiden tutkimushankkeiden puitteissa.

6.2 Ympäristökuormitus

Mallissa on ympäristön kuormittumista tarkasteltu 1) maankäytön, 2) luonnonvarojen kokonaiskäytön (TMR, Total Material Requirement), 3) kasvihuonekaasupäästöjen, 4) happamoittavien päästöjen sekä energiankulutuksen kautta. Nämä ympäristökuormitustekijät on laskettu tilamalliaineiston panoskäytön ja ainetaseiden perusteella. Keskiarvoihin perustuvat tilamallikohtaiset tulokset on korotettu koko maan tasolle samalla tavalla kuin tilamallien panoskäyttö ja tuotannon volyymikin.

Tarkastelluista ympäristökuormitustekijöistä ainoastaan päästöt ilmakehään kuvaavat ympäristökuormitusta suoraan. Maankäyttö ja luonnonvarojen kokonaiskäyttö ovat kuormituspotentiaalia kuvaavia perusindikaattoreita. Ne sinällään eivät mittaa tuotannosta aiheutuva ympäristökuormitusta, mutta ympäristökuormitus riippuu suoraan niistä.

Maankäytössä otetaan huomioon luonnonmukaisen ja tavanomaisen tuotannon vaatima peltoala. Lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö sekä energiankulutus ja maisema määräytyvät maankäytön mukaan. Maankäyttö vaikuttaa siten lannoitteiden kautta vesistöjen ravinnekuormitukseen, energiankulutuksen kautta kasvihuonekaasupäästöihin ja maiseman kautta biodiversiteettiin.

Maatalouden vaatima luonnonvarojen kokonaiskäyttö riippuu myös maankäytöstä. Se on kuitenkin sellaisenaan hyvä ympäristökuormitusta yleisesti kuvaava mittari, jonka käyttökelpoisuus perustuu aineen häviämättömyyden periaatteen. Sen mukaisesti luonnonvarojen kokonaiskäytön supistuminen tuotannossa vähentää myös tuotannosta aiheutuvien ja takaisin luontoon päätyvien päästöjen ja jätteiden määrää. Nykyinen luonnonvarojen kokonaiskäyttö on myös tunnettava, jotta faktoritavoitteiden toteutumista voitaisiin seurata. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö suhteessa tuotannon volyymiin, kertoo tuotannon materiaali-intensiteetistä, ja sen käänteisarvo on eräs ekotehokkuuden mittari.

Fossiilisen energian kulutus on myös epäsuora ympäristökuormituksen ilmentäjä, joskin edellisiä rajatumpi, sillä se vaikuttaa lähinnä vain kasvihuonekaasupäästöjen määrään.

Vaikka Suomessa vesistöjen ravinnekuormituksesta noin puolet on maataloudesta peräisin, maatalouden aiheuttama ravinnekuormitus ei ole mallissa mukana. Hankkeessa kootun aineiston perusteella voidaan kyllä laskea yksinkertaiset ravinnetaseet siten, että peltoon laitetusta ravinteiden määrästä vähennetään pellolta sadon mukana poistuvat ravinteet. Tämä ei kuitenkaan kerro vielä kovinkaan paljoa, sillä vesistöjen ravinnekuormitus riippuu ratkaisevasti viljelylajikohtaisen satomäärien ja sääolosuhteiden lisäksi paikallisista olosuhteista kuten maalajista, peltolohkon ravinnetilasta, biologisesta typensidonnasta, kaltevuudesta, suojavyöhykkeistä, viljelymenetelmistä ja viljelytoimenpiteiden ajoituksesta. Lisäksi ravinnekuormitusta arvioitaessa pitää ottaa huomioon vesistöjen sijainti peltolohkoon nähden sekä vesistöjen oma ravinteiden sietokyky. Näitä tekijöitä ei voida tarkastella koko maan kattavana keskiarvona. Koska ravinnepäästöt muodostavat kuitenkin oleellisen osan maatalouden aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, on ne ympäristökuormitusta arvioitaessa otettava huomioon käyttäen muita menetelmiä.

6.3 Vaikutusarvioinnit

Tuotantorakenteen muutosten vaikutusarvioinnit ovat suuntaa-antavia. Tämä johtuu siitä, että mallintaminen perustuu koko maan keskiarvoaineistoon eikä alueellisia tai tuotantoyksiköiden koosta johtuvia eroja ole otettu huomioon. Luomutuotannon osalta heikkoutena on vielä toistaiseksi puutteellinen tilastointi, ja luomutilamallit muodostavatkin tutkimuksen heikoimman lenkin.

Ravinnon kulutusrakenteen muutosten vaikutuksia arvioitaessa on lähtökohtana keskimääräinen ravinnonkulutus. Ravinnontarve on yksilöllinen ja se vaihtelee riippuen henkilön koosta, iästä ja aktiivisuudesta. Ravinnonkulutuksessa heijastuvat kuitenkin monet muutkin tekijät kuin pelkkä ravitsemuksellisuus. Hyvin erilaisia ravinnonkuluttajaryhmiä voidaan tunnistaa, esimerkiksi naiset - miehet, kaupunkilaiset - maaseutuväestö, perheelliset - yksinelävät, nuoret - vanhat, työttömät - työssäkäyvät, itäsuomalaiset - länsisuomalaiset jne.

Vaikka ravinnonkulutus on viimeisen parinkymmenen vuoden aikana keskimäärin kehittynyt terveellisempään suuntaan, ei muutos suinkaan koske koko kansaa. MaMa-mallissa kulutustottumusten muutosten vaikutuksia arvioidaan kuitenkin olettaen, että annettu vaihtoehto toteutuu koko väestön osalta. Tulokset ovat suuntaa-antavia ainoastaan, jos ravinnonkulutuksessa tapahtuu laajamittaisia muutoksia.

Ravitsemukselliset normit täyttävä ruokavalio voidaan myös koostaa hyvin monenlaisilla elintarvikeyhdistelmillä. Mallinnettavia vaihtoehtoja on lukemattomia, ja vaikutukset riippuvat elintarvikeryhmien keskinäisestä osuudesta.

7 Pohdintaa

7.1 Maatalous, ympäristö ja yhteiskunta

Muutaman viime vuosikymmenen ajan on maataloutta koskeva keskustelu Suomessa vahvasti painottunut ympäristökysymyksiin ja erityisesti vesistökuormitukseen. Myös ravinnontuotantoa ja kulutusta koskeva julkinen keskustelu on ollut ympäristöpainotteista, ja se on pitkälti polarisoitunut luomu- ja tavanomaiseen tai tehotuotantoon ja sen eettisiin kysymyksiin. Kuluttajien myönteiset käsitykset luomutuotteista liittyvät olettamuksiin eettisesti hyvästä kotieläinten hoidosta, ekologisesta kestävästä maataloudesta sekä ruoan terveellisyydestä, puhtaudesta ja ravitsemuksesta. Viljelijän näkökulmasta edut liittyvät peltojen tuotantokyvyn varmistamiseen pitkälläkin aikavälillä. Finfood - Suomen Ruokatieto ry:n teettämän tutkimuksen mukaan yli puolet kuluttajista ostaa luomutuotteita satunnaisesti, ja noin 10 prosenttia käyttää niitä säännöllisesti. Tehostetun tiedotus- ja markkinointikampanjan seurauksena luomutuotteiden kysyntä on viime vuosien aikana lisääntynyt selvästi etenkin niiden kuluttajien parissa, joilla jo on kokemusta luomutuotteista (Nuora 1999, Luomubarometri 2001).

Jotta kuluttajien tarpeeseen voidaan vastata, on kaupan pystyttävä toimittamaan hinnaltaan ja laadultaan kilpailukykyisiä luomutuotteita ja takaamaan niiden jatkuva saatavuus. Tämä on osaltaan kasvattanut tuottajapuolenkin kiinnostusta luomutuotannon lisäämiseen. Kuluttajien ilmaisema tarve on otettu huomioon myös Maa- ja metsätalousministeriön strategiassa, sillä tavoitteeksi on asetettu

luomutuotannon osuuden kasvattaminen v:een 2010 mennessä nykyisestä 7 prosentista 15 prosenttiin peltoalasta edistämällä erityisesti luonnonmukaista kotieläintuotantoa (MMM 2001). Luomutuotantoon siirtymistä kannustetaan myöntämällä viljelijöille erityistukea siirtymäkauden ajaksi.

Toistaiseksi ei ole yksimielisyyttä siitä, edustaako luomutuotanto kestävämpää maataloutta kuin tavanomainen tuotanto (Grönroos & Seppälä 2000). Tulokset eivät ole yksiselitteisiä ja riippuen siitä, arvioidaanko ympäristökuormitusta peltopinta-alaa tai tuotekiloa kohti, voidaan luomutuotanto nähdä joko enemmän tai vähemmän kuormittavana kuin tavanomainen tuotanto. Muuttamalla tarkastelunäkökulmaa tulokset voidaan siten tulkita hyvinkin ristiriitaisesti.

Erityisesti ravinnontuotannon kautta maatalous on vahvasti sidoksissa yhteiskuntaan, ja yhteiskunnan rakenteellinen, taloudellinen ja teknologinen kehitys näkyy myös maataloudessa ja elintarviketuotannossa. Maatalouden liepeillä käytävä yhteiskunnallinen keskustelu on vähitellen muuttumassa, kysymysten kirjo on laajentunut, ja mukaan ovat tulleet mm. biodiversiteettiin, kasvihuoneilmiöön sekä ravinnonkulutukseen liittyvät kysymykset. Laajempi näkemys kestävästä kehityksestä yleensä ja kestävästä elintarviketuotannosta erityisesti on viimeaikoina tuonut keskusteluun myös taloudellisia ja yhteiskunnallisia aineksia. Jo syntyneen kuormituksen vähentämisen ohella huomiota kiinnitetään myös kuormituksen ennaltaehkäisemiseen ja tuotannon ekotehokkuuteen. Samalla ollaan siirtymässä kokonaisvaltaisempaan tarkastelutapaan, ja ympäristökysymysten ohella kiinnostuksen kohteena on mm taloudellisen ja ekologisen systeemin välinen vuorovaikutus (Kloppenburg ym. 1996, Helenius 2000).

Perimmältään ekotehokkuustarkastelu on kustannusten puntarointia saavutettuun hyötyyn nähden, ja tarkastelu ulotetaan koko tuotantoketjuun. Ravinnontuotantoon sovellettuna ekotehostuminen tarkoittaa sitä, että pienemmillä tuotantopanoksilla tuotetaan enemmän ja/tai ravitsemuksellisesti parempaa ruokaa ja samalla vähennetään ympäristökuormitusta. Ekotehokkuuden kohentuminen ei sinällään takaa kestävä kehitystä, vaan luonnon kantokyky sanelee toiminnan reunaehdot ja ekotehokaskin tuotanto on mitoittettava sen mukaan.

7.2 Hankkeen merkitys

Maataloustuotantoa koskevat päätökset ovat pitkälti hallinnollisia, mutta viime kädessä ratkaisuihin vaikuttaa elintarvikkeiden kysyntä markkinoilla. Kulutustottumukset muuttuvat jatkuvasti sosioekonomisen kehityksen myötä. 1980-luvulta alkaen ravinnonkulutuksen muutokseen on vahvasti vaikuttanut kansalaisten parantunut ravitsemustietous, ja ruokavalio on keskimäärin muuttunut terveellisempään suuntaan. Paitsi ravitsemustietous myös kansalaisten ympäristötietoisuus on lisääntynyt samoinkuin huoli ruoan turvallisuudesta ja tuotannon eettisyydestä (Moisander 2001). Syynä tähän on ollut sekä taloudellisen hyvin-

voinnin ja informaation määrän lisääntyminen että etenkin viime aikoina runsaasti julkisuutta saaneet ruokakriisit, BSE- ja suu- ja sorkkatauti tapaukset. Myös tuotantoeläinten kohtelua koskeva uutisointi on herättänyt epäilyjä tuotannon eettisyydestä. Suomessakin ympäristömyönteisten tuotteiden kysyntä ja ruoantuotantoa koskevan ympäristötiedon tarve on ainakin tilapäisesti lisääntynyt (Luomubarometri 2001). Kansalaisten valintoja ja päätöksentekoa ei voida ohjata samalla tavoin kuin tuottajien, ja siksi markkinoilla tapahtuvaa kehitystä on vaikea ennakoida. Viimeaikaiset tapahtumat osoittavat, että häiriöt elintarviketjussa voivat saada aikaan hyvinkin nopeita muutoksia ostokäyttäytymisessä, joskaan muutosten pysyvyydestä ei vielä ole näyttöä.

Ruokajärjestelmä kokonaisuudessaan, mukaanlukien maatalous- ja elintarviketuotanto sekä kulutus, on hyvin monitahoinen tutkimuskohde. Jotta tuotanto ja kulutus olisivat kestäväällä pohjalla, on järjestelmän joka tasolla saavutettava yksimielisyys siitä, mitä kestävyydellä ylipäänsä tarkoitetaan ja miten sitä voidaan edistää. Tulevan kehityksen aiheuttamien ympäristö- ja kansantaloudellisten vaikutusten ennakointi edellyttää yhdenmukaista ja kokonaisvaltaista tarkastelutapaa. Muuten päätökset tehdään pirstaleisen tiedon varassa, mikä saattaa johtaa ristiriitaisiin ratkaisuihin järjestelmän eri tasoilla.

Laajan kokonaisuuden hahmottamiseen tarvitaan systeemitarkastelua. Systemin tulee olla selkeästi rajattu ja siinä määrin yksinkertainen, että systeemin toiminnan kannalta keskeiset asiat on helppo hahmottaa. Materiaalivirtatarkastelu ja panos- tuotosmenetelmät soveltuvat hyvin systeemitarkastelun välineeksi myös elintarviketuotannossa. Kun pitää mielessä rajoitukset eikä pyri tekemään liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä, panos-tuotosanalyysi tarjoaa yksinkertaisen ja toimivan keinon tarkastella tuotanto- ja kulutusrakenteen muutosten vaikutuksia.

Hankkeen konkreettiset tulokset voidaan kiteyttää kolmeen kohtaan: uudet tilamallit, elintarviketuotannon ainevirtojen määrällinen kuvaus ja MaMa-malli.

Tutkimuksella on kuitenkin yleisempääkin merkitystä. Maatalouden osalta materiaalivirtatutkimus on aivan alussa sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Hankkeen puitteissa on kehitetty nimenomaan maatalouden ainevirtalaskentaa, jota ei juurikaan ole muualla tehty. Osallistuminen metodologiseen tutkimukseen jo menetelmien muotoutumisvaiheessa lisää kansainvälisen yhteistyön mahdollisuuksia sekä metodologisella että ympäristöpoliittisella tasolla.

Materiaalivirtalaskennan metodologinen pohja on alunperin muotoutunut pitkälti Wuppertal-instituutin koordinoiman ConAccount (Coordination of Regional and National Material Flow Accounting for Environmental Sustainability) -organisaation puitteissa kansainvälisessä yhteistyössä. Työ jatkuu International Society of Industrial Ecology -organisaation puitteissa. Yhtenä keskeisenä menetelmäkehityksen tavoitteena on ainevirtatilinpidon yhdenmukaistaminen kansan-

talouden tilinpidon kanssa, mikä vaatii ainevirtatilinpidon rajauksien täsmentämistä. Tätä työtä koordinoi usean maan tilastolaitosten edustajien muodostama työryhmä (SEEA 2000). Maataloustuotannon osalta hankkeen tulokset ovat osaltaan myötävaikuttamassa menetelmälliseen kehitystyöhön (Mäenpää ym. 2001).

Ainevirtatarkasteluun perustuva panos-tuotosmenetelmä soveltuu hallinnon ja suunnittelun apuvälineeksi. Kun maatalouden tuotantovaihtoehtojen vaikutukset tunnetaan, tukitoimet voidaan kohdistaa sinne, missä niiden vaikutus on merkittävin. MMM:n strategian tavoitteena on "vähemmästä enemmän" -periaatteen mukaan tuotannon laadullinen kasvu ja ekotehokkuuden kohentaminen. Maatalouden tuotantoaloittaisten panos-tuotosaineiston avulla voidaan tarkastella eri tuotantovaihtoehtojen vaikutuksia materiaali- ja rahavirtoihin kokonaisvaltaisesti jäsenellen. Vaikutusanalyysien avulla voidaan arvioida, miten luomutuotannon lisäys tai elintarvikkeiden kysynnän muutokset vaikuttaisivat maatalouteen, sen materiaalivirtoihin, tulonmuodostukseen ja ympäristön tilaan.

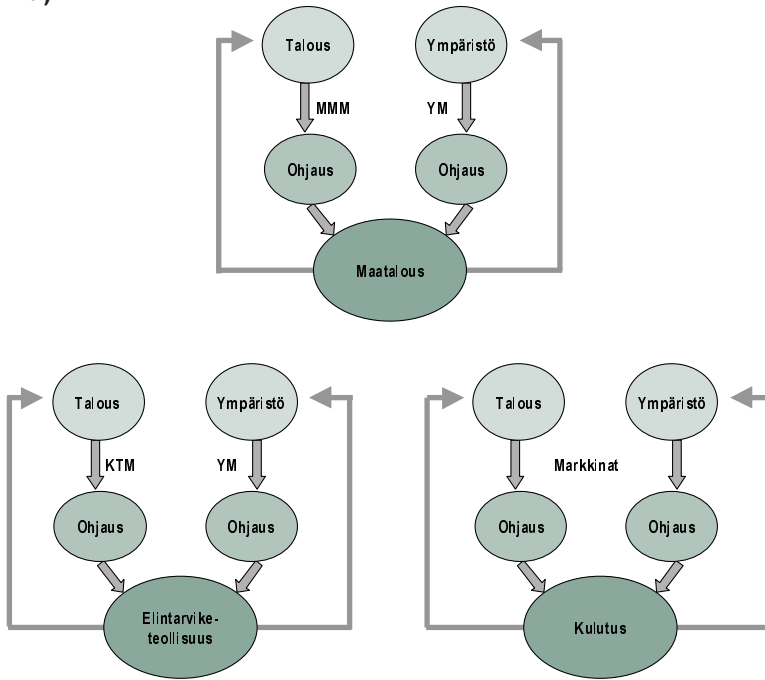
Yhdistämällä aineisto kokonaistalouden panos-tuotostaulukkoon voidaan tarkastelunäkökulmaa laajentaa ja arvioida, miten maatalouden tuotantorakenteen tai elintarvikkeiden kulutusrakenteen muutokset vaikuttavat kansantalouden tasolla tuotannon materiaali-intensiteettiin, bruttokansantuotteeseen, työllisyyteen ja ulkomaankauppaan.

Menetelmää voidaan käyttää jatkossa myös muihin maatalouden talous- ja ekologisten kokonaisvaikutusten tutkimuksiin ja simulointimallien kehittelyyn. Ainevirtoihin perustuvan panos-tuotostmallin avulla voidaan esimerkiksi tarkastella, mitä faktoritavoitteen toteutuminen CO₂-päästöjen ja luonnonvarojen kokonaiskäytön suhteen edellyttää maatalouden osalta. Samalla voidaan paikantaa vuolaaimmin liikkuvat virrat, joiden supistamiseen tulisi ensimmäiseksi tähdätä. Mallikehikkoon sisällytettyä tietoa voidaan hyödyntää, kun arvioidaan toimenpiteiden vaikutuksia maatalouspoliittisten tavoitteiden kannalta.

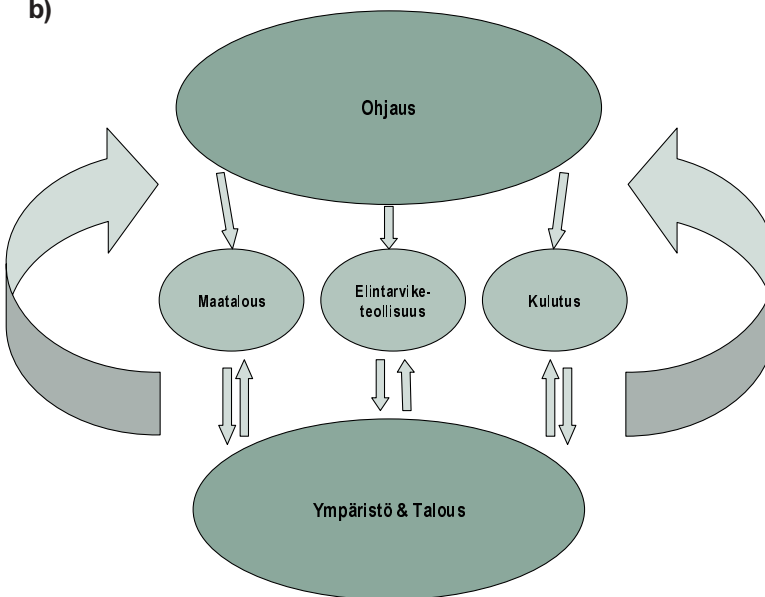
Kuvassa 12 on kaavamaisesti esitetty, miten ympäristö ja talous vaikuttavat maatalouden ja elintarviketeollisuuden toimintaan sekä kulutukseen. Nykytilanteessa ohjaus on yksisuuntaista ja pitkälti eriytynyttä siten, että ympäristö- ja talousvaikutuksia tarkastellaan erikseen kunkin osa-alueen sisällä. Maa- ja metsätalousministeriö ohjaa maatalouden toimintaa, Kauppa- ja teollisuusministeriö elintarviketeollisuuden toimintaa, kun taas kulutus määräytyy markkinavoimien mukaan. Ympäristöä koskeva ohjaus kanavoituu kunkin osa-alueen sisällä Ympäristöministeriön kautta (Kuva 12a).

Koko ruokahuoltojärjestelmän kattava tarkastelutapa tukee eri toimijatahojen päätöksentekoa tarjoamalla nykytilanteeseen verrattuna huomattavasti kokonaisvaltaisemman kuvan elintarviketuotannon ja kulutuksen taloudellisista ja ympäristövaikutuksista. Menetelmän avulla viljelijät, elintarviketeollisuuden edustajat ja kuluttajat voivat tarkastella toimintansa vaikutuksia kokonaisuuden kannal-

a)



b)



Kuva 12. Maatalous, elintarviketeollisuus ja kulutus ympäristön ja talouden vuorovaikutuksessa. a) Nykikäytäntö: sektorikohtainen ohjaus, eriytynyt ohjaus sektorin sisällä. b) Koko ruokahuoltojärjestelmän kattava, ympäristö- ja talousnäkökulman integroiva ohjaus.

ta (Kuva 12b). Näin selkeytetään kuluttajapolitiikan, ympäristöpolitiikan ja maatalouspolitiikan välisiä yhteyksiä, mikä mahdollistaa linjakkaan toiminnan kohti kestävämpää ruokahuoltoa. Tarkastelutapa palvelee siten myös integroidun ympäristöohjauksen kehittämistä.

7.3 Täydentämis- ja kehittämistarpeita

MaMa-mallin pohjana on hyvin laaja aineisto, joka kattaa tilamallit, kansantalouden panos-tuotosaineiston sekä ravinnonkulutustiedot. Kaiken kaikkiaan tietopohja käsittää noin 22 megatavua Excel-pohjalle järjestettynä. MaMa-malli itsessään vie 1,4 megatavua, sillä se sisältää vain tilamallilaskelmien tulostukset. Näin laajaa kokonaisuutta voi olla muiden kuin mallin rakentajien vaikea hahmottaa, mikä tietenkin rajoittaa mallin käytettävyyttä.

Käytännön työn kannalta keskeinen kehittämistarve on yksinkertaistetun graafisen käyttöliittymän suunnittelu ja rakentaminen. Tavoitteena on läpinäkyvä, helposti päivitettävä ja visuaalisesti selkeä järjestelmä. Mallin tietopohjaa ei tarvitse sitä varten muuttaa, mutta malliin voisi sisällyttää erilaisia valmiita vaikutusanalyysivaihtoehtoja säilyttäen toki mahdollisuuden muodostaa omiakin analyysivaihtoehtoja. Aineisto perustuu keskiarvoihin ja järkeviin arvioihin, ja se on vahvasti aggregoitua. Sen vuoksi tulokset ovat pikemminkin suuntaa-antavia ja laadullisia kuin ehdottomia lukuarvoja. Tulosten tarkastelua ja tulkintaa helpottaa, jos tulokset esitetään selkeinä kaavioina ja esitystapa suunnitellaan sellaiseksi, että muutokset näkyvät suhteessa lähtötasoon. Käyttöliittymää tarvitaan sekä hallinnon ja suunnittelun tarpeisiin, mutta sillä on käyttöä myös demonstraatiovälineenä opetuksessa tai vaikkapa Internetissä, jossa kansalaiset itse voivat tutkiskella omien valintojensa vaikutuksia.

Malli perustuu vuoden 1995 tilastoaineistoon, ja lähtökohtana on nykymuotoinen maataloustuotanto. Luomutuotannon osalta täydentävää tietoa on odotettavissa jo lähivuosina, ja siltä osin mallin tietopohjaa tulee aikanaan tarkentaa. Myös muita laskentaperusteita tulisi aika ajoin tarkistaa, jotta ne vastaisivat muuttuneita tuotantokäytäntöjä. Aineistoa voidaan tarpeen mukaan päivittää olemassaolevaan mallikehikkoon. Laskentaperusteena on käytetty keskimääräisiä tilakokoja. Mikäli mallin avulla haluttaisiin tarkastella isojen tilojen tuotannosta johtuvia ympäristö- ja talousvaikutuksia, pitää tilamalliaineiston tietopohja muuttaa laskentaperustetta vastaavaksi.

Ravinnonkulutustiedot ja kulutustottumusten muutokset perustuvat ravinnosta saatuun kokonaisenergian määrään. Joskin joulet ovat parempi vaihtoehto kuin pelkät ainevirtatarkastelun edellyttämät kilot, voisi ravinnonkulutusta lähestyä myös ravitsemustieteellisemmästä näkökulmasta. Vertailupohjana voisi olla esimerkiksi saadun proteiinin määrä, mitä yleensä käytetään kansainvälisissä ravit-

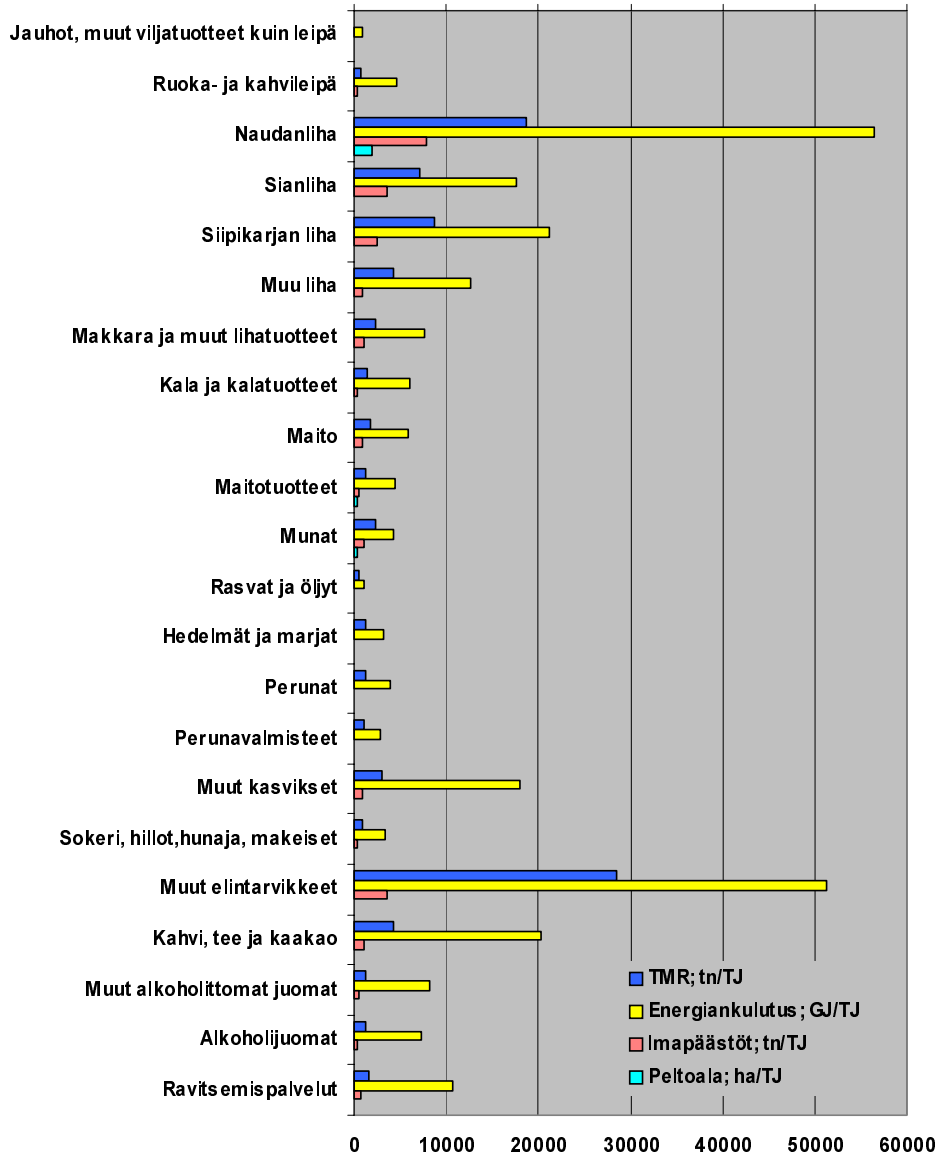
semustutkimuksissa. Ravinnonkulutustietoja voi myös täydentää ja tarkentaa ottamalla huomioon jakuvasti lisääntyneen puolivalmisteiden ja valmisruoan käytön.

Materiaalivirtatutkimus tuottaa tietoa myös poliittisen päätöksenteon tueksi, kun asetetaan faktoritavoitteita ja seurataan niiden toteutumista. Kokonaistalouden materiaalivirta-aineiston pohjalta on kehitelty erilaisia luonnonvarojen kokonaiskäyttöön perustuvia indikaattoreita kuten TMR/capita, BKT/TMR, resurssitehokkuus, resurssituottavuus ja materiaali-intensiteetti (Adriaanse ym. 1997, SEPA 1999, WRI 2001). Näillä mittareilla on kuvattu kehityksen suuntaa kansantalouden tasolla.

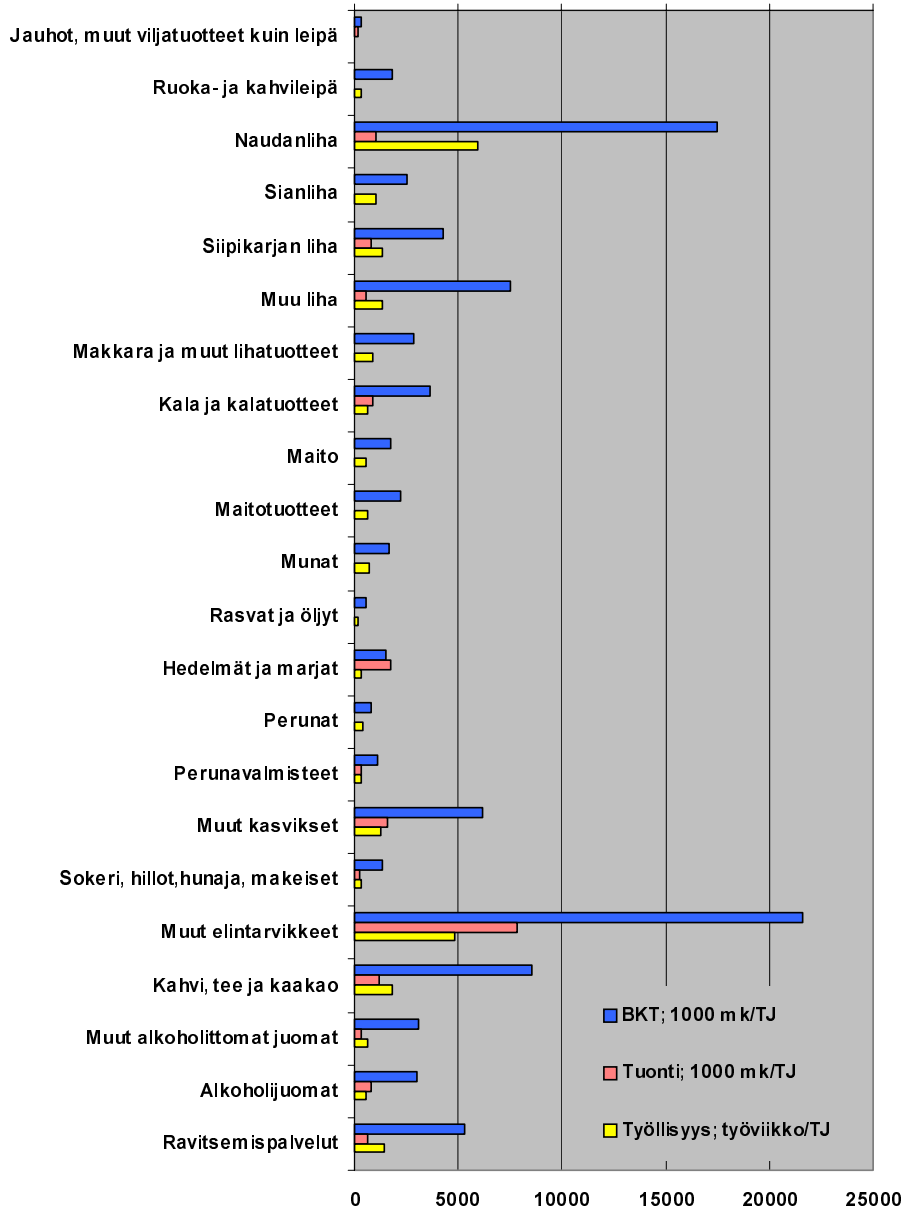
Tässä hankkeessa on yhdistetty elintarviketuotannon ainevirtatietoa olemassa olevaan tai aineistosta johdettuun tuotantoa koskevaan ympäristö- ja taloustietoon. Tältä pohjalta voidaan kehittää elintarvikkeiden tuotantoon ja kulutukseen ekotehokkuusmittareita sekä tarkastella näiden yhteyttä muihin kestäväan kehityksen mittareihin. Ravinnontuotannon ekotehokkuutta voitaisiin tarkastella vertaamalla kilojouleissa ilmaistua ravintosisältöä suhteessa vaikkapa tuotannon panoskäyttöön taikka tuotannosta aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin. Aineiston pohjalta ekotehokkuutta voidaan tarkastella joko kokonaistuotoksen kannalta taikka tuotekohtaisesti. Ekotehokkuutta voidaan tarkastella myös loppukulutuksen kannalta vertaamalla talous- ja ympäristövaikutuksia tuoteryhmittäin tai kokonaiskulutuksen kannalta (Kuvat 13, 14). Tieto on muutettavissa myös per capita -perusteiseksi, jolloin kaavion sisältämä informaatio avautuisi helpommin ja se palvelisi suoraan kuluttajia.

Tämän tyyppisten indikaattorien tarve on tunnistettu kansainvälisestikin (CEC 20021a, OECD 1999, OECD 2001). Suomessakin maaseutupoliittisen työryhmän tavoitteissa korostetaan myös kuluttajien huomioonottamista (MMM 2001). Kuluttajille suunnattua tuotetasoista tietoa on jo jonkin verran saatavilla lähinnä MIPS- (material intensity per service unit) -ja elinkaariselvitysten tuloksena, joskin elintarviketuotannossa vielä aika niukasti. Suomessa on selvitetty mm. luomun ja tavanomaisen rukiin ja maidon tuotannon elinkaarta (Grönroos & Seppälä 2000) ja kotimaisen ja ulkomaisen sianlihan tuotannon materiaali-intensiteetti, MIPS (Aro-Heinilä 2002). Ravinnontuotanto kokonaisuudessaan on sisällytetty yhtenä osatekijänä määriteltäessä ekologista jalanjälkeä (Wackernagel & Rees 1996). Ruotsissa on toisaalta jonkin verran selvitelty ravinnonkulutuksen ympäristövaikutuksia aluetasolla (Carlsson-Kanyama, 1997, 1998, 1998a, 1999). Varsinaisten elintarviketuotantoa koskevien ekotehokkuusindikaattorien kehittäminen on kansainvälisesti kuitenkin vasta ajatuksen tasolla. Suomessa kysymys on nostettu esiin MMM:n uudistettuun luonnonvarastrategiaan liittyvän indikaattorityön yhteydessä (Yli-Viikari ym. 2002).

Haluttaessa mallia voidaan laajentaa siten, että mukaan otetaan myös muita ympäristön tilaa kuvaavia parametrejä. Toinen mahdollinen laajennus koskee ulkomaankaupan osuutta, mikäli haluttaisiin selvittää, miten muutokset tuonti-



Kuva 13. Loppukulutuksen 1 TJ:n lisäyksen resurssivaikutukset. Kaaviossa näkyy, miten eri elintarvikkeiden kulutuksen kasvu heijastuu luonnonvarojen kokonaiskulutukseen (TMR), energiankulutukseen, ilmapäästöihin ja peltopinta-alaan. TMR:n ja ilmapäästöjen muutos on ilmaistu tonneina, energiankulutus gigajouleina ja peltoala hehtaareina terajoulea kohti.



Kuva 14. Loppukulutuksen 1 TJ:n lisäyksen taloudelliset vaikutukset. Kaaviossa näkyy, miten eri elintarvikkeiden kulutuksen kasvu heijastuu BKT:een, tuontiin ja työllisyyteen. BKT:n ja tuonnin muutos on ilmaistu markkoina ja työllisyys työviikkoina terajoulea kohti.

elintarvikkeiden määrissä heijastuvat Suomen maataloudessa ja kansantaloudessa. Jatkokehittelyn yleislinjauksia tulisi suunnitella yhteistyössä metsäsektorin kanssa, jossa on selvitelty metsätalouden ainevirtoja.

8 Yhteenveto

Hankkeessa on kehitetty maataloustuotantoon soveltuvaa materiaaliveirtatarkastelua sekä materiaaliveirtoihin perustuvaa panos-tuotosmenetelmää. Menetelmää hyväksikäyttäen voidaan arvioida, miten tuotantorakenteen tai kulutustottumusten muutokset heijastuvat ympäristöön ja talouteen sekä maataloussektorin sisällä että koko talouden tasolla.

Menetelmä perustuu tilamalliaineistoon, jonka avulla on kuvattu maataloustuotannon kokonaistaso. Olemassaolevaa tilamalliaineistoa on täydennetty tavanomaisen tuotannon osalta laatimalla perunan- ja broilerintuotannon tilamallit. Hanketta varten on lisäksi laadittu 9 luomu- ja 5 puutarhatuotannon tilamallia. Tilamalliaineistoon on yhdistetty tietoja tuotannon ympäristövaikutuksista. Ympäristökuormitusta kuvaavina muuttujina tarkastellaan 1) luonnonvarojen kokonaiskäyttöä (TMR), 2) energiankulutusta, 3) kasvihuonekaasupäästöjen määrää, 4) happamoittavien päästöjen määrää sekä 5) maankäyttöä. Määrät on johdettu tilamallien tietoaineiston perusteella. Vesistövaikutuksia ei aineiston pohjalta ole voitu kvantifioida. Maatalouden kokonaistuotos on sovitettu yhteen kansantalouden v:n 1995 panos-tuotosaineistoon panos-tuotosmalliksi, johon on vielä istutettu ravinnonkulutustiedot. Tämä kokonaisuus muodostaa ainevirtoihin perustuvan MaMa-mallin (maatalouden materiaaliveirta-mallin), joka on tavanomaisen panos-tuotosmallin laajennus.

Pääpaino hankkeessa on ollut metodologisessa kehittämisessä. Panos-tuotos-tarkastelu edellyttää kuitenkin numeerista aineistoa, eikä menetelmän toimivuutta ja muutosten vaikutuksia voida ilman sitä arvioida. Numeerinen tietopohja perustuu niin pitkälle kuin mahdollista olemassaolevaan tilastoaineistoon. Koska tilastot on kerätty eri tahojen toimesta ja erilaisia tarkoituksia varten, olemassaoleva aineisto on osin ollut riittämätöntä, osin liian yksityiskohtaista. Hankkeen puitteissa aineistoa on täydennetty ja hyvin yksityiskohtaista tietoa toisaalta on aggregoitu. Eri mittayksiköissä oleva tieto on yhteismitallistettu ainevirtatarkastelun edellyttämiksi painoyksiköiksi.

Maataloustuotannossa biologisilla prosesseilla on keskeinen osuus, ja materiaaliveirtojen arvioinnissa on otettava huomioon myös kasvinviljelyn ja kotieläintalouden aineenvaihdunta. Tämä aiheuttaa omat ongelmansa tuotantopanosten ja tuotosten kvantifiointissa, ja menetelmällisessä kehittämisessä onkin painottunut biologisten prosessien määrällinen kuvaus ja kotieläintalouden ainetaseiden muodostaminen.

Vaikka pääpaino hankkeessa on ollut metodologiassa, on mallia kehitetty käytännön työtä varten suunnittelun välineeksi. Tässä raportissa on muutaman esimerkin valossa tarkasteltu tuotantorakenteen ja ravinnon kulutustottumusten muutosten vaikutuksia. Mallin käyttökelpoisuus, sen puutteet ja tarkennustarpeet ilmenevät kuitenkin vasta todellisessa käytössä.

Muutosten vaikutuksia voidaan tarkastella lukemattomilla tuotanto- ja kulutusraKENNEYHDISTELMILLÄ. Tuotantopuolella todennäköinen kehityssuunta näyttää johtavan luomutuotannon osuuden lisääntymiseen ja kulutuspuolella kasvispainotteisempaan ruoankulutukseen. Esimerkit on valittu siten, että ne edustaisivat todellisia vaihtoehtoja ja olisivat odotettavissa olevan kehityssuunnan mukaisia, mutta pari eksoottisempaakin esimerkkiä on otettu mukaan.

Mallinnetut esimerkit osoittavat, että sekä tuotantorakenteen että ravinnonkulutustottumusten muutokset näkyvät lähinnä maataloussektorin sisällä ja että muutokset vaikuttavat merkittävästi ennen kaikkea maankäyttöön.

Laajaperäisen luomutuotannon osuuden kasvu lisää maatalouden ympäristökuormitusta luonnonvarojen käytön sekä kasvihuonekaasu- että happamoittavien päästöjen osalta. Energian kulutus sen sijaan vähenee oleellisesti lannoiteteollisuuden panoskäytön supistumisen vuoksi. Vaikutukset kokonaiskuormituksen kannalta jäävät kuitenkin hyvin vähäisiksi energiankulutusta lukuunottamatta jopa tilanteessa, missä luomun osuutta kasvatetaan 50 prosenttiin.

Lisääntynyt kasvisruoan osuus vaikuttaa suotuisasti ympäristöön, mutta epäedullisesti talouteen. Nämäkin muutokset näkyvät ilmenevät lähinnä maataloussektorin sisällä, ja vaikutukset ovat tuntevia. Suotuisat ympäristövaikutukset näkyvät selvästi myös kokonaiskuormituksessa, mutta epäedulliset kansantaloudelliset vaikutukset ovat prosentin luokkaa.

Kirjallisuus

- Adriaanse, A., Bringezu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenburg, E., Rogich, D. & Schütz, H. 1997. Resource flows: The material basis of industrial economies. Edited by World Resources Institute, U.S.A., Wuppertal Institute, Germany, The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning, and Environment, National Institute for Environmental Studies, Japan. World Resources Institute. Washington. 63 s. ISBN1-56973-209-4.
- Ala-Mantila, O. & Riepponen, L. 1998. Maatalouden tuotantokustannukset Suomessa. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 222. Helsinki: MTTL. 120 s.
- Aro-Heinilä, E. 2002. Joulukinkun ekotehokkuus. Tavanomaisen ja luonnonmukaisen tuotannon ekologinen selkäreppu sekä energiankulutus Etelä-Suomessa ja Tanskassa. Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Ympäristöekonomia. 81 s. Pro gradu -tutkielma.
- Ayers, R.U. 1989. Industrial metabolism and global change. *Industrial Social Science Journal* 121: 363-373.
- Ayers, R.U. 1989a. Industrial metabolism. Teoksessa: Ausubel, J.H. & Sladovich, E.H. (toim.). *Technology & Environment*. Washington D.C: National Academy Press. s. 23-49.
- Ayers, R.U. & Ayres, L.W. 1998. Accounting for resources I: economy-wide applications of mass-balance principles to materials and waste. UK: Edward Elgar publishing Ltd Cheltenham. 245 s. ISBN 1-5-85898-640-0.
- Binder, C. & Wiek, A. 2001. Sustainability spaces. A new concept to evaluate development using indicator systems. Paper presented at the ISIEE conference, Leiden, November 2001.
- Boulding, K. 1966. The economics of the coming spaceship Earth. Teoksessa: Jarret, H. (toim.). *Environmental quality in a growing economy. Resources for the future*. Baltimore, USA: John Hopkins University Press. s. 3-14.
- Bringezu, S. 1993. Towards increasing resource productivity: how to measure the total material consumption of regional and national economies? *Fresenius Environmental Bulletin* 2: 437-442.
- Carlsson-Kanyama, A. 1997. Weighed average source points and distances for consumption origin-tools for environmental impact analysis? *Ecological Economics* 23: 15-23.
- Carlsson-Kanyama, A. 1998. Climate change and dietary choices - how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced? *Food Policy* 23(3/4): 277-293.

- Carlsson-Kanyama, A. 1998a. Food consumption patterns and their influence on climate change: greenhouse gas emissions in the life cycle of tomatoes and carrots consumed in Sweden. *Ambio* (27)7: 528-534.
- Carlsson-Kanyama, A. 1999. Changing food consumption patterns: Implications for the environment with regard to past and future trends in Sweden. Teoksessa: Carlsson-Kanyama, A. (toim.). Consumption patterns and climate change: consequences of eating and travelling in Sweden. Department of Systems Ecology, Stockholm University. Academic dissertation. Osa IV, 39 s.
- CEC 1999. Council strategy on the environmental integration and sustainable development in the common agricultural policy established by the agricultural council. Draft report to European council of Helsinki 11406/99, Finland 11-12 December 1999.
- CEC 2001. Economy-wide material flow accounts and derived indicators, a methodological guide. Eurostat Theme 2, Economy and Finance. Luxemburg: EUROSTAT. 80 s.
- CEC 2001a. Statistical information needed for indicators to monitor the integration of environmental concerns into common agricultural policy. Communication from the commission to the council and the European parliament. Brussels: Commission of the European Communities. 21 s.
- Daly, H. 1968. On economics as a life science. *The Journal of Political Economy* 76: 392-406.
- EEA 2000. Environmental signals 2000 a presentation. Päivitetty 18.7.2001. Viitattu: 5-15.6.2002. European Environment Agency, Denmark. Saatavissa internetistä: <http://reports.eea.eu.int/signals-2000/env>.
- Erkman, S. 1999. Industrial ecology: A historical view. An industrial ecology special issue. *Journal of Cleaner Production* 4(4). Oxford: Butterworth-Heinemann. 19 s.
- EUROSTAT 1997. Materials flow accounting - experience of statistical offices in Europe. Luxembourg: Directorate B, Economic Statistics and Economic Monetary Convergence.
- Factor 10 Club 1997. Carnoules statement to government and business leaders. A ten-fold leap in energy and resource efficiency. Factor 10 Institute, La Rabassère, Carnoules, France.
- Faist, M., Kytzia, S. & Baccini, P. 2001. The impact of household food consumption on resource and energy management. *International Journal of Environment and Pollution* 15 (2).
- FINELI 2001. Elintarvikkeiden koostumustietopankki. Helsinki: Kansanterveyslaitos, ravitsemusyksikkö. Päivitetty: 15.6.2001. Viitattu: 10.5.2002. Saatavissa internetistä: <http://www.ktl.fi/fineli/>.

- Forssell, O. 1985. Panos-tuotosmallit. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, sarja B 46. Helsinki.
- Grönroos, J. & Seppälä, J. (toim.) 2000. Maatalouden tuotantotavat ja ympäristö. Suomen ympäristö 431. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 244 s.
- Hakanen, M. 1999. Yhdyskuntien ekologisesti kestävä kehityksen arviointi, kriteerit ja mittaaminen. Acta 107/1999. Helsinki: Suomen kuntaliitto. 211 s.
- Helenius, J. 2000. Urbanit ruoka-alueet - kestävä kehityksen skenaario kaupungin ja maaseudun uudelle liitolle. Teoksessa: Salo, R., Soini, K. & Seppälä, A. (toim.). Maaseudun ympäristöarvojen tuotteistaminen - kenellä valta ja vastuu? Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 72. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 12-15.
- Hoffrén, J. 1999. Talous hyvinvoinnin ja ympäristöhaittojen tuottajana - Suomen ekotehokkuuden mittaaminen. Research reports 226. Helsinki: Statistics Finland. 154 s.
- Höhn, B. 1997. Providing for the future through avoidance - a precondition for change in ecological structures. Teoksessa: Bringezu, S. ym. (toim.). Analysis for action: support policy towards sustainability by material flow accounting. Proceedings of the ConAccount Conference. 11-12 September 1997. Wuppertal Special 6: 10-14.
- Kansaneläkelaitos 1990. Ruoka-aineiden ravintoainesisältö. Helsinki: KELA.
- Katajajuuri, J.-M., Loikkanen, T., Pahkala, K., Uusi-Kämppe, J., Voutilainen, P., Kurppa, S., Laitinen, P., Mikkola, H., Kivinen, T. & Salo, S. 2000 Ympäristöhallintaa tukevan tietopohjan kehittäminen osana maatilojen laatu järjestelmää: Case: Rehuohran elinkaariarviointi. VTT tiedotteita 2034. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 134 s.
- Kloppenburger, J.Jr., Hendrickson, J.E. & Stevenson, G.W. 1996. Coming into the foodshed. Agriculture and Human Values 13: 33-42.
- Koikkalainen, K. & Haataja, K. 2000. Luomukotieläintuotteiden tuotantokustannukset. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen selvityksiä 8/2000. Helsinki: MTT. 59 s.
- Koikkalainen, K. & Rikkinen, P. 2002. Maa- ja puutarhatalouden tilamallit. Teoksessa: Risku-Norja, H. (toim.). Maatalouden materiaaliavirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky. Aineiston ja menetelmän kuvaus. MTT:n selvityksiä. Helsinki: MTT Taloustutkimus. (painossa).
- KTL 1998. Finravinto 1997 -tutkimus. Kansanterveyslaitoksen tutkimuksia B8. Helsinki: Kansanterveyslaitos.
- KTM 1998. Ekotehokkuus ja factor-ajattelu. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 1/1998. Helsinki: KTM. 45 s.

- Lahti-Koski, M. 1999. Ravitsemuskertomus 1998. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B2/1999. Helsinki: KELA.
- Lallukka, T. & Ovaskainen, M-L. 2001. Ruokamittoja. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2001. Helsinki: KELA.
- Lassheikki, K. 1994. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Puutarhaliiton julkaisuja nro 278. Forssa.
- Lovins, A., Weizsäcker, E.v. & Lovins, H. 1997. Factor 4. Allen & Unwin. 322 s.
- Luomubarometri 2001. Kuluttajat ja ketju. Luomubarometri 12/2001. Finfood-Suomen ruokatieto ry. Päivitetty: 15.1.2001. Viitattu: 12.5.2002. Saatavissa internetistä: <http://www.finfood.fi/finfood/luomu.nsf/>.
- Maula J. 1995. Elintarvikkeiden kulutus ja kulutusmuutokset Suomessa 1950-1993. Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja 10/1995. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 54 s.
- MMM 1998. Suomalaiset ravitsemussuositukset. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Komiteamietintö 1998:7. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. 80 s.
- MMM 1999. Ravintotase 1998 (ennakko). Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 44 s.
- MMM 2001. Työryhmämuistio 16.
- MMM 2001a. Maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategia. Uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttö. MMM:n julkaisuja 8/2001. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. 112 s.
- Moisander, J. 2001. Representation of green consumerism: a constructionist critique. Helsingin kauppakorkeakoulu A:185. Helsinki: Helsingin kauppakorkeakoulu. 257 s.
- Mäenpää, I., Juutinen, R., Puustinen K., Risku-Norja, H., Veijalainen, S. & Viitanen, M. 2000. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö Suomessa. Suomen ympäristö 428. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 90 s.
- Mäenpää, I. & Muukkonen, J. 2001. Physical input-output in Finland: Methods, preliminary results and tasks ahead. Paper presented at Workshop on Economic growth, material flows and environmental pressure, 25th - 27th April, 2001, Stockholm, Sweden.
- Mäenpää, I., Risku-Norja, H., Koikkalainen, K., Rikkonen, P. & Vanhala, P. 2001. Biological metabolism and the material flow balances of the food flux. Inaugural meeting of the International Society of Industrial Ecology, Leiden, Holland, 8-11.11.2001.

- Mäenpää, I. & Vanhala, P. 2002. Biologinen aineenvaihdunta ja elintarviketalouden ainevirrat Suomessa 1995. Teoksessa: Risku-Norja, H. (toim.). Maatalouden materiaali- ja ainevirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky. Aineiston ja menetelmän kuvaus. MTT:n selvityksiä. Helsinki: MTT Taloustutkimus. (painossa).
- MTTL 1976. Ravintotaseet 1968-1975. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 39. Helsinki: MTTL. 37 s.
- MTTL 2001. Finnish agriculture and rural industries 2001. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos, Julkaisuja 97a. Helsinki: Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitos. 95 s.
- Nuora, M. 1999. Luomun lumoa. Kuluttaja 6/99: 12-15.
- OECD 1997: Ecoefficiency: decoupling economic growth from environmental damage. Environment Directorate, Environmental Policy committee. ENV/EPOC/PPC (97) 8.
- OECD 1999. Environmental Indicators for agriculture: methods and results - the stocktaking report introduction, policy context, contextual issues, nutrient use, pesticide use and risk. Paris: OECD, Joint Working Party of the Committee for Agriculture and the Environment.
- OECD 2001. Environmental indicators for agriculture. Volume 3. Methods and Results. Paris: OECD, Agriculture and Food. 398 s.
- Outa, P. 2000. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitoksen selvityksiä 11/2000. Helsinki: MTTL. 99 s.
- Pipatti, R. 2001. Greenhouse gas emissions and removals in Finland. VTT Research Notes 2094. Espoo: VTT. 59 s.
- Puutarhayritysrekisteri 1999. 2000. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 112 s. Päivitetty: 20.11.2000: Viitattu: 12.3.2002. Saatavissa internetistä: http://www.stat.fi/tk/hp/kui_maatal_input.pdf.
- Risku-Norja, H. 1999. The total material requirement -concept applied to agriculture: a case study from Finland. Agricultural and Food Science in Finland 8: 393-410.
- Schmidt-Bleek, F. 1998. Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch - mehr Lebensqualität durch Faktor 10. München: Droemer Knaur. 320 s.
- SEEA 2002. SEEA 2000. Chapter III, Physical flow accounts. Päivitetty: 20.1.2002. Viitattu: 18.5.2002 Saatavissa internetistä: <http://ww2.statcan.ca/citygrp/london/publicrev/pubrev.htm>.
- SEPA 1997. Det framtida jordbr SEPA uket. Naturvårdsverket Rapport 4755. Stockholm, Swedish Environmental Protection Agency. 139 s.

- SEPA 1999. Resurseffektivitet -att hushålla med resurser. Naturvårdsverket Rapport 4976. Stockholm, Swedish Environmental Protection Agency. 49 s.
- Tennilä, L. 2000. Elintarvikkeiden kulutus kotitalouksissa 1998. SVT 2000:18. Helsinki: Tilastokeskus.
- Thomsson, O. 1999. Systems analysis of small-scale systems for food supply and organic waste management. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 190 s. Academic dissertation.
- Tilastokeskus 1995. Tuoteluokitus. Tilastokeskus, Käsikirjoja 34, Helsinki. 249 s.
- Tilastokeskus 1999. Panos - tuotos 1995. SVT Kansantalous 1999:10. Vantaa: Tilastokeskus.
- Tilastokeskus 2000. Työvoimatilasto 1988-1999. Helsinki: Tilastokeskus.
- Tilastokeskus & YM 1997. Luonnonvarat ja ympäristö. Ympäristö 1997:10. Helsinki: Edita. 52 s.
- UN 1995. Promoting sustainable agriculture and rural development. Report of the Commission on Sustainable Development on the Third Session, New York, 11-28 April 1995. Päivitetty: 20.4.1999. Viitattu: 28.5.2002. Saatavissa internetistä: www.un.org/esa/sustdev/.
- UN 1999. Handbook of input-output table compilation and analysis. Handbook of National Accounting, Series F 74. New York: United Nation Statistics Division.
- Vanhala, P. & Mäenpää, I. 2002. MaMa-malli. Teoksessa: Risku-Norja, H. (toim.): Maatalouden materiaa livirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky. Aineiston ja menetelmän kuvaus. MTT:n selvityksiä. Helsinki: MTT Taloustutkimus. (painossa).
- Wackernagel, M. & Rees, W. 1996. Our ecological footprint. Reducing human impact on the Earth. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers. 160 s.
- WBCSD 2001. Eco-efficiency concept. 2001. Päivitetty: 3.10.2001. Viitattu: 7.5.2002. Saatavissa internetistä: <http://iisd.ca/business/ecoeffconcept>.
- WCED 1987. Our common future. Oxford: Oxford University Press. 400 s.
- Weizsäcker, E. U. v., Lovins, A. B. & Lovins, H. L. 1997. Doubling welfare, halving resource use. The New Report to the Club of Rome. London: Earthscan. 352 s.
- Wirsenius, S. 2000. Human use of land and organic materials. Chalmers University of Technology and Göteborg University. Göteborg. 255 s.
- WRI 2001. The weight of nations. Material outflows of industrial economies. Washington D.C., USA. 125 s.

YM 1998. Hallituksen kestävän kehityksen ohjelma. Suomen Ympäristö 254. Helsinki: Edita. 51 s.

Yli-Viikari A., Risku-Norja, H., Nuutinen, V., Heinonen, E., Hietala-Koivu, R., Huusela-Veistola, E., Hyvönen, R., Kantanen, J., Raussi, S., Rikkonen, P., Seppälä, A. & Vehmasto, E. 2002. Agri-environmental and rural indicators: a proposal. Maa- ja elintarviketalous 5. Jokioinen: MTT. 102 s.

Liite 1 (1/1). Kasvinviljelyn tilamallikaavio

KASVINVILJELYTILAMALLIT

Mallin perustiedot:

- pinta-ala
- viljelykasvi(t) ja kesanto
- satotaso

HINTATIEDOT

Mallin tuotantotarvikkeet:

- siemen
- lannoite ja kalkki
- kasvinsuojeluaineet
- sähkö
- polttoaine
- voiteluaine
- vuokratyöt

Mallin kiinteä tuotantovälineistö:

- peltomaa (salaojat)
- koneet
- rakennukset
- korko
- poisto
- korjaus, kunnossapito
- vakuutus

Työmenekki:

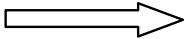
- työtunnin hinta + MYEL ja MATA-maksu

Yleiskustannukset

Liite 2 (1/1). Kotieläintalouden tilamallikaavio

KOTIELÄINTILAMALLIT

Mallin perustiedot:

- kotieläinten määrä
 - tuotostaso
 - ruokintasuunnitelma
 - rehuomavaraisuus
 - satotaso
- peltoala
- 

HINTATIEDOT

Mallin tuotantotarvikkeet:

- siemen
- torjunta-aineet
- polttoaine
- rehunsäilöntäaineet
- ostorehut
- muut kotieläinmenot
- lannoite ja kalkki
- sähkö
- voiteluaine
- säilöntämuovit
- eläinten ostot
- vuokratyöt

Mallin kiinteä tuotantovälineistö:

- peltomaa (salaojat)
- koneet
- rakennukset
- korko
- poisto
- korjaus, kunnossapito
- vakuutus

Työmenekki:

- työtunnin hinta + MYEL ja MATA-maksu

Yleiskustannukset

Vähennetään sivutuotteiden arvo

Liite 3 (1/1). Puutarhatalouden tilamallit

Avomaatuotanto

* Valkokaali
Kukkakaali
Muut kaalit
Punakaali
* Porkkana
Punajuurikas
Lanttu
Nauris
Mukulaselleri
Palsternakka
* Sipuli
Purjo
Avomaankurkku
Kurpitsa
Pehmeä-erikoisalaatti
Rapea keräalaatti
* Kiinankaali
Lehtiselleri
Pinaatti
Raparperi
Yrttimausteet
Juurimausteet
Muut

* Mansikka
* Mustaherukka
* Punaherukka
* Valkoherukka
Vadelma
Karviainen
Muut
* Omena

* Taimitarhatuotanto

Kasvihuone- tuotanto

Tilamalli 1:

* Leikkokukat
Sipulkukat
Ruukkukukat
Viherkasvit
Kesäkukan taimet

Tilamalli 2:

* Tomaatti
* Kurkku
Pehmeä keräalaatti
Rapea keräalaatti
Ruukkusalaatti
Muut

Vihannesviljelyn
tilamalli

Koko Suomen vihannestuotanto v. 1999:

- 167 812 400 kg
- pinta-ala 7 367 ha
- tuotannon arvo 423,8 milj. mk

Marjan- ja
hedelmätuotannon
tilamalli

Koko Suomen marjan- ja hedelmätuotanto v. 1999:

- 14 841 800 kg
- pinta-ala 6 582 ha
- tuotannon arvo 238,7 milj. mk

Taimitarhatuotannon
tilamalli

Koko Suomen koristepensastuotanto v. 1999:

- 14 094 000 kpl
- pinta-ala 696,1 ha
- tuotannon arvo 99,2 milj. mk

Koristekasvituotannon
tilamalli

Koko Suomen kasvihuone- tuotanto v. 1999:

Koristekasvit:

- 10 436 800 kg (arvio)
- pinta-ala 3 637 000 m²
- tuotannon arvo 540 milj. mk

Kasvihuonevihannokset:

- 117 022 000 kg
- 3 087 000 m²
- tuotannon arvo 557 milj. mk

* laskentaperusteena käytetyt puutarhatuotteet

Liite 4 (1/1). Mallinnetut ruokavaliovaihtoehdot

Elintarvikeryhmä	Kotitalouksien ravinnonkulutus 1995		Ruokavaliovaihtoehdot Muutokset, kJ/henk/vrk			
	kJ/henk/vrk	%	I	II	III	IV
1 Jauhot, muut viljatuotteet						
kuin leipä	1 243	12,45	211	565	475	565
2 Ruoka- ja kahvileipä	1 044	10,46		475	399	475
3 Naudanliha	41	0,41	-4	-41	-41	-41
4 Sianliha	159	1,59	-16	-159	-159	-159
5 Siipikarjan liha	39	0,39	-4	-39	-39	-39
6 Muu liha	18	0,18	-2	-18	-18	-18
7 Makkara ja muut lihatuotteet	792	7,93	-79	-792	-792	-792
8 Kala ja kalatuotteet	155	1,55		-155	59	-155
9 Maito	659	6,60				
10 Maitotuotteet	845	8,46				
11 Munat	131	1,31		-131	-131	-131
12 Rasvat ja öljyt	883	8,84	-88			
13 Hedelmät ja marjat	387	3,87				
14 Perunat	359	3,59	61	163	137	163
15 Perunavalmisteet	147	1,48		67	56	67
16 Muut kasvikset	129	1,29	22	59	49	59
17 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	1 004	10,05	-100			
18 Muut elintarvikkeet	13	0,13		6	5	6
19 Kahvi, tee ja kaakao	67	0,67				
20 Muut alkoholittomat juomat	222	2,23				
21 Alkoholijuomat	458	4,59				
25 Ravitsemispalvelut	1 191	11,93				
Yhteensä	9 987	100,00	0	0	0	0

Ruokavaliovaihtoehdot:

I: suositusten mukainen ruokavalio

II: laktovegetaarinen ruokavalio

III: maito-kala-kasvis ruokavalio

IV: laktovegetaarinen luomu ruokavalio

Maa- ja elintarviketalous -sarjan Talous-teeman julkaisuja

- No 11 Uusitalo, P. & Pietola, K. 2002. Franchisingsopimukset sikatalouden hintariskien hallinnassa. 35 s., 2 liitettä.
- No 14 Karttunen, J., Mattila, P., Myyrä, S. & Uusitalo, P. 2002. Esteiden aiheuttamien haittojen arvo peltoviljelyssä. 59 s., 5 liitettä.
- No 16 Risku-Norja, H., Mäenpää, I., Koikkalainen, K., Rikkonen, P. & Vanhala P. 2002. Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky. 61 s., 4 liitettä.

