



Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky

Aineiston ja menetelmän kuvaus

Helmi Risku-Norja (toim.)



MTT:n selvityksiä 27
112 s., 5 liitettä

**Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus
ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky**
Aineiston ja menetelmän kuvaus

Helmi Risku-Norja (toim.)

ISBN 951-729-733-5 (Painettu)
ISBN 951-729-732-7 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-509X (Painettu)
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)
www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts27.pdf

Copyright

MTT

Kirjoittajat

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

Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky

Aineiston ja menetelmän kuvaus

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

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, 00411 Helsinki, kauko.koikkalainen@mtt.fi, pasi.rikkonen@mtt.fi

Tiivistelmä

Maa- ja elintarviketalouteen sovellettuna ekotehokkuusajattelu tarkoittaa sitä, että pienemmillä tuotantopanoksilla tuotetaan enemmän ravitseuksellisesti 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 kuvataan suomalaiseseen ruoantuotantoon liittyvät materiaalivirrat. Numeerinen aineisto on johdettu tilamallien tietopohjalta ja se on sovitettu Suomen vuoden 1995 tuotanto- ja kulutustilastoihin. Aineistoa on käytetty laadittaessa laskentamallia, jonka avulla voidaan arvioida, miten tuotantotavan tai kulutustottumusten muutokset heijastuvat ympäristöön ja talouteen.

Raportissa kuvataan hankkeessa käytetty tietopohja ja laskentamenetelmät. Raportti on jaettu kolmeen osaan: 1) tilamallit, 2) maatalouden ainetaseet ja 3) laskentamalli. Kussakin osassa tarkastellaan aihealueeseen liittyvää menetelmien kehittämistä hankkeen tarpeita varten.

Raportin painopiste on ainetaseiden muodostamisessa, sillä elävien eliöiden aineenvaihdunnan aiheuttamien ainevirtojen määrittämiseksi laskentamenetelmät on kehitetty alusta alkaen hankkeen puitteissa. Hankkeessa käytetyt tilamallit ja laskentamalli sen sijaan perustuvat olemassa oleviin menetelmiin. Raportissa selvitetään, miten aineistoa ja menetelmiä on tässä hankkeessa sovellettu.

Kukin osa on itsenäinen kokonaisuus ja sellaisenaan informatiivinen. Hankkeen tavoitteeksi asetettu materiaalivirtatarkastelun ulottaminen ruoantuotantoon sitoo osat toisiinsa.

Asiasanat: tilamalli, ainetase, panos-tuotosmalli, materiaalivirrat, menetelmä

Material flows, ecoefficiency and sustainable compatibility of food production

Technical documentation

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

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

²⁾ Thule Institute, University of Oulu, B.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 the 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. Based on these 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 present report is the technical documentation of the data basis and the calculation methods. The report is in three parts: 1) farm models, 2) material flow balances for agriculture and 3) the calculation model. Each part covers one of the major areas that have been methodologically developed for the purpose of the research project.

The three areas differ as to the needs of methodological development, and this is reflected in the number of pages of the three parts. Assessing the material flows created by the metabolism of living organisms has required construction of calculation methods from the beginning. Therefore, also the bulk of the present document is dedicated to this aspect. On the other hand, the farm models and the calculation model are essentially extensions of existing methods, which have been referred to in the report. The descriptions of these parts highlight those features that have been modified specifically for the purpose of the project.

Each part is an independent entity and informative as such. The overall aim of the project to develop MFA approach specifically adapted for the food sector bridges the parts together.

Index words: farm model, material balance, material flows, input-output model, method

Esipuhe

Hanke on Maa- ja metsätalousministeriön maaseudun kehittämisrahaston varoilla rahoitettu tutkimus, joka toteutettiin vuosina 2000-2002. Hankkeessa ovat olleet mukana Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) 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 ovat Sini Wallenius Maa- ja metsätalousministeriöstä, Juha Helenius Helsingin yliopistosta, Jyri Seppälä Suomen ympäristökeskuksesta ja Esa Partanen Luomuliitosta.

Hankkeen taustalla ovat tavoitteet kestävästä 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-tuotosmalli, jonka avulla voidaan tarkastella, miten tuotanto- tai kulutusrakenteen muutokset ilmenevät sekä maatalouden sisällä että kokonaistaloudessa. Hankkeen tuloksia on käytetty hyväksi myös koottaessa panos-tuotosaineistoa fyysisten ainevirtojen osalta koko kansantalouden tasolla, ja siltä osin hanke on edesauttanut materiaalivirtalaskennan metodologista kehitystä.

Hankkeen konkreettiset tulokset voidaan kiteyttää kolmeen kohtaan: uudet tilamallit, elintarviketuotannon ainevirtojen määrällinen kuvaus ja maatalouden materiaalivirtojen laskentamalli, MaMa-malli. Tämä raportti on hankkeen tekninen dokumentointi, jossa kuvataan seikkaperäisesti aineisto, laskentaperusteet ja käytetyt menetelmät sekä esitetään numeeriset tulokset taulukoituna. Yleisempi kuvaus, jossa selvitetään hankkeen taustat ja tavoitteet sekä tarkastellaan hankkeen merkitystä, sen soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin ja kehittämismahdollisuuksia ja -tarpeita on julkaistu erikseen. Samassa yhteydessä on esitelty muutaman esimerkin avulla empiiriseen aineistoon pohjautuvia, keskeisiä tuloksia.

Aineisto ja menetelmäkuvaus esitetään kolmessa osassa: 1) tilamallilaskelmat, 2) elintarviketalouden ainevirrat ja 3) maatalouden materiaalivirtojen laskentamalli, MaMa. Jokaisen osan loppuun on koottu siihen kuuluvat kirjallisuusviitteet, joten osat muodostavat kukin oman kokonaisuutensa. Näin on menetelty, jotta lukija mahdollisimman helposti löytäisi laajasta aineistosta tarvitsemansa tiedon.

Raportin osat ja niiden keskeinen sisältö ovat:

Osa I. Koikkalainen, K. & Rikkinen, P. 2002. Maa- ja puutarhatalouden tilamallit panos-tuotosmalliin. Suomen maataloustuotannon kokonaistaso on kuvattu maa- ja puutarhatalouden tilamalliaineiston avulla. Raportin ensimmäisessä osassa käydään läpi tilamallit ja tilamallilaskelmien laskentaperusteet. Olemassa olevaa tilamalliaineistoa on hankkeen tarpeita varten täydennetty perusmaataloudessa tavanomaisen tuotannon osalta perunan- ja broilerintuotannon tilamalleilla. Tämän lisäksi on laadittu 9 luomu- ja 5 puutarhatuotannon tilamallia. Aineistoon on tilamallikohtaisesti yhdistetty tietoja tuotannon ympäristövaikutuksista. Ympäristökuormitusta on tarkasteltu luonnonvarojen kokonaiskäytön (TMR), energiankulutuksen, kasvihuonekaasu- ja happamoittavien päästöjen määrän sekä maankäytön kannalta. Perusmaatalouden osalta luomu- ja tavanomaisen tuotannon tilamalli-

laskelmista on vastannut MMM Kauko Koikkalainen MTT Taloustutkimuksesta. MMM Pasi Rikkinen MTT Taloustutkimuksesta, on laatinut puutarhatuotannon tilamallit.

Osa II. Mäenpää, I. & Vanhala, P. 2002. Biologinen aineenvaihdunta ja elintarviketalouden ainevirrat Suomessa 1995. Maataloustuotannossa biologisilla prosesseilla on keskeinen osuus, ja materiaalivirtojen arvioinnissa on otettava huomioon myös kasvinviljelyn ja kotieläintalouden aineenvaihdunta. Tämä aiheuttaa omat ongelmansa tuotantopanosten ja tuotosten kvantifioinnissa. Raportin toisessa osassa käydään seikkaperäisesti läpi ainevirtojen laskentaperusteet ja ainetaseiden muodostaminen. Menetelmällisessä kehittämisessä on painottunut biologisten prosessien aiheuttamien ainevirtojen määrällinen kuvaus.

Tulokset ovat oleellinen osa ainevirtalaskentamenetelmien kansainvälistä kehitystyötä, ja ne ovat syntyneet tämän hankkeen sekä Oulun yliopiston Thule-instituutin koordinoiman FINPIOT: *Suomen talouden fyysiset panos-tuotostaulut* -hankkeen risteymänä. FINPIOT-hanke on tuonut työhön ainevirtatilinpidon metodologisen kehikon ja Maatalouden materiaalivirrat -hanke maatalouden asiantuntemuksen. Dosentti Ilmo Mäenpää Oulun yliopiston Thule-instituutista on kehittänyt työssä käytetyt laskentamenetelmät ja kirjoittanut raportin. KTM Pekka Vanhala on osallistunut aineiston kokoamiseen ja laskentamenetelmien toteuttamiseen.

Osa III. Vanhala, P. & Mäenpää, I. 2002. Maatalouden materiaalivirtojen laskentamalli MaMa. Kun kotitalouksien ravinnonkulutusrakenne tai maatalouden tuotantorakenne tai molemmat muuttuvat, ilmenevät muutosten vaikutukset ennen kaikkea maa- ja elintarviketalouden sisällä, mutta ne heijastuvat myös muilla toimialoilla. Hankkeessa kehitetyn MaMa-laskentamallin avulla voidaan näiden muutosten vaikutuksia tarkastella lähtötilanteeseen nähden. Kolmannessa osassa kuvataan mallin rakenne ja toiminta. Mallin sisältämät tiedot muodostavat perustason, joka ilmentää maataloustuotantorakenteen ja elintarvikkeiden kulutusrakenteen vaikutuksia ympäristöön ja talouteen. Perustaso kuvaa vuoden 1995 tilannetta, vertailujankohdan valintaan on vaikuttanut tarkistetun panos-tuotosaineiston saatavuus. MaMa-malli on tavanomaisen panos-tuotostaulun laajennus, ja sen vuoksi aluksi tarkastellaan panos-tuotostaulukoita ja panos-tuotosanalyysin periaatteita yleisesti. Raportin kolmannen osan ovat tuottaneet KTM Pekka Vanhala ja dosentti Ilmo Mäenpää Oulun yliopiston Thule-instituutista.

Raportin rakenne on johdonmukainen hankkeen toteuttamisen kannalta: Tilamallilaskelmat muodostavat perustan. Tilamallien tietopohjaa on laajennettu siten, että maataloustuotantoon oleellisesti liittyvän biologisen aineenvaihdunnan aiheuttamat ainevirrat sekä viljelymaan ainevirrat on otettu huomioon. Veden, hiilidioksidin, hapen, metaanin, typen oksidien ja ammoniumtypen määrät on johdettu tilamallien tietopohjan perusteella ja niiden kvantifiointi onkin ollut hankkeen mittavia haasteita. Maataloustuotannon ainevirrat on liitetty osaksi kansantalouden panos-tuotostaulukkoa. MaMa-laskentamalli on panos-tuotostaulun laajennettu sovellus; se on rakennettu panos-tuotostaulukon sisältyvän informaation perusteella, mutta siihen on lisätty vielä tietoja tuotannon ympäristövaikutuksista sekä tiedot kotitalouksien ravinnonkulutuksesta.

Loogisesta etenemisjärjestyksestä huolimatta on hankkeen toteutuksessa osakokonaisuuksia kehitetty rintarinnan. Laskentamallin peruskehikko muotoutui jo hankkeen alkuvaiheessa, mutta matkan varrella sen rakennetta on kehitetty edelleen. Ympäristökuormitusta ja maankäyttöä kuvaavat tekijät on lisätty mallikehikkoon vasta loppuvaiheessa. MaMa-malliin on istutettu tietoa sitä mukaa kun sitä on karttunut. Ensivaiheessa mallikehikkoon koottiin hy-

vinkin suurpiirteisesti arvioitua tietoa, jotta mallin toimivuus pystyttiin varmistamaan. Menetelmien kehittelyn tuloksena saatiin yksityiskohtaisempaa tietoa, jolla alustava aineisto vähitellen korvattiin. Välillä mallin antamat merkilliset tulokset pakottivat takaisin tiedon alkulähteille tarkistamaan sekä tietoja että laskentaperusteita. Välillä harhailtiin syvällä energiaperusteisen ainevirtaviidakon uumenissa. Joskus selitystä outoihin tuloksiin jouduttiin etsimään itse mallin rakenteesta, jota sitäkin on täytynyt parannella.

Hankkeen toteutuksessa kiinnostus on toisaalta ollut ainevirtalaskennan menetelmällisessä kehittämisessä. Tavoitteena on ollut maa- ja elintarviketalouden ainevirtojen määrällinen kuvaus siten, että ne voidaan istuttaa koko talouden ainevirtoja kuvaavaan panos-tuotostaulukkoon. Ainevirtatieto on yhdistetty rahaperusteiseen kansantalouden panos-tuotosaineistoon, jolloin aine- ja rahavirtoja on voitu tarkastella samanaikaisesti. Tämä puoli on korostunut Thule-instituutin työssä.

MTT:n osuudessa on painottunut ainevirtamenetelmien soveltaminen maatalouteen sekä kokonaisvaltaiseen, ympäristö- ja taloustietoa yhdistävään tarkastelutapaan perustuvien tulosten tulkitseminen maatalouden näkökulmasta. Tulkinnan välineeksi on hankkeessa kehitetty panos-tuotostmallin laajennettu versio, MaMa-malli.

Tilamalliaineisto sitoo tutkimuksellisesti erilaiset lähtökohdat toisiinsa. Panos-tuotos-tarkastelu edellyttää numeerista aineistoa, eikä laskentamallin toimivuutta ja muutosten vaikutuksia voida arvioida ilman tilamallilaskelmiin perustuvaa empiiristä tietopohjaa. Aineisto malliin on saatu ainevirtalaskentamenetelmien kehityksen kautta. Toisaalta malli on toiminut laskentaperusteiden tarkistajana ja siten se on edesauttanut metodologista kehittämistä.

MaMa-laskentamalli on myös tarkoitettu apuvälineeksi käytännön työhön. Mallin toimivuus on periaatteessa osoitettu, mutta sen käyttökelpoisuus, puutteet ja tarkennustarpeet ilmenevät kuitenkin vasta todellisessa käytössä.

Salo 20.8.2002

Helmi Risku-Norja (toim.)

Sisällysluettelo

Osa I. Maa- ja puutarhatalouden tilamallit panos-tuotosmalliin

1	Johdanto	12
2	Maataloustuotannon tilamallit - tavanomainen tuotanto	13
2.1	Kasvintuotantomallit	13
2.2	Kotieläintilamallit	15
2.3	Mallien tuotto- ja kustannuserien yksityiskohtainen kuvaus	16
2.3.1	Sato- ja tuotostasot	16
2.3.2	Tuotantopanokset	17
2.3.3	Työpanos	17
2.3.4	Yleiskustannukset	17
2.3.5	Maatalousomaisuudesta aiheutuvat kustannukset	18
3	Luomutuotannon tilamallit	19
3.1	Sato- ja tuotostasot luomutuotannossa	19
3.2	Muut tuotantopanokset luomutuotannossa	19
4	Puutarhatuotannon tilamallit	21
4.1	Tilamallikuvaukset	21
4.2	Tilamalliaineisto	24
4.3	Puutarhatuotannon tilamallien tuotantopanokset	24
4.3.1	Tarvikkeet	26
4.3.2	Työpanos	26
4.3.3	Yleiskustannukset	26
4.3.4	Liikepääoman korko	26
4.3.5	Omaisuudesta aiheutuneet kustannukset	26
4.3.6	Päivittäminen vuoden 1995 hintoihin	27
5	Tulokset ja tulosten tarkastelu	27
	Kirjallisuus	30

Osa II. Biologinen aineenvaihdunta ja elintarviketalouden ainevirrat Suomessa 1995

1	Johdanto	33
2	Ainevirtatilinpito	34
2.1	Kokonaistalouden ainevirtatilinpito	34
2.2	Ainevirtatilinpidon käsitteet	35

2.3	Biologisen aineenvaihdunnan systeemirajat	40
3	Aineenvaihdunnan peruskemiaa	44
3.1	Ravintoaineet	44
3.2	Yhteyttämisen ainetaseet	46
3.3	Palamisen ainetaseet	48
3.4	Ravintoaineiden energiasisältö	50
4	Kasvinviljelyn ainetaseet	53
4.1	Sato	53
4.2	Kasvituotannon ravinteiden käyttö	54
4.3	Viljelymaan ainetase	56
5	Kotieläintalouden ainetaseet	59
5.1	Ainetaseiden muodostuksen yleisperiaatteet	59
5.2	Lähtötiedot	60
5.3	Aineenvaihdunnan taseet	65
5.3.1	Lypsylehmä	65
5.3.2	Lihanauta	67
5.3.3	Emakko	67
5.3.4	Lihasika	67
5.3.5	Munituskana	70
5.3.6	Broileri	70
5.3.7	Turkiseläin	71
5.3.8	Kotieläinten ravinnonkäytön energiatehokkuuden vertailu	71
5.4	Lantataseet	73
5.5	Kotieläintalouden kokonaistaseet	74
6	Väestön aineenvaihdunta	76
6.1	Ravinnon kulutus	76
6.2	Vertailu muihin tutkimuksiin	79
6.3	Vesitasapaino	80
6.4	Väestön kasvu ja uudistuminen	81
6.5	Aineenvaihdunnan taseet	82
6.6	Ravintojätteet	84
7	Elintarviketalouden kokonaisvirrat	85
7.1	Yleistä	85
7.2	Luontaistuotanto ja kalatalous	87
7.3	Elintarviketeollisuus	88

7.4 Tuotteiden kokonaistarjonta ja käyttö	90
7.5 Elintarvikesektorin ainevirtojen panos-tuotostaulu	93
8 Yhteenveto ja päätelmiä	96
Kirjallisuus	97

Osa III. Maatalouden materiaaivirtojen laskentamalli MaMa

1 Johdanto	101
2 Panos-tuotosanalyysin perusteita	101
3 Mallin yleisrakenne	105
4 Elintarvikkeidenkulutus	107
5 Tilamallit	108
6 Ympäristökuormitus	110
7 Taloudelliset vaikutukset	111
Kirjallisuus	111

Liitteet

Osa I
Maa- ja puutarhatalouden tilamallit
panos-tuotosmalliin

Kauko Koikkalainen ja Pasi Rikkinen

1 Johdanto

Tutkimushankkeessa on kehitetty maataloustuotantoon soveltuvaa materiaalivirtatarkastelua sekä materiaalivirtoihin perustuvaa panos-tuotosmenetelmää. Menetelmää hyväksikäyttäen voidaan arvioida, miten tuotantorakenteen tai kulutustottumusten muutokset heijastuvat ympäristöön ja talouteen sekä maataloussektorin sisällä että koko talouden tasolla. Hankkeen taustalla ovat yleiset tavoitteet kestävästä maataloustuotannon edistämiseksi ja ekotehokkuuden kohentamiseksi.

Panos-tuotostarkastelu edellyttää numeerista aineistoa, eikä muutosten vaikutuksia voida ilman sitä arvioida. Tuotantokäytäntöjen kuvaamiseen helposti hahmotettavassa muodossa käytetään erilaisia malleja. Tässä tutkimuksessa maa- ja puutarhatalouden tuotannon kuvaamiseen käytetään tuotantoalakohtaisia tilamalleja. Tilamallien tietopohjalta on johdettu maatalouden ainetaseet, ja ainevirtatieto on yhdistetty koko talouden panos-tuotostaulukoon. Panos-tuotostaulukko osoittaa yhteydet tuotantotoiminnan tulosten ja niiden saavuttamiseksi vaadittavien panosten välillä. Integroinnin tavoitteena on malli, jonka avulla voidaan arvioida maa- ja puutarhatalouden eri tuotantotapojen vaikutuksia koko talouden tulonmuodostukseen, työllisyyteen ja materiaalivirtoihin.

Käytettävät tilamallit on alun perin kehitetty perusmaatalouden osalta yksittäisten maataloustuotteiden tuotantokustannusten kehityksen seurantaan 1970-luvulla. Ensimmäiset puutarhataloutta koskevat tuotantokustannuksia seuraavat tilamallit on julkaistu 1990-luvulla (Lassheikki 1994). Tilamallit kuvaavat eri tilatyypin tuotoksia ja niiden saavuttamiseksi tarvittavia panoksia. Kun panokset hinnoitellaan saadaan kustannukset selville. Tilamalleissa otetaan huomioon kaikki tuotantotoiminnasta aiheutuvat kustannukset. Tuotantopanokset jaotellaan tarvikkeisiin, työhön, yleiskustannuksiin ja omaisuudesta aiheutuviin kustannuksiin. Tilamallit on rakennettu Lotus - taulukkolaskentaohjelmistolla, josta ne on siirretty Excel -ympäristöön.

Tilamalleilla pyritään kuvaamaan Etelä-Suomen olosuhteissa toimivien, hieman keskimääräistä tehokkaampaa tuotantoa harjoittavien tilojen toimintaa kussakin tuotantosuunnassa. Tarvittavat lähtötiedot mallien rakentamiseen on saatu alan kirjallisuudesta ja maatalouden tilastoista.

Tutkimuksessa käytetyt maatalouden tilamallit on selostettu yksityiskohtaisesti sekä perusmaatalouden osalta (Ala-Mantila & Riepponen 1998) että puutarhatuotannon osalta (Outa 2000, 2000a). Tilamallien perustietoaineistoa ylläpidetään ja päivitetään MTT Taloustutkimuksessa.

2 Maataloustuotannon tilamallit - tavanomainen tuotanto

Työssä käytetyt tilamallit on laadittu alun perin tuotantokustannusten seurantaan, eikä varsinaisesti todellisten tuotantokustannusten selvittämiseen. Tilamallit kuvaavat yrityksiä, joilla on erikoistuttu vain yhden tuotteen tuottamiseen. Näin saadaan selville mahdollisimman hyvin kullekin tuotantosuunnalle tyypillinen tuotantopanos- ja kustannusrakenne. Tilamalleja on laadittu tärkeimpien maataloustuotteiden eli maidon, naudanlihan, sianlihan, porsaiden, kananmunien, leipäviljan, rehuviljan, kevätrypsin ja sokerijuurikkaan tuotantokustannusten laskentaan. Tässä työssä tarvittiin lisäksi perunan ja broilerintuotannon tilamalli, jotta pääosa koko maataloustoimialan panoskäytöstä ja tuotannosta saatiin mallinnettua.

Tilamallien laatimisen lähtökohtana on alun perin ollut selvittää eri tuotteiden kustannusjakaumia ja edelleen yrityskoon vaikutuksia tähän jakaumaan. Tuotantokustannusmalleissa kaikkien tuotteiden tuotantokustannukset on laskettu viidessä eri kokoluokassa, joista panos-tuotosmallia varten valittiin kutakin tuotantosuuntaa edustamaan yksi keskimääräinen tilakokoluokka. Jatkossa tarvittaessa panos-tuotosmalliin voidaan lisätä kutakin tuotantosuuntaa kuvaamaan useampia eri kokoluokkaa kuvaavia tilamalleja esim. skaalatuottojen havainnollistamiseksi.

Tilamallien tuotantokustannuslaskelmat on laadittu siten, että saldot, 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 salaojien jälleenhankinta-arvosta. Korkokantana on käytetty 6 % ja salaojitetun pellon arvona 21500 mk/ha.

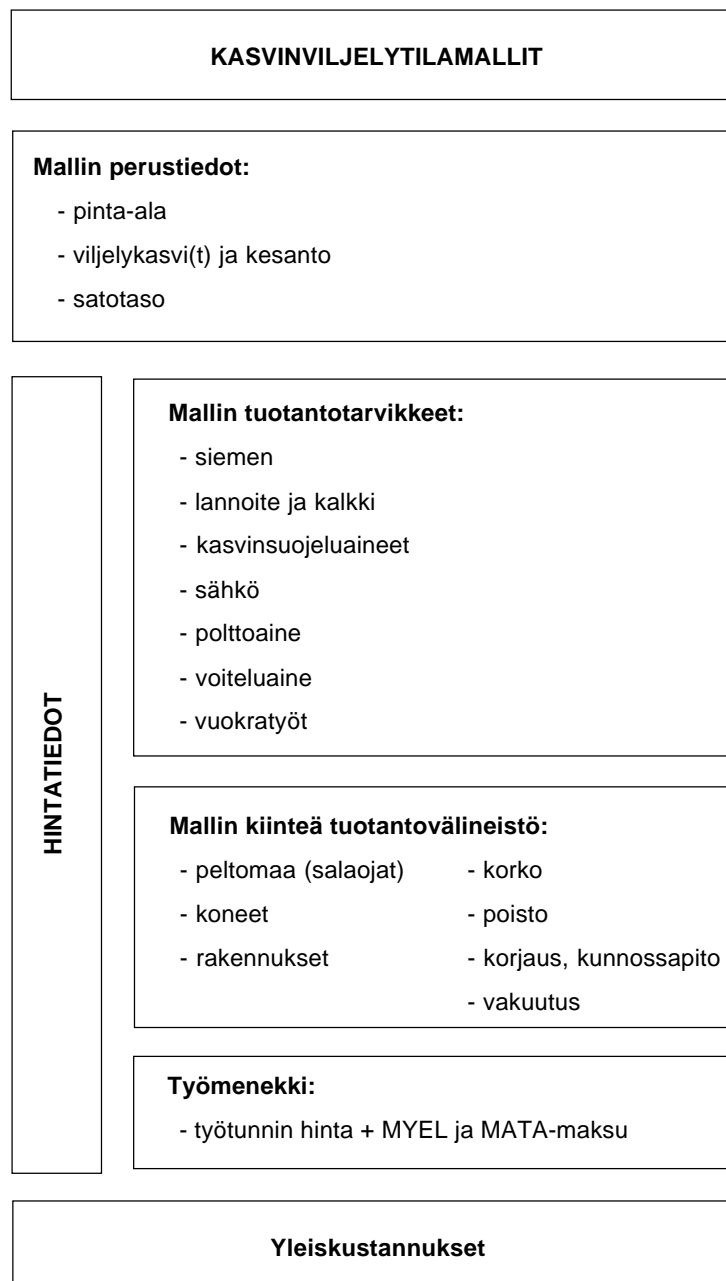
2.1 Kasvintuotantomallit

Kasvintuotantomalleissa tilan oletetaan tuottavan jotain tiettyä kasvia esim. leipäviljaa (ruis tai vehnä) pääosalla tilan pinta-alasta. Osa tilan pinta-alasta on pakollisena kesantona. Tilastojen perusteella määritetään mallin hehtaarisato. Hehtaarisadon ja pellon maalajin ja peruskunnon mukaan määritetään mallissa tarvittava siementen, ostolannoitteiden, kalkin ja torjunta-aineiden käyttömäärät. Mallit täyttävät ympäristötukiehtojen määräykset. Mallin kone- ja rakennuskapasiteetti sekä tuotantomenetelmä eli koneketju määräytyvät tilakoon ja yleisimmin käytössä olevien menetelmien mukaan. Pienimmissä malleissa mm. vuokrakoneiden käyttö on melko yleistä, jotta pääomakustannuksista ei tulisi epärealistisen suuria.

Työmenekki malleissa on laskettu Työtehoseuran julkaisemien työmenekkinormien mukaan ja hinnoiteltu maataloustyöntekijän keskimääräisen tuntipalkan mukaan, johon on lisätty maatalousyrittäjän eläke- ja tapaturmavakuutusmaksut. Mallien kiinteästä tuotantovälineistä, koneista, rakennuksista ja maasta, aiheutuva kustannus otetaan huomioon poisto-,

korko-, vakuutus-, korjaus- ja kunnossapitokustannuksena. Yksityiskohtaisesta jaottelusta huolimatta aivan kaikkia tuotantotoiminnasta aiheutuvia kustannuksia ei pystytä aina kohdistamaan oikein tarkasteltavalle tuotteelle, vaan malleissa joudutaan käyttämään erää ”yleiskustannukset”. Esimerkiksi tiemaksut kuuluvat tähän erään.

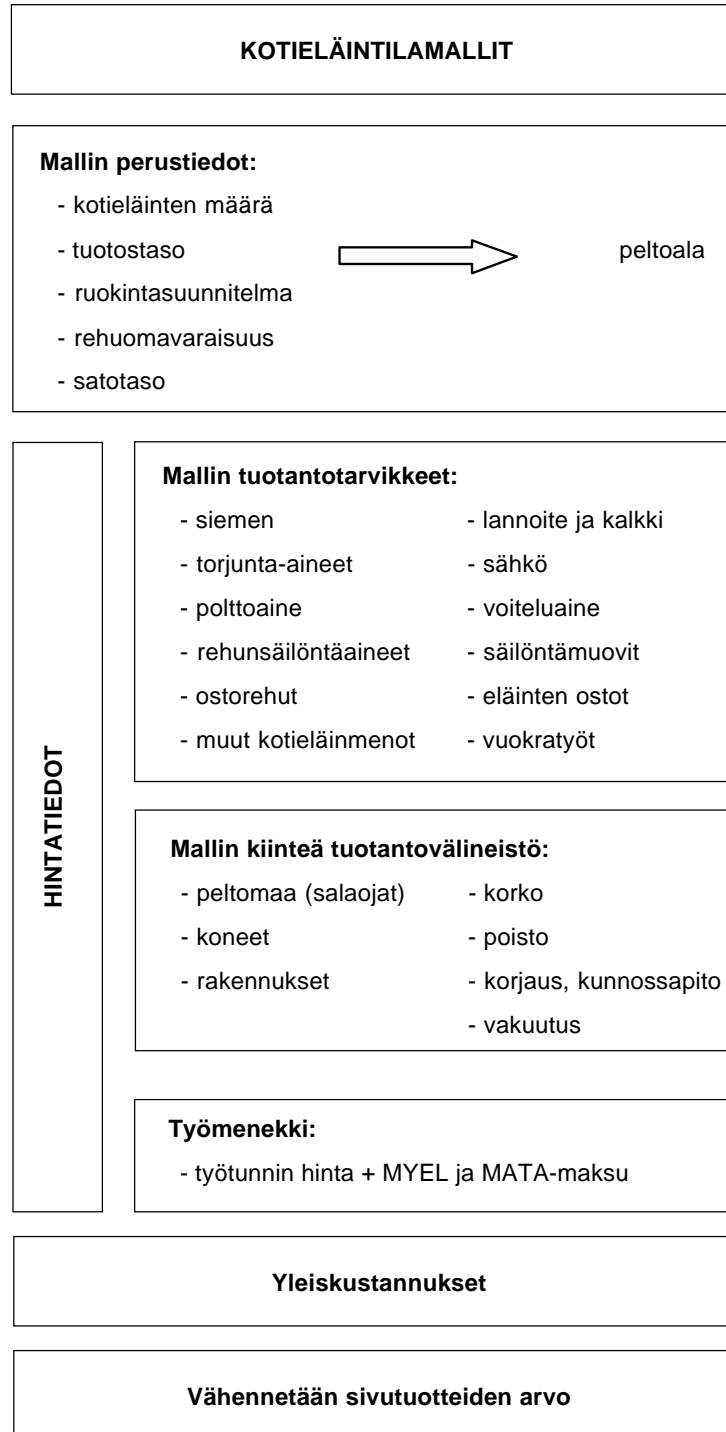
Kuvassa 1 on kuvattu kasvinviljelymallin perusrakenne. Tässä tutkimuksessa mallit ovat vuoden 1995 hinta- ja kustannustasossa. Liitteessä 1 on kasvinviljelymallien yksityiskohtainen kuvaus tuotannonaloittain.



Kuva 1. Kasvinviljelytilamallien perusrakenne.

2.2 Kotieläintilamallit

Kotieläintuotantomallit poikkeavat kasvintuotantomalleista siinä, että niiden koko määräytyy harjoitetun kotieläintuotannon määrän mukaan. Kotieläintuotantomalleissa tilan rehuomavaraisuus on 80 prosenttia, joten 80 prosenttia mallissa olevien kotieläinten tarvitsemasta rehumäärästä tuotetaan tilalla ja loput 20 prosenttia ostetaan tilan ulkopuolelta. Kotieläin-



Kuva 2. Kotieläintilamallien perusrakenne.

mallien kasvintuotanto määräytyy mallin kotieläinlajin tuotostason, ruokintasuunnitelman ja tilastojen perusteella määritettyjen hehtaarisatojen perusteella. Kasvinviljelyssä käytettyjen tuotantopanosten määrät saadaan samalla periaatteella kuin kasvintuotantomalleissakin. Ostolannoitepanosta pienennetään kotieläinten tuottaman lannan ravinnemäärän mukaan. Kotieläinmalleissa päätuotteen tuotantokustannuksesta vähennetään sivutuotteiden arvo. Esimerkiksi maidontuotantomallissa poistolehmien lihan ja tilalta pois myytävien vasikoiden arvo vähennetään maidon tuotantokustannuksesta.

Kuvassa 2 on kuvattu kotieläintilamallien perusrakenne. Liitteessä 2 on kotieläintilamallien yksityiskohtainen kuvaus tuotannonaloittain.

2.3 Mallien tuotto- ja kustannuserien yksityiskohtainen kuvaus

2.3.1 Sato- ja tuotostasot

Tilamallien satotasoa määritettäessä alun perin lähtökohtana ovat olleet vuosien 1994-1995 toteutuneet sadot Etelä-Suomessa. Tuotantokustannusmalleissa näitä satotasoa on korotettu noin 10 prosenttia, koska tilamalleilla on kuvattu keskimääräistä tehokkaampaa tuotantoa mm. satomäärällä mitattuna. Tässä tutkimuksessa tuotteiden satotasot määräytyvät osin tukialuejaon mukaisesti. Kullekin tukialueelle tyypillinen mallinnettu tuotanto on pyritty sijoittamaan siten, että A-, B- ja C1 -tukialueet olisivat viljelyalan suhteessa edustettuna lopullisessa panos-tuotosmallissa.

Taulukko 1. Tilamalleissa käytetyt sato- tuotostasot, tavanomainen tuotanto.

Tuote	Sato- tai tuotostaso
Öljykasvit (A ja B tukialue)	1800 kg/ha
Sokerijuurikas (A ja B tukialue)	33000 kg/ha
Ohra (A ja B tukialue)	4100 kg/ha
Kotieläintila ohra (C1 tukialue)	3300 kg/ha
Kaura (A ja B tukialue)	3900 kg/ha
Kotieläintila kaura (C1 tukialue)	3300 kg/ha
Ruis (A ja B tukialue)	3000 kg/ha
Kevätvehnä (A ja B tukialue)	4200 kg/ha
Maito (C1 tukialue)	7000 kg/lehmä/vuosi
Naudanliha (C1 tukialue)	1000 g/päivä
Sianliha (C1 tukialue)	3 erää/vuosi
Porsastuotanto (C1 tukialue)	22 porsasta/emakko
Kananmunan tuotanto (A tukialue)	21 kg/munintajakso (13 kk)
Peruna (C1 tukialue)	30000 kg/ha
Broilerin tuotanto	1,2 kg/broileri, 7 erää/vuosi

Kotieläinmalleissa tuotostasot on määritetty vuoden 1995 tarkkailutulosten keskimääräisen tuotostason mukaan. Esim. maitomalleissa tuotostaso on 7000 kiloa. Tuotostasot on esitetty taulukossa 1.

2.3.2 Tuotantopanokset

Tilamalleissa maan kasvukunto on oletettu hyväksi, joten panoksina on otettu huomioon ai-noastaan maan kasvukunnon säilyttämiseksi tarvittavat panokset yhtä satovuotta kohti. Mal-leissa käytetyt siemen-, lannoite- ja kasvinsuojeluinemäärät perustuvat yleisiin suosituksiin ja ohjeisiin. Kasvinviljelymalleja laadittaessa apuna on käytetty Maaseutukeskusten Liiton katetuottomenetelmän mukaisia mallilaskelmia (MKL 1995). Tilamallien lannoitteiden käyttö on määritelty siten, että ne täyttävät ympäristötukijärjestelmän perustuen ehdot (MMM 1996). Käytetyt lannoitemäärät on esitetty tilamallien yhteydessä. Jos tilamalli tuot-taa lantaa, sen ravinnepitoisuus on otettu huomioon tarvittavaa lannoitemäärää laskettaessa. Lannalle ei ole kuitenkaan laskettu arvoa, vaan sen arvon on oletettu olevan lannoitusvaiku-tuksen suuruinen. Lannanlevitykseen käytetyn kaluston kustannukset tulevat kuitenkin otet-tua huomioon kone- ja kalustokustannuksessa samoin kuin levityksestä aiheutuva työkustan-nus. Muut tilamallien käyttämät panokset on eritelty tuotantokustannusmalleissa.

2.3.3 Työpanos

Tilamallien yhteydessä on esitetty kunkin viljelmätyypin ihmistyön tarve. Vuokratyön hin-noittelu perustuu hehtaarien tai tonnien mukaiseen hinnoitteluun, eikä se sisälly mallien ih-mistyömenekkilukuihin. Sekä kone- että ihmistyötuntien selvittämisessä on käytetty apuna Työtehosteuran laskemia maatalouden työnmenekkinormeja. Tuotantokustannusmalleissa on oletettu, että viljelijäperheellä on jatkuvasti käytettävissään maataloustöihin 1,5 hengen työ-panos kaikilla muilla tilamalleilla paitsi maito- ja porsastuotannossa, joissa käytetään viljeli-jäperheen työpanoksena kahden hengen työpanosta. Vuotuiseksi työpanokseksi työntekijää kohden lasketaan 1860 tuntia. Palkkatyön tarve on laskettu koko ihmistyötarpeen ja viljelijä-perheen oman työn erotuksena.

2.3.4 Yleiskustannukset

Vaikka tilamallit ovat keskittyneet vain yhden tuotteen tuottamiseen, liittyy tuotantotoimin-taan sellaisia kustannuseriä, jotka eivät kokonaan ole luettavissa kyseisen tuotannon kustan-nuksiksi. Maataloudessa mm. teiden, ojien, aitojen, siltojen ym. rakennus- korjaus- ja kun-nossapitokustannukset, pienkaluston osto, erilaiset kirjanpitomenot, puhelinmenot ja maata-louden osuus yksityisauton käyttömenoista ovat tällaisia kustannuksia. Tuotantokustannus-laskelmissa yleiskustannukseksi luettavan erän suuruus on arvioitu kirjanpitotilojen toteutu-neiden tulosten perusteella.

2.3.5 Maatalousomaisuudesta aiheutuvat kustannukset

Tilamallien maatalousomaisuuteen on luettu kuuluvaksi tuotantoa varten tarvittavat rakennukset, koneet, kalusto, kotieläimet, varastot, salaojitukset ja maatalousmaa. Maatalousomaisuudesta aiheutuvia kustannuksia ovat korko-, poisto- ja kunnossapitokustannukset sekä vakuutusmaksut.

Talusrakennusten jälleenhankinta-arvot perustuvat maaseutuelinkeinolain mukaisiin rakentamisen ohjekustannuksiin (MMM 1997). Rakennusten nykyarvoksi on laskettu puolet jälleenhankinta-arvosta.

Kone- ja kalustokustannus sisältää sellaiset koneet ja laitteet, joita tilamallin tuotannossa tarvitaan ja joita kyseistä tuotetta tuottavilla maataloilla on. Konekapasiteetin mitoituksessa on käytetty apuna Työtehoseuran tutkimuksia (mm. Laine 1993, 1994, 1996). Koneiden ja kaluston jälleenhankinta-arvot on arvioitu käyttämällä apuna mm. Työtehoseuran julkaisemia maatalouskoneiden kustannuslaskelmia (Laaksonen & Järvenpää 1996), maatalouskoneiden myyntitilastoja (MTT 1996) sekä lehdissä julkaistuja tilastoja (Koneviesti 1995-1997). Kone- ja kalusto-omaisuuden nykyarvona tuotantokustannusmalleissa on käytetty puolta jälleenhankinta-arvosta.

Kotieläinten nykyarvo on laskettu teurasarvojen mukaan maito- ja naudanlihatilamalleissa. Sikojen ja kanojen arvo on laskettu puoleksi eläinten hankinta-arvon ja teurasarvon summasta. Teurasarvoja laskettaessa on otettu huomioon teurastuksen yhteydessä maksettavat eläin-kohtaiset siirtymäkauden tuet.

Varasto-omaisuuteen on luettu yleensä vain viljelmällä tuotetut rehuvarastot. Varastojen arvoksi on laskettu puolet niiden tuottamiseen tarvittujen siementen, lannoitteiden, kasvinsuojelu- ja rehunsäilöntäaineiden sekä poltto- ja voiteluaineiden ja kasvinviljelyn vuokratöiden yhteenlasketusta arvosta. Osa ostorehujen arvosta on laskettu myös varasto-omaisuuteen kuuluvaksi.

Tilamallien kaikki pellot on oletettu salaojitetuiksi. Tilamallien salaojituskustannukseksi (jälleenhankinta-arvoksi) on oletettu 9000 mk/ha. Salaojitetun pellon arvona laskelmissa on käytetty 21500 mk/ha.

Poistojen avulla pitkäaikaisten tuotantovälineiden hankkimisesta aiheutuneet kustannukset jaetaan omaisuuseseen käyttövuosille samassa suhteessa kuin sen arvo alenee iän, käytön ja kulumisen johdosta. Poistokustannus tehdään tasapoistona kunkin omaisuusosan jälleenhankinta-arvosta. Talusrakennusten vuotuinen poistokustannus on 4 prosenttia rakennusten jälleenhankinta-arvosta. Salaojitusten vuosipoiston suuruus on 1,7 prosenttia jälleenhankinta-arvosta. Koneiden ja kaluston poistokustannus on arvioitu kullekin koneelle erikseen arvioidun todellisen käyttöiän mukaan. Korjaus- ja kunnossapitokustannuksen suuruus lasketaan prosentteina omaisuuseseen jälleenhankinta-arvosta. Tuotantokustannuslaskelmissa

korjaus- ja kunnossapitokustannus on vaihdellut 1-3 prosenttia jälleenhankinta-arvosta omaisuusesineen laadusta ja vuotuisesta käyttömäärästä riippuen. Vakuutusmaksujen suuruudeksi on arvioitu 0,2 prosenttia rakennusten sekä koneiden ja kaluston jälleenhankinta-arvosta ja kotieläimistön nykyarvosta. Korkokustannus tuotantokustannusmalleissa on laskettu 6 prosentin korkokannan mukaan omaisuusesineen nykyarvosta sekä omalle että vieraille pääomalle.

3 Luomutuotannon tilamallit

Luomutuotannosta ei ole olemassa samanlaista valmista tuotantokustannusten seurantaan tarkoitettua tilamalliaineistoa kuin tavanomaisesta tuotannosta. Maatalouden taloudellisessa tutkimuslaitoksessa on tehty luomukotieläintuotannon säädösten kustannusvaikutusten tarkastelun yhteydessä (Koikkalainen & Haataja 2000) luomukotieläintuotannon malleja maidon-, naudanlihan-, sianlihan- ja kananmunantuotannosta edellä kuvattujen tavanomaisen tuotannon tilamallien pohjalta. Tässä tutkimuksessa näitä malleja kehitettiin edelleen ja mallinnettiin myös viljantuotanto luomutuotettuna. Näin panos-tuotosmallia varten saatiin luomutuotanto mallinnettua tärkeimmissä tuotantosuunnissa. Muiden tuotantosuuntien osalta luomutuotannon merkitys on vielä niin pieni, ettei niiden mallinnusta katsottu tarpeelliseksi panos-tuotosmallin kannalta. Ongelmana luomumallien rakentamisessa oli luotettavan tilastoaineiston puute. Esimerkiksi ensimmäisiä systemaattisia, tavanomaiseen tuotantoon verrattavia, satotilastoja luomutuotannosta on alettu julkaista vasta vuodesta 2000 alkaen (KTTK 2001). Siksi luomutilamallit jouduttiin rakentamaan osin tavanomaisen tuotannon perusteella arvioitujen lukuarvojen pohjalta. Luomutilamallit on kuvattu tuotantoaloittain yksityiskohtaisesti liitteessä 3.

3.1 Sato- ja tuotostasot luomutuotannossa

Luonnonmukaisessa tuotannossa sato- ja tuotostasot jäävät yleensä pienemmiksi kuin tavanomaisessa tuotannossa mm. erilaisesta viljelykiertovaatimuksesta ja pienemmästä panoskäytöstä johtuen. Karkeasti arvioiden luomutuotannon satotasot ovat olleet keskimäärin 35 prosenttia tavanomaista tuotantoa pienemmät, mutta satotaso vaihtelee viljelykasvilajista riippuen. Vuosittaiset satovaihtelut tosin ovat olleet suuria. Kotieläintuotannossa eläinkohtaiset tuotokset ovat olleet noin 15 prosenttia pienemmät tavanomaiseen tuotantoon verrattuna mm. erilaisesta ruokinnasta ja vapaasta liikkumisesta johtuen. Luomutilamalleissa käytetyt sato- ja tuotostasot on esitetty taulukossa 2.

3.2 Muut tuotantopanokset luomutuotannossa

Luomutuotannossa väkilannoitteiden ja synteettisesti valmistettujen torjunta-aineiden käyttö on kielletty. Luomutuotannossa typpilannoitus perustuu ilmakehän typpeä sitovien kasvien viljelyyn. Tärkein typensitojakasvi Suomessa on puna-apila. Luonnonmukaisen viljelyn suu-

Taulukko 2. Sato- ja tuotostasot luomutuotannon tilamalleissa.

Tuote	Sato- tai tuotostaso
Luomuruus (A ja B tukialue)	2000 kg/ha
Luomukevätvehnä (A ja B tukialue)	2900 kg/ha
Luomuohra (A ja B tukialue)	2500 kg/ha
Luomuohra kotieläintila (C1 tukialue)	2300 kg/ha
Luomukaura (A ja B tukialue)	2700 kg/ha
Luomukaura kotieläintila (C1 tukialue)	2500 kg/ha
Luomumaito (C1 tukialue)	6300 kg/lehmä/vuosi
Luomunaudanliha (C1 tukialue)	800 g/päivä
Luomusianliha (C1 tukialue)	2,5 erää/vuosi
Luomuporsas (C1 tukialue)	22 porsasta/emakko
Luomukananmuna (A tukialue)	18,2 kg/munintajakso (13 kk)

rin ero tavanomaiseen tuotantoon verrattuna onkin omavarainen typpihoolto. Kasvintuotantomalleissa typpilannoitus perustuu kokonaan typensitojakasvien käyttöön ja viljelykiertoon, kotieläinmalleissa lannoitukseen käytetään myös tilalla tuotettu lanta. Luomutilan ulkopuolisen lannan käyttö on myös mahdollista luomutuotannossa, mutta tämä vaihtoehto on jätetty tässä yhteydessä käsittelemättä, koska pääosa luomukasvintuotannosta perustuu joko omalla tilalla tuotetun lannan tai viherlannoituksen käyttöön.

Luomuviljan tuotantomalleissa mallien kokonaispinta-alat ovat samansuuruisia kuin tavanomaisen tuotannon malleissakin. Tuotetut viljamäärät ovat pienempiä, koska satotaso on alhaisempi ja osa maatalousmaasta käytetään viherlannoitukseen. Erilaisista vilja-aloista johtuen myös muu panoskäyttö poikkeaa luomuviljatilamallissa tavanomaisesta viljatilamallista. Esimerkiksi työnmenekki luomuviljamallissa on noin sata tuntia pienempi, mikä johtuu mm. viherkesannoinnista ja pienemmän viljamäärän käsittelystä.

Luomukotieläintilamalleissa eläinmäärät tai eläinpaikkamäärät pysyvät samoina kuin tavanomaisen tuotannon tilamalleissa. Koska luomumalleissa satotasot ovat alhaisemmat, mutta rehuomavaraisuus on sama (80 prosenttia) kuin tavanomaisen tuotannon malleissa, kotieläintilamalleissa tarvitaan enemmän viljelypinta-alaa kuin vastaavissa tavanomaisen tuotannon tilamalleissa. Tästä huolimatta luomumalleissa eläinten tuotos tai kasvunopeus ovat pienemmät, mikä vaikuttaa mm. tilan kokonaistyönmenekkiin.

4 Puutarhatuotannon tilamallit

Puutarhatuotannosta laadittiin yhdenmukaiset tilamallit maataloustuotannon kanssa olemassa olevien puutarhatilamallien (Lassheikki 1994, Outa 2000) pohjalta. Tutkimushankkeen tarpeita varten rakennettavat puutarhatilamallit perustuvat MTT Taloustutkimuksen puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamalleihin. Seurantamalleja on kahdessa eri kokoluokassa valkokaalista, kiinankaalista, porkkanasta, sipulista, mansikasta, mustaherukasta, omenasta, taimituotannosta, kasvihuonekurkusta ja tomaatista sekä leikkoruusun viljelystä (Outa 2000, 2000a).

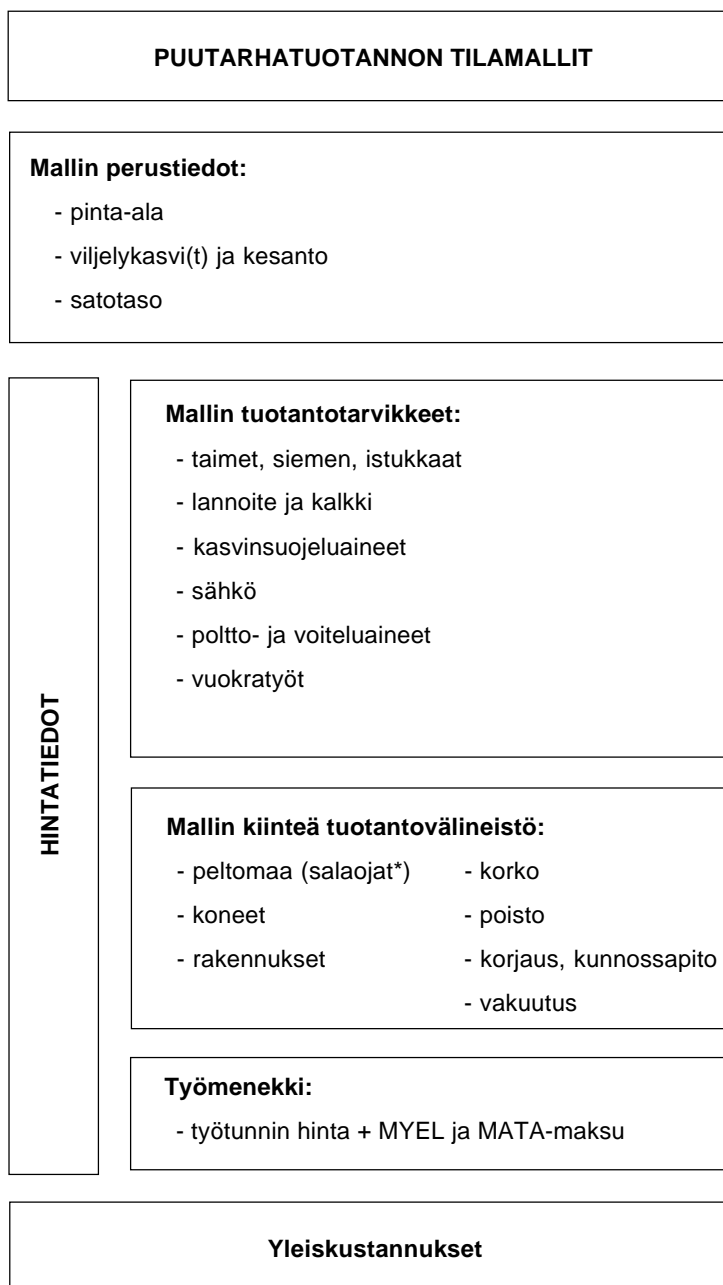
Tilamalliaineisto perustuu hyvin pitkälle keskimääräisiin normilukuihin maa- ja puutarhataloudesta. Tilamallien antamat tulokset tuotantokustannuksista ovat suuntaa-antavia ja esimerkiksi käytetyn satotason muutos vaikuttaa merkittävästi lopputulokseen. Tilamallien avulla pystytään kuitenkin mallintamaan yllättävän hyvin koko maataloustuotanto siten, että se vastaa toteutuneita tilastoituja määriä.

Hankkeessa rakennettiin Puutarhayritysrekisterin seuraaman 40 tuotteen osalta (MMM 2000) yhdessä kokoluokassa 5 eri tilamallia kuvaamaan puutarhatalouden kokonaistuotantoa. Tilamalleilla pyrittiin hankkeen tavoitteiden mukaisesti yhteismitallistamaan ja yhdistämään tärkeimpiä puutarhatalouden tuotantosuuntia ja tuotteita tuotantokustannusten näkökulmasta, ei niinkään selvittämään todellisia tuotantokustannuksia. Tilamallit eivät siten välttämättä kuvaa eri tuotantomallien osalta keskimääräisiä tuotantokustannuksia Suomessa eivätkä ne myöskään kerro todellisia kustannuksia tuotekohtaisesti. Todellisuudessa tuotantotavat, viljelymenetelmät sekä tuotteet vaihtelevat suuresti eri puutarhayritysten välillä, ja tuotantokustannusten erot tilojen välillä voivat olla hyvinkin suuria (Outa 2000a).

Puutarhatuotannon tilamallikokonaisuudessa keskimääräisen tuotantokustannuksen laskentaperusteena käytettiin kyseisten tilamallien sisällä määriteltyjen tuotteiden tuotantokustannuksia painotettuina keskiarvoina siten, että mallit kuvaisivat myös mahdollisimman hyvin eri tuotteiden välisiä tuotannon suhteita. Laskentaperusteet on esitetty yksityiskohtaisesti kappaleessa 4.3 ”Puutarhatuotannon tilamallien tuotantopanokset”.

4.1 Tilamallikuvaukset

Puutarhatilamallien tuotantokustannukset perustuvat julkaistuihin selvityksiin (Outa 2000a) ja MTT Taloustutkimuksen ylläpitämiin puutarhatalouden tuotantokustannusten seurantamalleihin. Lisäksi tiedonlähteenä on käytetty vuoden 1999 puutarhayritysrekisterin tietoja. Jaotteluperusteena on käytetty tuotantosuuntaa: avomaatuotanto on jaettu kolmeen (vihannesviljely, marjan- ja hedelmäntuotanto, taimitarhatuotanto) ja kasvihuonetuotanto kahteen (koristekasvit ja kasvihuonevihannekset) eri tilamalliin. Kuvassa 3 on kuvattu puutarhatuotannon tilamallien perusrakenne. Puutarhatuotannon tilamallikokonaisuus ja tuotantokustannusrakenne viidelle eri tilamallia edustavalle tuotantosuunnalle on esitetty liitteessä 4. Puutarhamallit tehtiin aluksi vuoden 1999 hintatasossa saatavilla olevan yhdenmukaisen aineis-



* ei koske kasvihuonevihannesten ja koristekasvituotannon tilamalleja.

Kuva 3. Puutarhatuotannon tilamallien perusrakenne.

ton pohjalta ja ne päivitettiin panos-tuotosmallia varten vuoden 1995 hintatasoon indeksien avulla. Hintojen muuntamisessa käytetyt indeksit esitellään kappaleessa 4.3.6 ”Päivittäminen vuoden 1995 hintoihin”.

Hankkeessa käytetyt tilamallikokonaisuudet sekä laskentaperusteena käytetyt tuotteet on esitetty taulukossa 3. Laskentaperusteena ovat vuoden 1999 toteutuneet tuotantokustannukset. Taulukossa 4 on esitetty laskentaperusteina käytettyjen puutarhatuotteiden edustavuus puutarhatilamallikokonaisuuden sisältämän 40 eri puutarhatuotteen osalta.

Taulukko 3. Puutarhatuotannon tilamallit ja laskentaperusteena käytetyt tuotteet.

Tilamallin tuotantosuunta	Tuotteet
Vihannesviljelyn tuotanto	valkokaali, kiinankaali, porkkana, sipuli
Marjan- ja hedelmäntuotanto	mansikka, herukka, omena
Taimitarhatuotanto	koristepensaat
Koristekasvituotanto	leikkoruusu
Kasvihuonevihannesten tuotanto	tomaatti, kurkku

Taulukko 4. Puutarhatilamalleissa laskentaperusteina käytettyjen puutarhatuotteiden edustavuus pinta-alan, sadon ja tuotannon arvon suhteen, %.

	Pinta-ala	Sato	Tuotannon arvo
Vihannesviljelyn tilamallin tuotteet	54,7	63,9	59,2
Marjan- ja hedelmäntuotannon tilamallin tuotteet	93,8	97,4	86,2
Taimitarhatuotannon tilamallin tuotteet	100	100	100
Koristekasvituotannon tilamallin tuotteet	-	46,1	33,7
Kasvihuonevihannesten tilamallin tuotteet	66,1	69,0	70,9

Tilamallit kuvaavat koko puutarhataloutta parhaiten marjan- ja hedelmäntuotannon, taimitarhatuotannon ja kasvihuonevihannesten osalta. Vihannesviljelyn tilamallin edustavuutta voidaan pitää tyydyttävänä. Koristekasvituotannossa käytetyn leikkoruusun edustavuus on huono, sillä sen osuus on alle 50 prosenttia kaikista koristekasvituotannon tuotteista. Tämä muodostaa kyseisen tilamallin osalta myös selvän virhelähteen, sillä esimerkiksi tuotannon arvosta koristekasvituotanto (leikkokukat, sipulikukat, ruukkukukat, viherkasvit ja kesäku- kan taimet) kattaa 29 prosenttia.

4.2 Tilamalliaineisto

Puutarhatuotannon laskentaperusteina olevia kustannuseriä on tarkistettu niiltä osin, joissa tarvikemäärät oli ilmoitettu eri suureina. Puutarhamallien laskentaperusteet on yhdenmukaistettu tavanomaisen ja luomutuotannon tilamallien kanssa. Tilamallien kuvaavuutta on tarkennettu ensisijaisesti markkamääräistä tietoa varten. Jotta erityisesti tilamallien fyysimittainen tietopohja panos-tuotomallissa olisi luotettava, olisi jatkossa tietyt tuotantopanokset laskettava sekä määrällisesti että hintana niiltä osin, joista ei aiemmin ole järjestelmällistä tilastointia. Tällaisia tuotantopanoksia ovat esim. kasvihuoneviljelyssä kasteluvesi sekä eri tuotteista yhdistetyt kustannuserät ilmoitettuna joko kappaleina tai kiloina. Näitä yksityiskohtaisia määriä tarvittaisiin erityisesti materiaalivirtatarkastelussa ja ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Koska tilamallit laadittiin vuoden 1999 kustannustason mukaan, hinnat muutettiin vuoden 1995 hintoihin maatalouden tuotantopanosten hintaindeksien, maatalouden tuotantotarvikkeet ja palvelut, maatalouden investointeihin vaikuttavat tarvikkeet ja palvelut, maatalouden palkansaajien ansiotasoindeksin ja energiatuotteiden tukkuhintaindeksin perusteella. Hintaindeksi kertoo hintojen nousun prosentteina. Hintoja verrataan perusvuoteen 1995 (merkintä 1995=100). Puutarhatuotannon tilamallien hintojen laskentaperusteena on käytetty vuoden 1999 tietoja; kun hintaindeksi vuonna 1999 on 111, hinnat ovat nousseet 11 prosenttia vuodesta 1995.

Puutarhatuotannon tilamallikokonaisuudessa on kahden tilamallin, vihannesviljelyn ja marjan- ja hedelmäntuotannon tilamallien, laskentaperusteina olevat tuotteet laskettu kunkin tuotteen osalta tuotannon painotetuilla keskiarvoilla (pka): tuotteen kokonaissatomäärä miljoonina kiloina (x) toimii kertoimena kunkin tuotteen pinta-alatietoa (y) tai kustannuserää (y) vastaan kaavalla $pka = \frac{\sum(xy)}{\sum(x)}$. Vihannesviljelyn osalta laskentaperusteena käytettiin valkokaalia, kiinankaalia, porkkanaa ja sipulia sekä marjan- ja hedelmäntuotannon osalta mansikkaa, herukkaa ja omenaa. Muiden tilamallien osalta (kasvihuone-, koristekasvi- ja taimitarhatuotanto) ei nähty tarpeelliseksi laskea tuotantoa painotetun keskiarvon mukaisesti.

4.3 Puutarhatuotannon tilamallien tuotantopanokset

Tilamallien satotasot on tässä tutkimuksessa määritelty vuoden 1999 toteutuneiden satotasojen mukaan. Toteutuneet satotasot vuonna 1999 valittiin siksi, että myös tilamalleihin tarvittava eri tuotteiden tuotantokustannusaineisto on tältä vuodelta yhdenmukaista. Kuviossa 4 on esitetty puutarhatalouden kokonaissadot, pinta-alat ja tuotannon arvo vuonna 1999. Tilamalliaineiston tuloksia on verrattu vuoden 1995 toteutuneisiin lukuihin siltä osin kuin aineistoa on ollut saatavilla (Lehtimäki 1996). Puutarhatalouden tilamallit on yhdenmukaistettu maataloustuotannon tilamallien kanssa. Tilamalleissa tarvike-, työ- ja yleiskustannusten korkovaatimukset on lisätty kyseisen tarvikkeen tai työn hintaan. Tarvikkeiden osalta kustannuseriä on yhdistetty tilamallien yhteensovittamiseksi. Tilamallien sisällä laskentaperusteina olevien tuotteiden tuotantokustannuserät ovat aina yhdenmukaiset.

Avomaatuotanto

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

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

* Taimitarhatuotanto

Kasvihuone- tuotanto

Tilamalli 1:

* Leikkokukat
 Sipulikukat
 Ruukkukukat
 Viherkasvit
 Kesäkukan taimet

Tilamalli 2:

* Tomaatti
 * Kurkku
 Pehmeä keräsalaatti
 Rapea keräsalaatti
 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
hedelmäntuotannon
tilamalli

Koko Suomen marjan- ja hedelmäntuotanto 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 kasvihuonetuotanto v. 1999:

Koristekasvit:

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

Kasvihuonevihannekset:

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

* laskentaperusteena käytetyt puutarhatuotteet

Kuva 4. Puutarhatalouden tilamallien perusteet ja kokonaistuotantoluvut (kg, ha, milj.mk).

4.3.1 Tarvikkeet

Yleisesti tarvikekustannuksiin on laskettu kuuluvaksi siemenet, taimet, lannoitteet, kalkki, kasvinsuojeluaineet, kauppakunnostustarvikkeet, sähkö, poltto- ja voiteluaineet, konevuokrat, työvaatteet ja myyntituotteiden ostopohjat. Tarvikkeiden käyttömäärät ja yksikkökustannukset pohjautuvat Oudan (2000a) selvitykseen puutarhayritysten tuotantokustannuksista. Kunkin tilamallin osalta on esitetty kyseisen tilamallin tuotannon tarvikkeet, käyttömäärä, yksikköhinta ja kokonaiskustannus. Tilamallien tarvikekustannuserissä on eroja eri mallien välillä. Tarkemmat kustannuserät on esitetty liitteessä 4.

4.3.2 Työpanos

Työkustannukset perustuvat Oudan (2000a) selvitykseen. Tilamalleissa työmenekki jaetaan viljely-, johto-, korjaus- ja kunnossapitotyöhön sekä huoltotöihin. Lisäksi työvaiheiden kohdalla on erikseen arvioitu ihmistyön ja konetyön tarve. Muun kasvinviljelyn työmenekkiä (kauranviljely, kesanto) ei ole otettu huomioon tilamalleissa. Poikkeuksena on marjantuotannon tilamalli, jossa on otettu huomioon kesannon viljelytyömenekki. Vuotuinen työaika on laskettu 1 860 tunniksi ja työkustannus on laskettu vuoden 1999 puutarha-alan säännöllisen työajan keskipalkkojen ja välillisten palkkakustannusten perusteella. Viljelijäperheen palkkavaatimuksessa on käytetty samaa tuntikustannusta kuin palkkatyöntekijälle, mutta palkkatyön ja oman työn kustannukset on laskelmassa esitetty erillisinä. MYEL- ja MATA-maksut on lisätty viljelijäperheen palkkakustannuksiin.

4.3.3 Yleiskustannukset

Yleiskustannuksiin luetaan kirjanpitoimenot, pankki-, ATK- ja puhelinmenot, toimistotarvikkeet, jäsenmaksut, seminaarit ja ammattikirjallisuus, viljavuusanalyysit sekä teiden, ojien yms. korjaus- ja kunnossapitokustannukset (Lassheikki 1994).

4.3.4 Liikepääoman korko

Liikepääomaa ovat tuotantotarvikkeet (siemenet, taimet, lannoitteet, kalkki, kasvinsuojeluaineet), poltto- ja voiteluaineet, sähkö, myyntituotteiden ostopohjat, kauppakunnostustarvikkeet, työvaatteet, ihmistyön arvo sekä yleiskustannukset (Lassheikki 1994). Tilamalleissa on määritetty eri tarvike-erille keskimääräinen aika, jonka ne ovat sidoksissa tuotantoon. Liikepääoman korko muodostuu kertomalla hankintahinta tällä ajalla ja korkoprosentilla. Pääomalle lasketaan korkoa 6 prosentin mukaan kaikissa tuotantosuunnissa ja tilamalleissa.

4.3.5 Omaisuudesta aiheutuneet kustannukset

Maa- ja puutarhataloutta harjoittavalla tilalla käyttöomaisuutta ovat tuotantoon tarvittavat rakennukset, koneet ja kalusto, maatalousmaa sekä sellaiset pidempiaikaiset tuotantovälineet, jotka liittyvät kiinteästi viljelyyn. Omaisuudesta aiheutuvia kustannuksia ovat poisto-

korko-, korjaus- ja kunnossapito- sekä vakuutuskustannukset. Omaisuudesta aiheutuvien kustannusten laskeminen perustuu omaisuusesineiden jälleenhankintahintaan, poistoaikaan ja jäännösarvoon (Outa 2000a). Rakennusten jälleenhankintahinnat perustuvat maaseutuelinkeinolain mukaisesti rakentamisen ohjekustannuksiin. Koneiden ja kaluston jälleenhankintahinnat ovat MTTL:n taloustietokannasta ja kaupoilta, maahantuojilta ja viljelijöiltä. Maan arvo on mallilaskelmissa 21500 mk/ha, joka perustuu kiinteistöjen kauppahintatilastoon vuonna 1998. Poistokustannus lasketaan rakennuksille, koneille ja kalustolle sekä salaojitukselle tasapoistomenetelmällä omaisuusosan jälleenhankinta-arvosta.

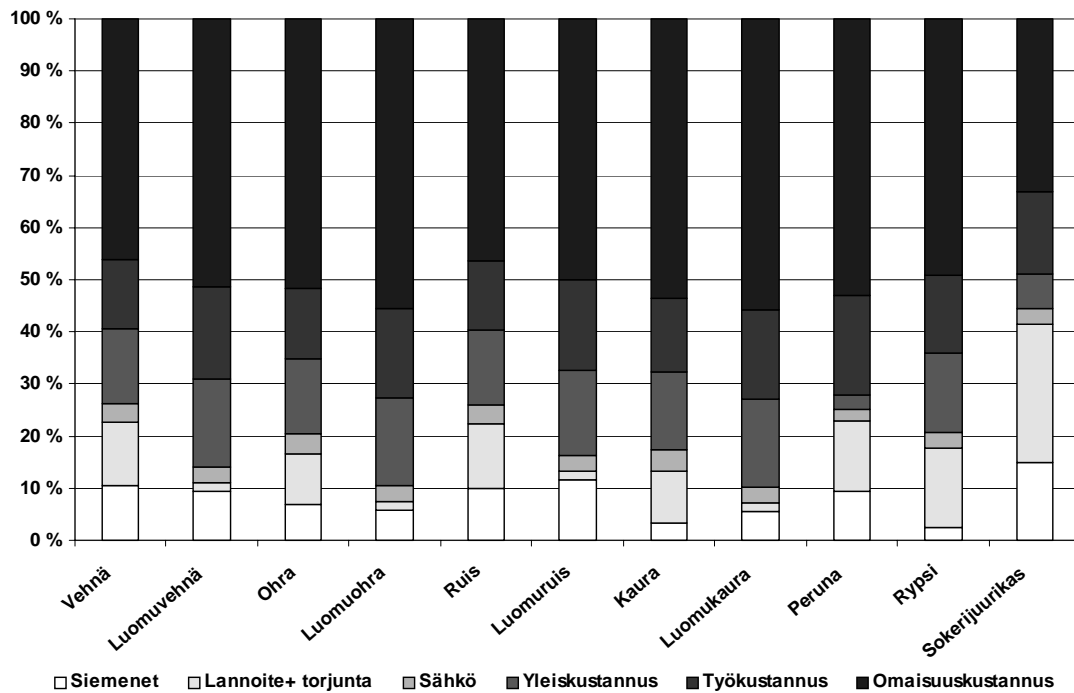
4.3.6 Päivittäminen vuoden 1995 hintoihin

Tilamallien hinnat muutettiin vuoden 1999 hinnoista 1995 hintoihin käyttämällä hyväksi eri indeksejä. Indeksit perustuvat tilastotuihin tietoihin (MMM 2002, Tilastokeskus 2000). Käytetyt indeksit olivat 1) maatalouden tuotantopanosten hintaindeksi (maatalouden tuotantotarvikkeet ja palvelut, maatalouden investointeihin vaikuttavat tarvikkeet ja palvelut (Tilastokeskus 2002), 2) maatalouden palkansaajien ansiotasoindeksi ja 3) energiatuotteiden tukkuhintaindeksi.

5 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Maatalouden perustuotanto kuvattiin tilamalleilla tärkeimmissä tuotantosuunnissa sekä tavanomaisesti että luomutuotettuna. Tavoitteena oli tuottaa sellainen mallikokonaisuus, jolla maatalouden toimialaa, sen panoskäyttöä ja tuotoksia voitiin tarkastella yksityiskohtaisesti koko kansantalouden osana ja tehdä vertailuja eri tuotantotapojen vaikutuksista panoskäyttöön ja tuotoksiin. Perusmaatalouden toimialoista mallinnettiin kasvintuotannosta viljanviljely sekä perunan, sokerijuurikkaan ja öljykasvien viljely ja kotieläintuotannosta maidon, naudanlihan, sianlihan, kananmunan ja broilerin tuotanto sekä porsastuotanto. Nämä tuotteet kattavat yli 95 prosenttia koko maataloustuotannosta. Mm. hevos- ja lammastalous sekä nurmikasvien siemenviljely jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, koska niiden merkitys koko maataloutta ajatellen on hyvin pieni. Rehunurmen tuotanto käsiteltiin maidontuotannon ja naudanlihantuotannon sisäisenä panoksena. Luomutuotettuna mallinnettiin viljan, maidon, naudanlihan, sianlihan ja kananmunantuotanto sekä porsastuotanto. Vuoden 1995 luomutuotannosta suurin osa kuului näihin tuotannonhaaroihin.

Mallinnuksen perustana olleet tuotantokustannusten seurantaan tarkoitetut tuotantokustannusmallit soveltuvat yllättävän hyvin tämällyyppiseen tarkasteluun, kun kansantalouden maataloustoimiala halutaan pilkkoa pienemmiksi tarkasteltaviksi yksiköiksi. Perusmaatalous saatiin mallinnettua loogisesti oikein toimivaksi tämän tutkimuksen tarpeisiin, vaikka kutakin tuotantosuuntaa edustamaan käytettiin vain yhtä tilakokoluokkaa ja yhtä tuotantomenetelmää. Tulosta voitaisiin tarkentaa käyttämällä useampaa eri kokoluokkaa olevia tilamalleja, jolloin eri teknologioilla ja panoskäytöllä toimivat tilatyypit olisivat edustettuina.



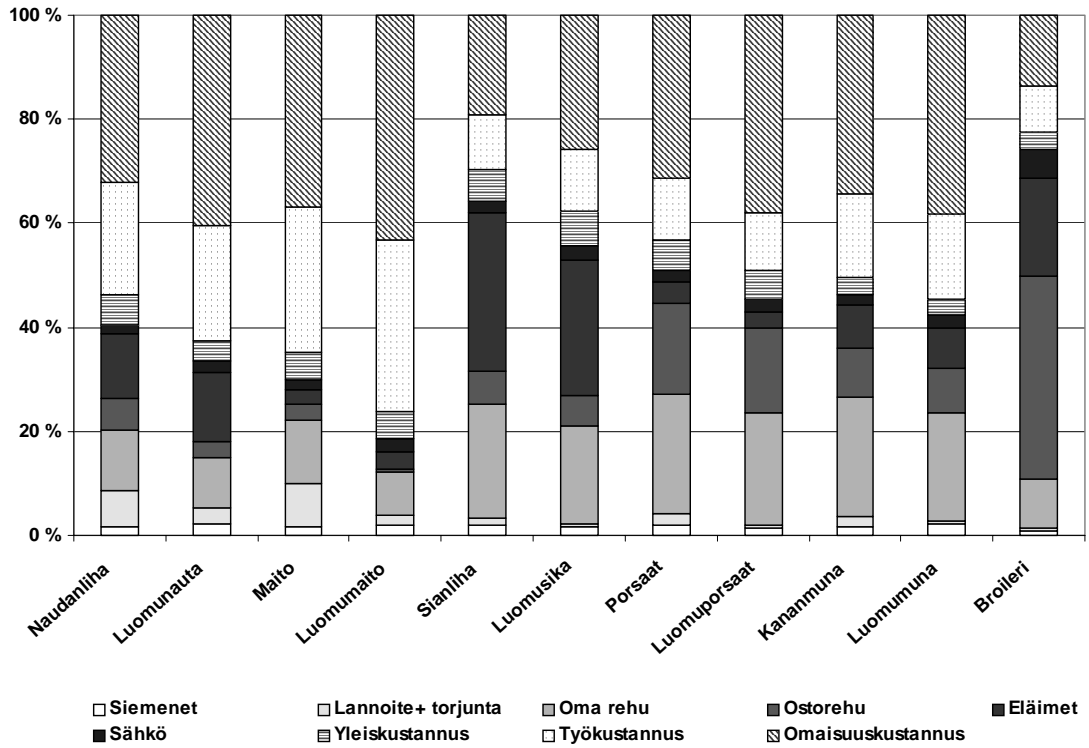
Kuva 5. Kasvinviljelytilamallien tuotantosuuntakohtainen kustannusjakauma.

Kasvinviljelytilamalleissa suurimman kustannuserän muodostavat omaisuuskustannukset eli kiinteästä tuotantovälineistöstä aiheutuvat korko-, poisto- ja kunnossapitokustannukset, jotka työkustannuksen kanssa muodostavat kansantalouden tilinpidossa maatalouden arvonsäätimen. Lannoite ja torjunta-ainekustannukset ovat tavanomaisessa tuotannossa noin 10 prosenttia kaikista tuotantokustannuksista ja luomutuotannossa vain muutamia prosentteja (Kuva 5). Kotieläintilamalleissa omaisuuskustannus on myös suurin yksittäinen kustannuserä, mutta se on suhteellisesti pienempi muihin kustannuseriin verrattuna kuin kasvintuotannossa. Kotieläintuotannossa rehu- ja työkustannus ovat myös merkittäviä kustannuseriä (Kuva 6).

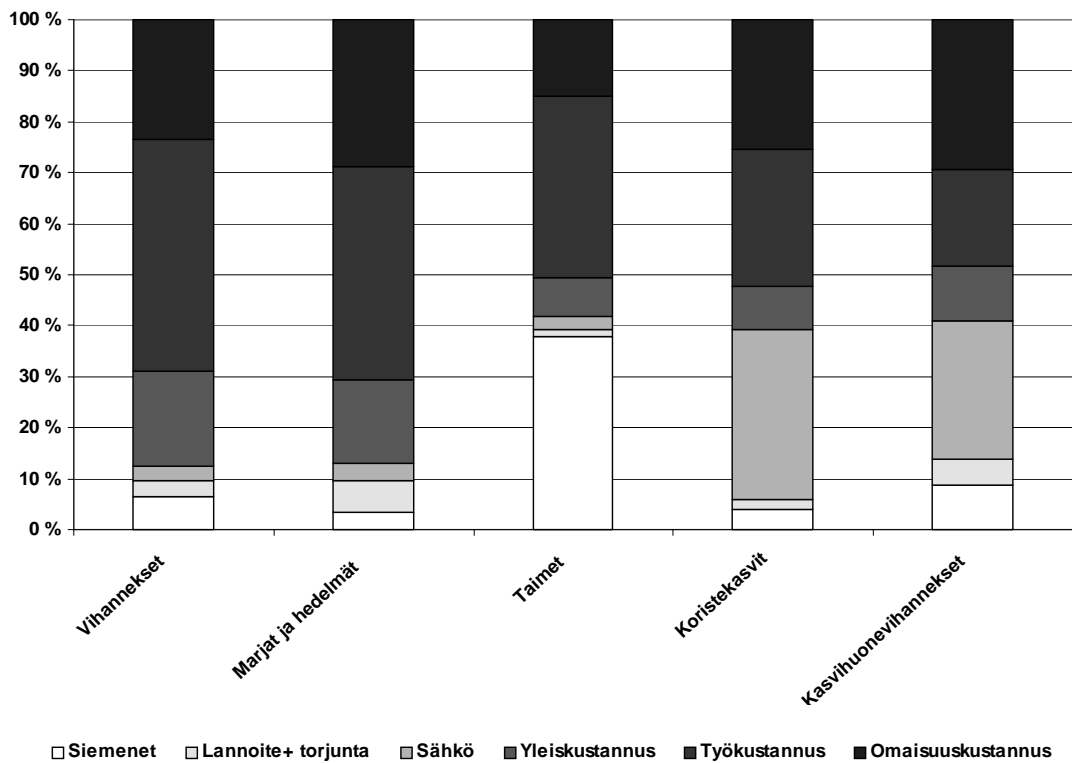
Puutarhataloutta ei ole aikaisemmin kuvattu aggregoidusti kansantalouden panos-tuotosmallin tarpeisiin. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantahistoria ei myöskään ole yhtä pitkä kuin mitä se on perusmaatalouden osalta (Katila & Knaapinen 1997).

Puutarhatuotannosta koottu tilamalli kuvastaa puutarhataloutta kokonaisuudessaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada edustavat mallit, jotka kattavat koko puutarhatalouden. Siten maatalouden materiaaliavirtojen laskentamalliin rakennettiin yhdistettyjä tilamalleja puutarhatuotannosta. Vaikka tilamallit esitetään eri tuotteiden yhdistettyinä malleina, jokaiseen malliin sisältyvät tuotteet on käsitelty erillisinä. Yhdistettyyn malliin tuotteiden tuotantopainotukset on määritetty painotetun keskiarvon mukaisesti kokonaissatomäärän perusteella.

Puutarhatilamallien kustannusjakauma on esitetty kuvassa 7. Vihannesten sekä marjojen ja hedelmien tuotantokustannusrakenne on melko samantapainen, mutta koristekasvi-, kasvi-



Kuva 6. Kotieläintilamallien tuotantosuuntaakohtainen kustannusjakauma.



Kuva 7. Puutarhatilamallien kustannusjakauma.

huonevihannes- ja taimitarhatuotanto poikkeavat sekä näistä että toisistaan selkeästi. On kuitenkin muistettava, että puutarhataloudesta tuotettu tilamallikonaisuus ei pyri kuvaamaan keskiarvotilaa kustannuksiltaan tai tuotteiltaan. Tilamallien lähtökohtana oli yhdistää 40 eri puutarhatuotetta viideksi tilamalliksi siten, että tällä hetkellä seurannassa olevat tuotteet toimivat laskentaperusteina. Tämä aiheuttaa myös puutarhatuotannon tilamalleissa virhelähteen, sillä tilamallit eivät edusta 100-prosenttisesti puutarhatuotteita. Maa- ja puutarhatalouden tilamallien avulla on alun perin haluttu selvittää eri tuotteiden kustannusjakaumia ja yritysköön vaikutuksia tähän jakaumaan. MTT Taloustutkimuksen tekemän kustannusseurannan pohjalta myös puutarhatuotannosta voidaan tarvittaessa rakentaa eri kokoluokkaa edustavia tilakokonaisuuksia esim. skaalatuottojen havainnollistamiseksi.

Kirjallisuus

- Ala-Mantila, O. & Riepponen, L. 1998. Maatalouden tuotantokustannukset Suomessa. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 222. Helsinki: MTTL. 121 s.
- Katila, J. & Knaapinen, P. Puutarhatalouden kirjanpitojärjestelmä. Julkaisussa: Ajankohtaista puutarhaekonomiaa. 1997. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen selvityksiä 1/1997. Helsinki: MTTL. 67 s.
- Koikkalainen, K. & Haataja, K. 2000. Luomukotieläintuotteiden tuotantokustannukset. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen selvityksiä 8/2000. Helsinki: MTTL. 59 s.
- Koneviesti 1995-1997. Eri koneiden ryhmäesittelyt vuosien 1995-1997 numeroissa.
- KTTK 2001. Luonnonmukainen maatalous 2000. Tilastoja. KTTK:n julkaisuja B 2 Luomutuotanto 3/2001. 49 s.
- Laaksonen, K. & Järvenpää, M. 1996. Maatalouskoneiden kustannuslaskenta ja konetöiden hinnoittelu. Työtehoseuran maataloustiedote 468. 6 s.
- Laine, A. 1993. Tuotantotekniikka eurokuntoon. Työtehoseuran maataloustiedote 425. 4 s.
- Laine, A. 1994. Kustannusten alentaminen tuotantoteknisin keinoin. Työtehoseuran maataloustiedote 446. 4 s.
- Laine, A. 1996. Konekapasiteetin mitoitus ja konekustannukset viljan ja nurmirehun tuotannossa. Työtehoseuran julkaisuja 349. 80 s.
- Lassheikki, K. 1994. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Puutarhaliiton julkaisuja nro 278.
- Lehtimäki, S. 1996. Puutarhatuotannon sopeutumiskehityksen perusteita 1995-96. Puutarhaliiton julkaisuja nro 289. 79 s.
- MKL 1995. Mallilaskelmat 1995. Mallilaskelmia kasvintuotannosta ja kotieläintaloudesta. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. 112 s.
- MMM 1996. Perustuki maataloilille. Maatalouden ympäristötuki. Maa- ja metsätalousministeriö. 21 s.
- MMM 1997. Rakennuskustannukset. MRO E2. Maa- ja metsätalousministeriö, maaseutu- ja luonnonvaraosasto.

- MMM 2000. Puutarhayritysrekisteri 1999. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Helsinki. 112 s.
- MMM 2002. Maatilatilastollinen vuosikirja 2001. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Helsinki.
- MMM 2002. Maatilatilastollinen vuosikirja 2001. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Helsinki. 262 s.
- MTT 1996. Maatalouskonemyynti 1995. Maatalousteknologian tutkimuslaitos VAKOLA, lehdistötiedote 18.3.1996.
- Outa, P. 2000. Kasvihuoneessa tuotetun leikkoruusun tuotantokustannus. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia selvityksiä 10/2000. Helsinki: MTTL. 43 s.
- Outa, P. 2000a. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia selvityksiä 11/2000. Helsinki: MTTL. 99 s.
- Tilastokeskus 2000. Suomen tilastollinen vuosikirja 1999. Hämeenlinna: Tilastokeskus, SVT.
- Tilastokeskus 2002. Maatalouden tuotantopanosten hintaindeksi 1995 = 100. Päivitetty: 24.6.2002. Viitattu: 10.8.2002. Saatavilla internetistä: http://www.stat.fi/tk/hp/kui_maatal_input.pdf.

Osa II
Biologinen aineenvaihdunta ja
elintarviketalouden ainevirrat
Suomessa 1995

Ilmo Mäenpää ja Pekka Vanhala

1 Johdanto

Talouden ainevirtatilinpito (engl. material flow accounting, MFA) on kehkeytnyt 90-luvulta lähtien talouden ympäristövaikutuksia yhdistäväksi kuvausjärjestelmäksi. Kansainvälisesti on päästy melkoiseen yhteisymmärrykseen käytettävistä käsitteistä, luokituksista ja mitaustavoista (CEC 2001, SEEA 2002).

Ainevirtatilinpidossa on kuitenkin vielä useita vaikeita osa-alueita, joissa laskentamenetelmät ja -tavat eivät ole vielä kehittyneet lopulliseen muotoonsa. Yksi ongelma-alue on elintarvikkeiden ainevirtoihin liittyvä biologinen aineenvaihdunta eli metabolia: kasvien yhteytys sekä kotieläinten ja ihmisen ravintoaineiden palamiseen liittyvä hengitys. Yhteytys ja hengitys muuttavat aineen olomuodon keskinäisiä suhteita merkittävästi, ja siten ilman niiden järjestelmällistä sisällyttämistä ainevirtoihin ainetaseita ei saada umpeen. Elintarvikkeiden alkutuotantoon, kasvinviljelyyn, liittyy myös mielenkiintoinen kysymys siitä, missä kulkee raja talouden ja luonnon välillä: ovatko viljelykasvien kasvu ja peltomaa osa luontoa vai osa taloutta?

Vaikka tässä tutkimuksessa sovellettu lähestymistapa on monelle varmaan uusi, se perustuu pitkään tietämysperinteeseen. On jännittävää havaita, että modernin kemian isä, Antoine Lavoisier (k. 1794), joka muotoili ainevirtatilinpidon perusaksiomin, aineen häviämättömyyden lain, havaitsi myös ensimmäisenä, että eläinten - ja siten myös ihmisten - aineenvaihdunnassa on oleellista ravintoaineiden palamisen tuloksena tuotettu energia. Lavoisier kehitti myös useita kokeellisia menetelmiä eläinten aineenvaihdunnan määräsuhteiden mittaamiseksi.

Tutkimuksen teoriaperustan opiskeluun olen käyttänyt lähinnä kahta eläinten ravitsemustutkimuksen klassista perusteosta, Maynard ym:n *Animal Nutrition* (Maynard ym. 1979, 7:s painos) sekä erityisesti Max Kleiberin mainiota kirjaa *Fire of Life* (Kleiber 1987), josta paljolti avautuivat tässä työssä sovelletut aineenvaihdunnan peruskemian laskentamenetelmät. Hyvä johdatus aineenvaihdunnan periaatteisiin nojautuvaan maatalouden ainetaseen muodostamiseen löytyy myös Robert ja Leslie Ayresin kirjasta *Accounting for Resources 1* (Ayres & Ayres 1998).

Julkaisun rakenne on seuraava:

Luvussa 2 luodaan katsaus talouden ainevirtatilinpidon nykyiseen kehitysvaiheeseen sekä peruskäsitteisiin. Luvussa hahmotetaan myös, miten biologisen aineenvaihdunnan kolme osasysteemiä - kasvinviljely, kotieläintalous, ihminen - rajautuvat talous-luonto systeemissä.

Luvussa 3 rakennetaan ravintoaineiden kemialliseen koostumukseen perustuvat täsmälliset kvantitatiiviset yhtälöt ravintoaineiden yhteytyksen ja palamisen ainetaseiden laskemiseksi. Samassa yhteydessä käsitellään myös ravintoaineiden energiasisältöä ja siihen liittyviä käsitteitä.

Luvussa 4 rakennetaan kasvinviljelyn ainetaseet Suomen vuoden 1995 kasvisadolle. Kun kasvien ainetaseeseen lisätään viljelymaahan lisätyt panokset, lannoitteet, lanta, maanparannusaineet, ja vähennetään korjatun sadon lisäksi muut poistuvat virrat, saadaan viljelymaan ainetase.

Kotieläintalouden ainetaseet eläinlajeittain muodostetaan luvussa 5 ja Suomen väestön aineenvaihdunnan tase luvussa 6.

Luvussa 7 rakennetaan ainetase Suomen koko elintarviketaloudelle. Aluksi muodostetaan taseet biologisen aineenvaihdunnan ulkopuolelle jääville osasysteemeille, kalataloudelle, luontaistuotannolle ja elintarviketeollisuudelle. Myös ulkomaankauppa lisätään tuotevirtoihin. Lopuksi kaikki elintarviketalouden ainevirrat yhdistetään fyysiseksi panos-tuotostauluksi, joka kuvaa aineiden virrat luonnosta talouteen ja takaisin luontoon.

Tutkimuksessa kuljetaan kolmen tietämystason läpi: atomeista eläviin eliöihin ja siitä edelleen kansantalouden tasolle. Tieteenfilosofisesti katsoen lähestymistapa näyttäisi sangen atomistiselta. Kuitenkin aivan aluksi on asetettu ainevirtatilanpidon kokonaistaloudellinen kehikko, joka ohjaa tutkimuksen kulkua. Siten tutkimus noudattaa holistista suunnitelmaa.

2 Ainevirtatilanpito

2.1 Kokonaistalouden ainevirtatilanpito

Ainevirtatilanpidolla (engl. material flow accounting, MFA) tarkoitetaan tilastotiedon muodostusta talouteen sisään tulevista ja taloudesta ulosmenevistä ainevirroista. Kuvauskohteena on yleensä kansantalous, mutta kohteena voi olla myös talouden sektori tai aluetaso. Tilinpito voi kohdistua vain sisään tulevien tai ulosmenevien kokonaisvirtojen aggregatiiviseen kuvaukseen, tai se voi rakentua eri ainelajien yksityiskohtaisemmista prosessointikuvauksista myös talouden sisällä.

Ainetaseesta (material balance) voidaan puhua silloin, kun tilinpito muodostaa kattavan kokonaiskuvauksen systeemiin sisään menevistä, sieltä ulostulevista sekä systeemin sisään varastoituvista ainevirroista.

Ainevirtatilanpidon metodologinen pohja sellaisessa muodossa kuin sitä nykyisin on laajasti käytetty, kehitettiin 90-luvun alussa Wuppertal-instituutissa Saksassa (ks. Bringezu 1993).

Laajan huomion lähestymistapa sai, kun World Resources Institute julkaisi neljän maan, Alankomaiden, Japanin, Saksan ja Yhdysvaltojen aineen kokonaiskäytön aikasarjat 1975-96 maiden yhteisprojektin tuloksena (Adriaanse ym. 1997). Myöhemmin Itävalta tuli mukaan ja yhteistyötä jatkettiin myös taloudesta luontoon päätyvien aineiden aikasarjojen osalta (Matthews ym. 2000), jolloin talouden ainevirtataseet saatiin umpeen. Useissa muissakin maissa

on herännyt kiinnostus materiaalivirtatilinpitoon. Australiassa, Italiassa, Puolassa ja Ruotsissa on tehty materiaalikäytön aikasarjat erilaisilla perusteellisuusasteilla. Kehitysmaista mm. Egyptissä ja Kiinassa materiaalivirtatilinpidon kokoaminen on jo melko pitkällä.

Suomessa perusteelliset ainekäytön aikasarjat on koottu ECOEF-hankkeessa (Mäenpää ym. 2000, Mäenpää ym. 2000a).

Toistaiseksi ainevirtatilinpito on ollut luonteeltaan epävirallista siinä mielessä, että ne eivät ole olleet julkisten kansallisten tai kansainvälisten tilasto-organisaatioiden julkaisemia virallisia tilastoja. Eroja on myös joidenkin ainevirtaerien mittaustavoissa. Tässäkin tilanne on muuttumassa: Euroopan komissio on julkaissut ainevirtatilinpidon käsikirjan (CEC 2001), jossa suositellaan tilinpidon käyttöönottoa EU:n kansallisissa tilastovirastoissa ja kehitetään yhteistä käsite- ja laskentakehikkoa.

Toinen ainevirtatilinpidon kansainvälisesti yhtenäiseen käyttöön tähtäävä työ on YK:n Ympäristön ja talouden integroidun tilinpitajärjestelmän (UN 1993) uudistustyö. Toteutuksesta vastaa usean maan tilastolaitosten edustajien muodostama ns. London Group, jonka tuottama käsikirjoitus, ns. SEEA 2000 (System of Integrated Economic and Environmental Accounting) (SEEA 2002) on asetettu julkisesti kommentoitavaksi internetiin. Uudistetussa laitoksessa ainevirtatilinpitoa käsitellään saa vuoden 1993 versioon verrattuna huomattavasti laajemmin ja systemaattisemmin.

Seikkaperäisin ja systemaattisin materiaalivirtatilinpito saavutetaan fyysisissä panos-tuotostauluissa (PIOT = Physical Input-Output Tables). Tauluissa kuvautuu aineen virta talouden läpi: luonnonvarojen käyttöönotto toimialoittain, niiden käsittely toimialojen jalostusketjussa ja edelleen niiden päätyminen luontoon toimialoittain ja loppukäytön ryhmittäin. Fyysisiä panostuotostauluja on toistaiseksi tehty vain kahdessa maassa, Saksassa vuodelta 1990 (Stahmer ym. 1998) ja Tanskassa samoin vuodelta 1990 (Pedersen 1999). Myös Suomessa on aloitettu fyysisten panos-tuotostaulujen teko vuodelta 1995 (Mäenpää & Muukkonen 2001) FINPIOT-hankkeessa, jonka osana tämäkin työ on. Lisäksi SEEA 2000 sisältää melko seikkaperäisen esityksen panos-tuotoskehikon mukaisesta ainevirtatilinpidosta yhdenmukaisena ns. uudistetun kansantalouden tilinpidon (Commission of the European Communities ym. 1993, European commission 1996) rakenteiden kanssa.

2.2 Ainevirtatilinpidon käsitteet

Ainevirtatilinpidon käsitteitä kuvataan seuraavassa MFA Guiden (CEC 2001) pohjalta. Koska SEEA 2000 poikkeaa eräissä tärkeissä laskentaperiaatteissa Guidesta, käsitellään lopuksi näitä eroja.

Ainevirtatilinpidon lähtökohtana on aineen ja energian häviämättömyyden laki: mikään fyysinen prosessi ei voi luoda eikä hävittää ainetta tai energiaa, vaan ainoastaan muuttaa sitä muodosta toiseen. Suhteellisuusteorian mukaan aine voi muuttua energiaksi ja päinvastoin,

mutta teknosfäärissä sitä tapahtuu vain niin vähäisessä määrin, että se on yleensä mittaus-tarkkuuden alapuolella; ydinvoimalaitoksessakin ydinpolttoaineen massasta vain noin 0,003 prosenttia muuttuu energiaksi. Siten käytännön mittaustasolla aineen ja energian häviämättömyys voidaan yksinkertaistaa aineen häviämättömyyden periaatteeksi.

Aineen häviämättömyys koskee aineen massaa, joka painovoimakentässä ilmenee aineellisen kappaleen painona. Siten ainevirtatilinpidoissa kaikki ainevirrat on muunnettava massa- eli painoyksiköiksi, kiloiksi tai tonneiksi.

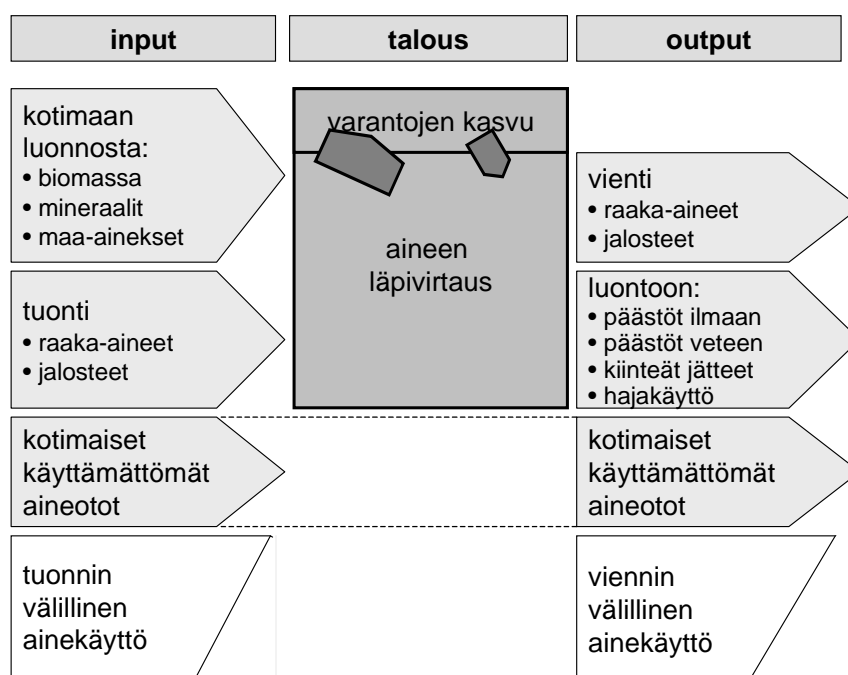
Aineen häviämättömyyden periaatteesta saadaan seuraava ainevirtatilinpidon peruslause eli ainetaseen periaate:

$$\text{Systeemiin sisään tulevan aineen määrä} = \text{systemistä ulos tulevan aineen määrä} + \text{systemin sisään varastoituvan aineen määrä.}$$

Talouden ainevirtojen kuvaukseen vietyinä tämä periaate on havainnollistettu kuvassa 1.

Panoksina talouteen ulkopuolelta tulevat ainevirrat muodostuvat kahdesta pääerästä: *kotimaan luonnosta otettavista aineksista* ja *tuontitavaroista*. Yhdessä näitä kutsutaan *suoriksi aineellisiksi panoksiksi (direct material input, DMI)*.

Lisäksi kotimaisten luonnonainesten käyttöönoton yhteydessä muunnetaan ja siirretään luonnonaineita, joita kuitenkin ei oteta käyttöön. Näitä ovat esimerkiksi puunkorjuussa metsään jäävät hakkutähteet, kaivannaistoiminnan sivukivi ja rakennustoiminnassa kaivantojen ylijäämämaa. Koska myös nämä ovat ihmisen vaikutusta luontoon, ne sisällytetään



Kuva 1. Kokonaistalouden ainetase (mukailtu lähteestä: CEC 2001, s. 16).

luonnonainesten kokonaiskäyttöön, vaikka ne eivät menekään talouden sisälle. Yhteisesti niitä kutsutaan *käyttämättömiksi kotimaisiksi aineotoiksi (unused domestic extraction)*.

Tuonnin suora panos sisältää sen ainemäärän, joka tulee kotimaan rajan yli. Sen palauttamiseksi luonnonaineiksi on lisättävä kaksi tekijää. Jalostettuihin tuontitavaroihin on lisättävä niiden jalostuksessa ulkomailla käytetyt, mutta itse tavarain massaansa sisältymättömät suorat panokset. Toiseksi on lisättävä tuotteiden edellyttämään luonnonainesten käyttöönottoon liittyvät käyttämättömät luonnonaineet. Yhdessä näitä ulkomaille jääviä lisiä kutsutaan *tuonnin epäsuoriksi ainekäyttöiksi (indirect flows associated to imports)*.

Kotimaisia käyttämättömiä aineottoja ja tuonnin välillistä ainekäyttöä on kutsuttu yhdessä myös piilovirroiksi (esim. Adriaanse ym. 1997, Mäenpää ym. 2000). Piilovirta-termi juontuu siitä, että ne ovat tekijöitä, jotka eivät näy taloudellisissa kustannuslaskelmissa. MFA Guide:ssa ne on kuitenkin haluttu pitää käsitteellisesti erillään, koska niiden sisältö poikkeaa toisistaan: tuonnin välillinen ainekäyttö sisältää käyttämättömien aineottojen lisäksi myös mm. tuotteiden valmistuksessa kuluvat polttoaineet ja prosessijätteet.

Taloudesta ulostulevista aineksista ensimmäisen pääryhmän muodostavat *tuotosjäämät kotimaan luontoon (domestic processed output to nature, DPO)*. Tuotosjäämät muodostuvat edelleen kahdesta ryhmästä: *päästöt ja jätteet* (päästöt ilmaan, päästöt veteen, kaatopaikkajäte) sekä *tuotteiden hajakäyttö ja -menetykset luontoon (dissipative use and losses to nature)*. Tuotteiden hajakäyttö luontoon sisältää luontoon tarkoituksella sijoitetut ainekset, kuten keinolannoitteet ja karjanlanta, kylvösiemenet, maanteiden hiekoitushiekka ja suola. Tuotteiden menetykset luontoon sisältää luontoon hajalleen leviävät kulumisjäämät kuten autonrenkaiden ja maantiepäällysten kulumisen sekä rakennusten rapautuminen.

Panospuolella esiintyvät käyttämättömät kotimaiset luonnonainekset siirtyvät sellaisinaan myös tuotospuolelle. Kun panospuolella kyseessä on käyttämättä jäävä luonnon pilkkominen ja louhiminen, niin tuotospuolella kyse on näiden jäämien läjittämisestä.

Viennin (exports) sisältämä ainemäärä poistuu kotimaan taloudesta päätymättä kotimaan luontoon.

Osa talouteen tulevasta ainemäärästä jää talouden sisään *varannoiksi (stocks)*. Varantoja ovat tuotannollinen pääomakanta (rakennukset, koneet ja laitteet sekä kuljetusvälineet), kestokulutustavarat (henkilöautot, kodinkoneet) sekä tilapäisemmät tuotevarastot. Samanaikaisesti vanhojen varantojen purkamisen ainemäärä palautuu talouden ainevirtaan. Nettomääräisesti ainevirrasta varantoihin sitoutuva määrä saadaan varantoihin menevän ja niistä purkautuvan ainemäärän erotuksena, eli *varantojen (netto)lisäyksenä (net additions to stocks, NAS)*.

Kotimaan vienti on ulkomaille tuontia. Kun halutaan analysoida luonnonainesten käytön vaihtoa kotimaan ja ulkomaiden kesken, on viennin välittömään ainemäärään lisättävä vien-

tituotteiden tuottamiseen välillisesti käytetyt luonnonainekset samalla tavoin kuin panospuolella tuontiin lisättiin välillinen luonnonainesten käyttö ulkomailla. Samalla voidaan arvioida, kuinka paljon talouden luonnonaineiden kokonaiskäytöstä on tarvittu tuotteiden kotimaiseen loppukäyttöön ja kuinka paljon on mennyt vientituotteiden tuottamiseen.

Aineen häviämättömyyden lain nojalla eräät kokonaistaseyhtälöt ovat voimassa, joiden mukaisesti myös kuva 1 on mitoitettu. Ensinnäkin, panospuolella:

$$\begin{aligned} & \text{kotimaan luonnosta otetut} + \text{tuonnin suorat panokset} \\ & = \text{talouden läpivirtaava ainemäärä} + \text{varantojen nettolisäys.} \end{aligned}$$

Toiseksi talouden tuotospuolella:

$$\text{kotimaan luontoon päätyvä ainemäärä} = \text{löpivirtaava ainemäärä} - \text{vientä.}$$

Ollakseen täsmälleen voimassa nämä taseyhtälöt edellyttävät eräiden täydentävien ainevirtojen lisäämistä laskelmaan.

Erityisesti biomassa sisältää tuoreena talouteen otettaessa runsaasti, 30 - 70 prosenttia, vettä, josta suurin osa kuivataan tai kuivuu käsittelyn eri vaiheissa pois. Tämä veden haihdunta on otettava lukuun tuotospuolella. Toisaalta eräisiin tuotteisiin, kuten erilaiset juomat, lisätään valmistusvaiheessa vettä, joka on otettava panospuolella huomioon erillisenä tuotteisiin sitoutuvana vedenkäyttönä.

Ilman happi ja typpi sitoutuvat myös useissa prosesseissa tuotospuolella oleviin tuotteisiin. Erityisesti polttoaineiden poltossa ilman happi reagoi polttoaineen hiilen kanssa tuottaen ilmapäästöksi hiilidioksidia. Lisäksi happi palaa polttoaineen vedyn kanssa vedeksi, joka polttoaineen sisältämän kosteuden lisäksi muodostaa vesihöyryä. Myös kemian teollisuus ottaa ilmasta happea ja typpeä useisiin tuotteisiin.

Taulukossa 1 talouden ainevirrat on esitetty tasemuodossa. Siihen on lisätty myös ilma ja vesi tasapainotuserinä.

SEEA 2000 luonnoksessa on omistettu laaja 59-sivuinen luku ainevirtatilinpidolle. Yhtenä keskeisenä kohtana on ainevirtatilinpidon rajauksien täsmentäminen niin, että tilinpito vastaisi kansantalouden tilinpidon (SNA) rajauksia. Myös MFA Guidessa käsitellään tätä kysymystä, mutta itse asiassa SEEA 2000:n pohjalta, joten seuraava perustuu vain SEEA 2000:n esitykseen.

Talouden ja ympäristön raja on yksinkertainen: talouden piiriin kuuluu kaikki, mikä sisältyy kansantalouden tilinpitoon, eli sisällöllisesti ihmisen kontrolloima tuotanto- ja kulutus eri vaiheineen. Kaikki muut ilmiöt kuuluvat ympäristön piiriin.

Taulukko 1. Talouden ainevirtojen kokonaistase johdettuine luonnonvarojen käytön indikaattoreineen (CEC 2001, s. 25).

PANOS (alkuperä)	TUOTOS (määränpää)
Kotimainen luonnonvarojen käyttöönotto Biomassa (kasvit, puu, luonnoneläimet,...) Mineraalit (malmit, kalkki,...) Maa-ainekset (sora, murske, hiekka,...) <i>Tuotoksiin sitoutuva ilman happi ja typpi</i> <i>Tuotoksiin sitoutuva vesi</i>	Päästöt ja jätteet Päästöt ilmaan Päästöt veteen Kaatopaikkajäte <i>Vesihöyry</i> Tuotteiden hajakäyttö ja -tappiot luontoon (Lannoitteet, lanta, siemenet, tiesuola,...)
Tuonti	
DMI – suorat aineelliset panokset	DPO – tuotosjäämät kotimaan luontoon
Käyttämätön kotimainen luonnonaines Biomassan korjuusta Mineraalien kaivusta Maansiirroista	Käyttämättömän kotimaisen luonnonaineksen jätö Biomassan korjuusta Mineraalien kaivusta Maansiirroista
TMI – aineellinen kokonaispanos	TDO – kotimainen kokonaistuotos luontoon
Tuonnin välilliset luonnonainepanokset	Vienti
TMR – luonnonainesten kokonaiskäyttö	TMO – aineellinen kokonaistuotos
	Varantojen nettolisäys Infrastruktuuri ja rakennukset Muut (koneet, kestokulutustavarat, ym.)
	Viennin välilliset luonnonainepanokset

Rajaus on kuitenkin hankala erityisesti maa- ja metsätaloudessa. Toisaalta SNA:ssa kasvinviljely, kotieläintalous ja metsätalous kuuluvat kokonaisuudessaan talouden piiriin, mutta toisaalta erityisesti kasvien ja puiden kasvuun vaikuttavat tekijät ovat ihmisen kontrollissa vain hyvin vähäisessä määrin. SEEA 2000:ssa suositellaan kuitenkin, että kasvien ja puiden aineenvaihdunta kokonaisuudessaan sisällytetään talouden piiriin. Sen sijaan MFA Guidessa on päädytty siihen, että itse viljelykasvien ja puiden ravinnonotto ja kasvu ovat luonnon ilmiöitä, kun taas sadonkorjuu sekä toisaalta viljelypanosten eli siementen, lannoitteiden sekä torjunta-aineiden kylväminen luontoon ovat talouden toimintoja. Kuitenkin myös MFA Guidessa kotieläintalous, joka toimii kontrolloidummissa oloissa, sisältyy kokonaisuudessaan talouteen. SEEA 2000:n ja MFA Guiden erilaiset rajaukset johtavat maa- ja metsätalouden materiaalivirtataseissa erilaisiin tuloksiin.

MFA Guiden ratkaisua rajata kasvien kasvu luonnon ilmiöksi voidaan pitää käytännöllisenä erityisesti pitkiä aikasarjoja muodostettaessa. Viljelykasvien satomäärät ovat pääosin suoraan tilastoista saatavissa. Sen sijaan kasvien kasvuun liittyvien ainevirtojen arviointi johtaa työläisiin laskelmiin.

Kaatopaikat ovat myös ongelmallisia. SNA:ssa kaatopaikkojen ylläpito on taloudellista toimintaa, ja siten niihin sijoitettu jäte olisi talouden piirissä. Tällöin jätteiden sijoitus kaatopai-

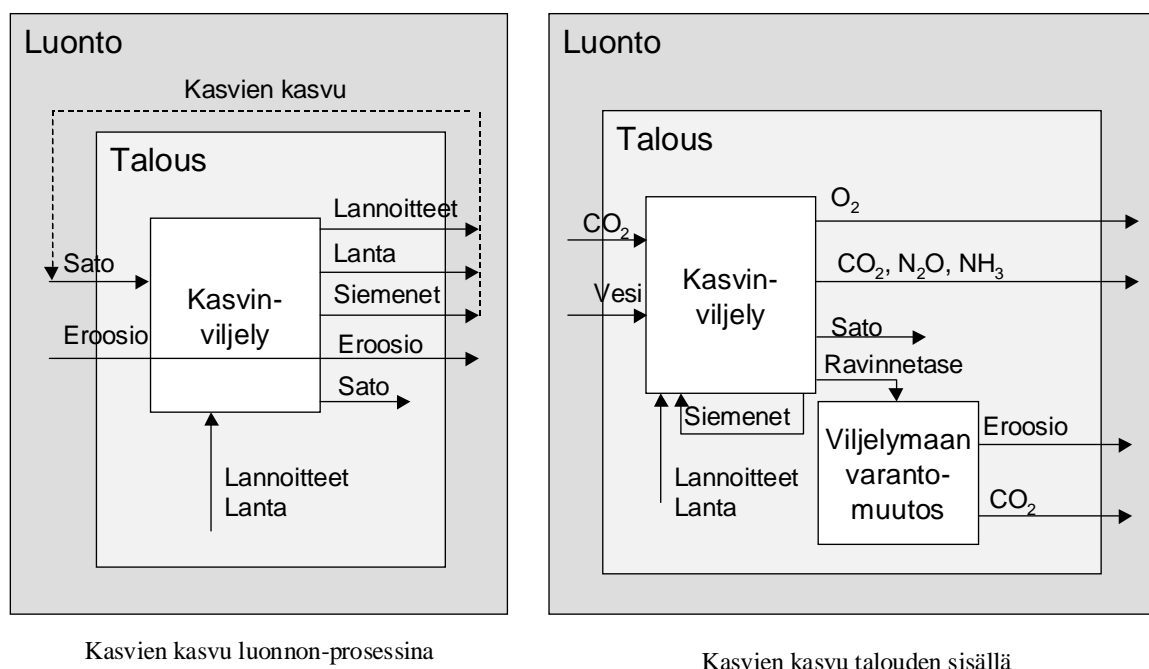
kalle pitäisi lukea talouden fyysisten varantojen kasvuksi eikä luontoon meneväksi. Kuitenkin esim. MFA Guide suosittaa myös kaatopaikkajätteen luettavaksi luontoon meneväksi ainevirraksi, vaikkakin jättää myös tulkintavaraa.

2.3 Biologisen aineenvaihdunnan systeemirajat

Biologinen aineenvaihdunta kattaa kasvien yhteyttämiseen eli fotosynteesiin (energian sitominen) ja eliöiden hengitykseen (energian vapauttaminen) liittyvät ainevirrat. Ravinto tulee alunperin talouteen viljelykasvien yhteytyksen kautta. Vaikka kotieläimet ja ihminen sijoittuvat talouden sisään, aineenvaihdunnassa erityisesti hengitys asettaa ne välittömään vuorovaikutukseen luonnon kanssa. Sen vuoksi seuraavassa kuvataan pääpiirteet, miten tässä työssä viljelykasvien, kotieläinten ja ihmisen aineenvaihdunnan päävirrat jäsentyvät talous-luontokehikossa.

Kasvinviljelyn ohella ravintoa tulee talouteen myös kalastuksen, keräilyn ja metsästyksen kautta. Ne poikkeavat kasvinviljelystä kuitenkin siinä, että niissä ravinteet ja ravintoaineet otetaan suoraan luonnosta, ja siten ne on käsiteltävä ravintosysteemissä omana ryhmänään.

Kuvassa 2 on esitetty kaksi tapaa jäsentää kasvinviljelyn talous-luontoyhteydet: kasvien kasvu a) luonnon ilmiönä tai b) talouden sisäisenä ilmiönä. Tapa a) on MFA Guiden mukainen. Tapa b) on SEEA 2000:n mukainen siinä, että viljelykasvien kasvu on talouden sisällä, mutta kuvausta on kehitetty eteenpäin siten, että ainevirtalaskentaan sisältyy myös viljelymaan varantomuutos.



Kuva 2. Kasvinviljelyn systeemirajauksen kaksi vaihtoehtoa.

Rajauksen a) mukaan kasvinviljelyn luonnosta ottama ainemäärä on yhtä kuin korjattu kasvisato. Muualta taloudesta tulevia panoksia ovat lannoitteet ja kotieläintalouden lanta. Panoksista lannoitteet ja lanta samoin kuin sadosta kylvösiemenet menevät hajakäyttönä luontoon. Sato, josta on vähennetty kylvösiemenet, on kasvinviljelyn tuotos muun talouden käyttöön. Eroosio, viljelymaan huuhtoutuminen ennen kaikkea vesiin, on käyttämätöntä luonnonottoa, piilovirtaa, joka siirtyy luonnosta luontoon. Kuviossa se on piirretty kasvinviljelyn läpi kulkeväksi, koska se on kasvinviljelyn aiheuttamaa. Tosin MFA Guide ehdottaa, että eroosio jätettäisiin varsinaisista ainevirtalaskelmista pois, koska eroosion määrän arviointi on hyvin vaikeaa, ja koska eroosio ei ole ihmisen tarkoituksellisesti aiheuttamaa.

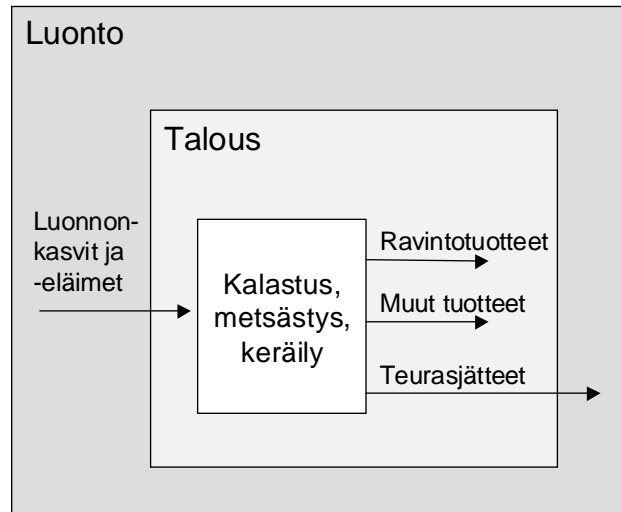
Tässä tutkimuksessa, rajauksen 2 b) mukaisesti on menty itse asiassa hieman pitemmälle kuin mitä SEEA 2000 hahmottelee. SEEA 2000:n mukaan viljelymaa on edelleen luontoa. Sen sijaan rajauksessa b) viljelymaa on talouden pääomavarantoa. Kasvinviljelyn panokset luonnosta ovat pääasiassa yhteyttämisessä sitoutuvat hiilidioksidi ja vesi. Kasvinviljelystä poistuu luontoon yhteyttämisessä vapautuva happi sekä lannoituksesta ja lannan levityksestä aiheutuvat hiilidioksidin, typpioksiduulin ja ammoniakkin päästöt ilmaan. Kasvinviljelyn panosten ja tuotosten kuiva-aineen erotus kirjautuu viljelymaan varantomuutokseen. Myös viljelykasvien käyttämättömät osat (sivubiomassa) ravinteineen päätyvät viljelymaahan, jolloin viljelymaahan siirtyy myös osa yhteyttämisessä sitoutuneesta hiilidioksidista. Viljelymaavarannon kuluminen ilmenee kahtena ainevirtana luontoon, eroosiona sekä viljelymaan elopeeräisen aineksen mineralisaation seurauksena vapautuvana hiilidioksidina, joka sekin on melko suuri virta.

Rajauksen b) yhtenä etuna on, että siinä kokonaistaseeseen sisältyvät myös kasvinviljelyn päästöt ilmaan päästöttilastojen mukaisesti. Sen sijaan rajauksessa a) ilmapäästöt tapahtuvat luontosysteemin puolella eivätkä ne siten rekisteröidy.

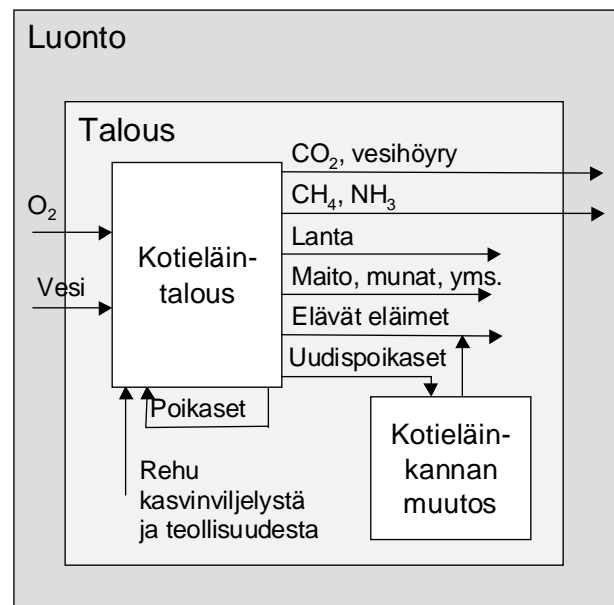
Eroosion tilinpidollinen asema muuttuu kahden lähestymistavan välillä. Rajauksessa a) eroosio on piilovirta luonnosta luontoon, ja se voitaisiinkin ainetaseessa jättää pois. Rajauksessa b) eroosio on kuitenkin pääoman fyysistä kulumista, virta talouden sisältä luontoon.

Kalastus, metsästys ja keräily ovat luonnossa elävien eläinten ja kasvien suoraa ottoa talouteen. Siten niiden panos luonnosta on eläin- ja kasvisaaliin biomassassa. Kalastuksessa ja metsästyksessä teurastus ja perkaus tehdään useimmiten paikan päällä. Siten kalastuksen, metsästyksen ja keräilyn tuotoksia ovat ravintotuotteet, muut tuotteet kuten vuodat sekä teuras- ja perkuujäte. Kalastuksen, metsästyksen ja keräilyn systemirajaus on esitetty kuvassa 3.

Kuvassa 4 on esitetty kotieläintalouden systemirajaukset. Kotieläintalouden luonnosta otamat panokset ovat kotieläinten hengityksessä sisään ottama happi, jota tarvitaan ravintoainneiden palamiseen sekä juomavesi ja lannan huuhteluvesi. Kotieläinten rehu tulee muusta taloudesta, kasvinviljelystä ja teollisuudesta.



Kuva 3. Kalastuksen, metsästyksen ja keräilyn systeemirajaukset.



Kuva 4. Kotieläintalouden systeemirajaukset.

Tuotoksia luontoon ovat uloshengityksessä vapautuva hiilidioksidi ja vesihöyry, ruoansulatuksesta ja lannasta erittyvä metaani sekä lannankäsittelystä erittyvä ammoniakki. Päästöt, jotka syntyvät lannanlevityksessä pelloille, on sisällytetty kasvinviljelyyn. Lanta jää talouden sisään kasvinviljelyssä käytettäväksi.

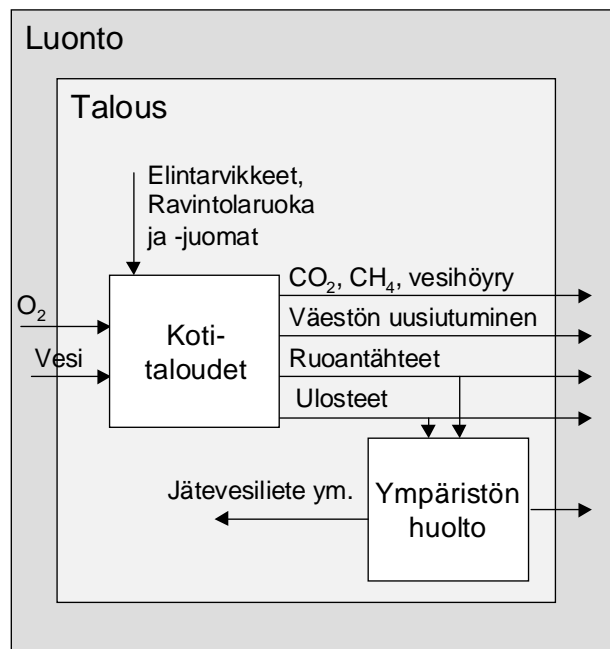
Koska valtaosa kotieläimistä teurastetaan elintarviketeollisuuden teurastamoissa, kotieläintalouden lihatuotos tilastoidaan teurastamotilastoissa teuraslihan tuotoksena. Kuitenkin kotieläintalouden oikea tuotos on teurastamoille toimitetut elävät teuraseläimet. Yleensä kotieläintaloudessa poikastuotanto ja lihakarjan kasvatus on erotettu toisistaan. Siten osa tuote-

tuista elävistä eläimistä on poikasia, jotka ovat kotieläintalouden sisäistä panosta lihaeläinten kasvatukseen.

Uudistetussa kansantalouden tilinpidossa useamman vuoden pidettävät kotieläimet, kuten lypsy- ja emolehvät, emakot ja siitosurokset, luetaan talouden pääomakantaan kuuluviksi nimikkeellä ”Kasvatettavat varat”. Osa poikastuotoksesta menee tämän kannan uudistamiseen. Kannasta poistetut eläimet menevät useimmiten teuraseläimiksi.

Ihmisen aineenvaihdunnan systeemikehikko on esitetty kuvassa 5. Kotitaloudet hankkivat ravinnon joko elintarvikkeina tai valmiina aterioina ja muina annoksina ravintoloissa ja ruokaloissa. Ravintoaineiden palamiseen tarvittava happi tulee luonnosta. Erillinen juomavesi on kuvassa yksinkertaistaen asetettu panokseksi suoraan luonnosta, vaikkakin se on yleensä vesijohtovettä, joka tulee veden puhdistuksen ja jakelun toimialalta. Toimiala joutuu kuitenkin ottamaan saman vesimäärän luonnosta. Ravintoaineen palamistuloksena muodostuva hiilidioksidi ja vähäinen määrä metaania vapautuvat uloshengityksessä luontoon, lisäksi vesihöyryä erittyy uloshengityksessä ja hikoiluna. Väestötasapainossa ihmisen kudossmassan rakentamiseen sitoutuu yhtä paljon ravintoaineita kuin väestöä poistuu. Väestön poistuminen on kuvassa merkitty outputina luontoon. Virta voitaisiin luokitella ehkä hajatappioksi (dissipative loss). Kehittyneissä yhteiskunnissa väestön keskimääräinen elinaika on kuitenkin niin pitkä, että väestön uusiutumisen ainevirta jää suhteessa muihin virtoihin sangen vähäiseksi.

Ruoantähteistä ja ulosteista osa päättyy suoraan luontoon, mutta kuitenkin pääosa niistä siirtyy ympäristöhuollon toimialalle, ruoantähteet jätehuollon ja ulosteet viemäri- ja jätevesi-



Kuva 5. Ihmisen aineenvaihdunnan systeemirajaukset.

huollon käsittelyyn. Jätevesistä talteen saatu kiintoaine kierrätetään suurimmaksi osaksi talouden käyttöön, noin kolmannes siitä käytetään viljelymaan maanparannukseen. Myös kaatopaikoilta osa eloperäisistä aineista palautuu kompostimultana talouden käyttöön. Lisäksi osa vapautuvasta metaanista otetaan energiakäyttöön sekä kaatopaikoilla että jäteveden puhdistamoilla.

3 Aineenvaihdunnan peruskemiaa

3.1 Ravintoaineet

Elävät eliöt koostuvat seuraavista ravintoaineista:

- Hiilihydraatit
- Proteiinit
- Rasvat
- Mineraalit
- Vesi.

Kolmea ensimmäistä kutsutaan myös energiaravintoaineiksi, koska niiden palaminen on eliöiden energiantuotannon perusta. Ihmisen käyttämiin energiaravintoaineisiin kuuluu lisäksi alkoholi, joka ei kuitenkaan sellaisenaan varastoidu kehoon. Hiilihydraatit jaetaan ravitsemustutkimuksissa usein edelleen helposti sulaviin hiilihydraatteihin ja vaikeasti sulaviin kuituihin.

Ravintotutkimuksissa on selvitetty sangen kattavasti ihmisen ravintonaan käyttämien kasvi- ja eläintuotteiden ravintoainekoostumukset. Taulukossa 2 on esitetty näistä eräitä esimerkkejä.

Muna on taulukassa kuorineen ja ilman kuorta esimerkkinä siitä, että tuote voi olla sisällöltään erilainen eläintuotteena ja toisaalta syötynä elintarvikkeena.

Energia- ja ravintoaineet muodostuvat pääasiassa neljästä alkuaineesta: hiilestä (C), vedystä (H), hapesta (O) sekä typestä (N). Typeä sisältyy ainoastaan proteiineihin. Kullekin energiaravintoaineelle on ominaista tietyt yleiset molekyyli- ja rakenteet, joten vaikka erityisesti proteiineihin ja rasvoihin sisältyy useita erilaisia molekyyleja, niiden alkuainekoostumus on kullakin ravintoaineella verraten samanlainen. Taulukossa 3 on esitetty energiaravintoaineiden keskimääräiset alkuainejakaumat.

Eri lähteistä peräisin olevien ravintoaineiden molekyylikoostumus ja siten myös niiden alkuainejakauma vaihtelee jonkin verran. Esimerkkinä on taulukossa 4 esitetty proteiinien alkuainejakauman vaihteluväli. Proteiinit sisältävät myös jonkin verran rikkiä (S) ja fosforia (P). Tämän raportin laskelmissa ne on kuitenkin pyöristetty pois niiden vähäisen massaosuuden vuoksi.

Taulukko 2. Esimerkkejä kasvien ja eläintenkeskimääräisestä ravintoainekoostumuksesta.

	Ravintoainekoostumus, % keskimäärin						Yhteensä
	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuitu	Mineraalit	Vesi	
Kasvit							
Peruna	2,1	0,0	18,0	0,7	1,2	78,0	100,0
Vehnä (jyvä)	11,9	1,9	67,7	2,8	1,7	14,0	100,0
Laidunheinä	3,4	0,8	8,8	4,2	1,8	81,0	100,0
Tomaatti	1,0	0,3	3,5	0,7	0,5	94,0	100,0
Puutarhamarjat	0,5	0,6	7,5	1,9	0,5	89,1	100,0
Eläimet							
Nauta	18,0	10,0	0,0	0,0	4,0	68,0	100,0
Sika	12,0	36,0	0,0	0,0	2,6	49,4	100,0
Maito	3,3	4,3	4,3	0,0	0,7	87,4	100,0
Muna (kuorineen)	13,0	10,5	0,0	0,0	10,5	66,0	100,0
Muna (ilman kuorta)	12,1	11,8	0,3	0,0	1,1	74,6	100,0
Ihminen	18,0	18,0	0,0	0,0	4,3	59,7	100,0

Taulukko 3. Energiaravintoaineiden keskimääräinen alkuainejakauma, % massayksiköissä. (Maynard ym. 1979, s. 63).

Alkuaineet	Hiilihydraatit	Rasvat	Proteiinit	Alkoholi
C	44	77	54	52
H	6	12	7	13
O	50	11	23	35
N			16	
Yhteensä	100	100	100	100

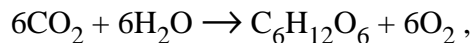
Taulukko 4. Proteiinin alkuainejakauman vaihteluväli, % (Maynard ym. 1979, s. 137).

Alkuaineet	Ala	Ylä
C	51,0	55,0
H	6,5	7,3
O	21,5	23,5
N	15,5	18,0
S	0,5	2,0
P	0,0	1,5

3.2 Yhteyttämisen ainetaseet

Ravintoaineiden perustuotanto tapahtuu kasvien yhteytyksessä eli fotosynteesissä. Koska yhteyttämisen ainetaseet johdetaan ravintoaineiden alkuainekoostumuksen perusteella, taulukossa 5 on esitetty muistin virkistämiseksi ravintoaineisiin sisältyvien alkuaineiden atomipainot sekä taulukossa 6 joidenkin molekyylien painot.

Yhteyttämisen ainetaseet voitaisiin johtaa kemiallisisten reaktioyhtälöiden avulla. Esimerkiksi yksinkertaisen hiilihydraatin, glukoosin $C_6H_{12}O_6$, muodostumisen reaktioyhtälö on:



joka atomipainoina on

$$6(12+2 \times 16) + 6(2 \times 1+16) \rightarrow (6 \times 12+12 \times 1+6 \times 16) + 6(2 \times 16)$$

$$\Rightarrow 264 + 108 \rightarrow 180 + 192$$

ja tästä saadaan:

$$1,47 \text{ kg hiilidioksidia} + 0,6 \text{ kg vettä} \rightarrow 1 \text{ kg glukoosia} + 1,07 \text{ kg happea}.$$

Siten yhden glukoosikilon yhteyttäminen kuluttaa 1,47 kiloa hiilidioksidia ja 0,6 kiloa vettä sekä tuottaa 1,07 kiloa happea.

Reaktioyhtälöiden käyttö edellyttää kuitenkin homogeenisia aineita, joiden molekyylikaava tunnetaan. Siten taulukossa 7 ravintoaineiden yhteyttämisen ainevirrat on johdettu ainetase-
taulukoiden avulla, joissa vain ravintoaineen alkuainekoostumus edellytetään tunnetuksi.

Taulukko 5. Keskeisten alkuaineiden atomipainot.

Nimi	Symboli	Atomipaino
Hiili	C	12
Vety	H	1
Happi	O	16
Typpi	N	14

Taulukko 6. Keskeisten molekyylien painot.

Nimi	Kaava	Molekyyli-paino
Hiilidioksidi	CO ₂	44
Vesi	H ₂ O	18
Ilman happi	O ₂	32

Menetelmän perusmuoto on Kleiberilta (Kleiber 1987, s. 83), joka käytti sitä ravintoaineiden palamisen taselaskelmiin.

Taulukossa 7a on hiilihydraattien yhteyttämisen ainetase. Aluksi on esitetty hiilihydraattigramman alkuainekoostumus. Alueen ”Rakennusaineet” alla on esitetty yhteyttämiseen käytetyn hiilidioksidin ja veden sekä yhteytyksessä ilmaan vapautuvan hapen sarakkeet. Sarakkeet on laskettu seuraavasti: Hiilihydraattikilon sisältämä hiili, 0,44 kg, saadaan ilman hiilidioksidista. Koska yhtä hiiliatomia kohti vapautuu kaksi happiatomia, saadaan samalla happea $((2 \cdot 16)/12) \cdot 0,44 = 1,17$ kg. Vety, 0,06 kg, saadaan vedestä. Samalla saadaan $(16/(2 \cdot 1)) \cdot 0,06 = 0,58$ kg happea. Hiilihydraatit sisältävät puolet painostaan happea. Hiilihydraattiin sitoutuvan hapen sekä kulutetun hiilidioksidin ja veden sisältämän hapen erotus, 1,15 kg, vapautuu ilmaan.

Rasvojen ja proteiinien yhteyttämisen ainetaseet voidaan muodostaa hiilihydraattilaskelmien mukaisesti. Koska rasvojen happipitoisuus on hyvin alhainen, vain 11 prosenttia, rasvaki-
lon yhteyttämässä vapautuu happea yli kaksinkertainen määrä hiilihydraattikiloon verrattuna.

Proteiinien sisältämän typen kasvit ottavat maaperästä pääasiassa nitraattina, NO_3 .

Taulukko 7. Yhteyttämisen ainetaseet eri ravintoaineille.

a) *Hiilihydraatit*

	Koostumus kg/kg	Rakennusaineet		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,44	0,44		
H	0,06		0,06	
O	0,50	1,17	0,48	-1,15
Yhteensä	1,00	1,61	0,54	-1,15

b) *Rasvat*

	Koostumus kg/kg	Rakennusaineet		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,77	0,77		
H	0,12		0,12	
O	0,11	2,05	0,96	-2,90
Yhteensä	1,00	2,82	1,08	-2,90

c) *Proteiinit*

	Koostumus kg/kg	Rakennusaineet			
		CO ₂	H ₂ O	NO ₃	O ₂
C	0,54	0,54			
H	0,07		0,07		
O	0,23	1,44	0,56	0,55	-2,32
N	0,16			0,16	
Yhteensä	1,00	1,98	0,63	0,71	-2,32

Taulukko 8. Yhteyttämisen ainetaseiden yhdistelmä eri ravintoaineille, kg/kg.

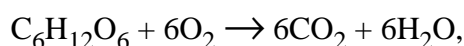
	CO ₂	H ₂ O	NO ₃	O ₂	Yhteensä
Hiilihydraatit	1,61	0,54	0,00	-1,15	1,00
Rasvat	2,82	1,08	0,00	-2,90	1,00
Proteiinit	1,98	0,63	0,71	-2,32	1,00

Taulukkoon 8 on koottu yhteenvedona ravintoaineiden yhteyttämisen ainetaseet kokonaistaseina.

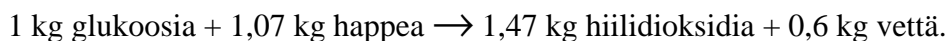
3.3 Palamisen ainetaseet

Eläimet käyttävät osan energiaravintoaineista kudosten rakentamiseen, mutta suurin osa kuluu energiantuotantoon, palamiseen. Palaminen on yhteyttämisen käänteisreaktio. Palamisessa yhteyttämisen ravintoaineisiin sitoma auringonvalon energia vapautuu eliöiden elintoihintoihin, elämän ylläpitämiseen

Palamisen periaate voidaan esittää glukoosiesimerkillä. Glukoosin palamisen kemiallinen reaktioyhtälö on:



josta atomipainojen avulla saadaan:



Palamisessa ravintoaine hajoaa hapen avulla takaisin hiilidioksidiksi ja vedeksi.

Palamisen ainetaseiden muodostus eri ravintoaineille on esitetty taulukossa 9. Hiilihydraattien ja rasvojen palamisen ainetaseet ovat täsmälleen käänteisiä niiden yhteyttämisen ainetaseisiin taulukossa 7.

Proteiinit sisältävät hiilen, vedyn ja hapen lisäksi myös typpeä. Proteiinien täydellisessä palamisessa muodostuisi hiilidioksidia, vettä ja alkuainetyppeä (N₂). Eläinten elimistössä proteiinien fysiologinen palaminen ei kuitenkaan ole täydellistä, vaan lopputuloksena on typen sijasta nisäkkäillä ureaa, (NH₂)₂CO ja linnuilla ureahappoa C₅H₄N₄O₃. Siten proteiinien palamisen ainetaseet on muodostettava erikseen nisäkkäille ja linnuille. Taseissa proteiinin alkuaineista vähennetään ensin typen ympärille rakentuvan urean tai ureahapon alkuainemäärät. Hiilidioksidi ja vesi muodostuvat jäljelle jäävästä hiilestä ja vedystä. Ureaa ja ureahappoa muodostuu melko runsaasti, ureaa yli kolmannes ja ureahappoa lähes puolet proteiinin alkuperäisestä massasta.

Taulukko 9. Eri ravintoaineiden palamisen ainetaseet.

a) Hiilihydraatit

	Koostumus	Palamistulos		
	kg/kg	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,44	0,44		
H	0,06		0,06	
O	0,50	1,17	0,48	-1,15
Yhteensä	1,00	1,61	0,54	-1,15

b) Rasvat

	Koostumus	Palamistulos		
	kg/kg	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,77	0,77		
H	0,12		0,12	
O	0,11	2,05	0,96	-2,90
Yhteensä	1,00	2,82	1,08	-2,90

Proteiinit, nisäkkäät

	Koostumus	Palamistulos			
	kg/kg	Urea	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,54	0,07	0,47		
H	0,07	0,02		0,05	
O	0,23	0,09	1,26	0,38	-1,50
N	0,16	0,16			
Yhteensä	1,00	0,34	1,73	0,42	-1,50

Proteiinit, linnut

	Koostumus	Palamistulos			
	kg/kg	Ureahappo	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,54	0,17	0,37		
H	0,07	0,01		0,06	
O	0,23	0,14	0,98	0,47	-1,36
N	0,16	0,16			
Yhteensä	1,00	0,48	1,35	0,53	-1,36

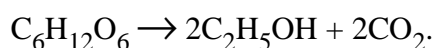
Alkoholi

	Koostumus	Palamistulos		
	kg/kg	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,52	0,52		
H	0,13		0,13	
O	0,35	1,39	1,04	-2,08
Yhteensä	1,00	1,91	1,17	-2,08

Taulukko 10. Ravintoaineiden palamisen ainetaseiden yhdistelmä, kg/kg.

	CO ₂	H ₂ O	Urea(happo)	O ₂	Yhteensä
Hiilihydraatit	1,61	0,54		-1,15	1,00
Rasvat	2,82	1,08		-2,90	1,00
Proteiinit, nisäkkäät	1,73	0,42	0,34	-1,50	1,00
Proteiini, ureaton	2,66	0,65		-2,31	1,00
Proteiinit, linnut	1,35	0,53	0,48	-1,36	1,00
Proteiini, ureahapoton	2,60	1,02		-2,62	1,00
Alkoholi	1,91	1,17		-2,08	1,00

Ihmisravitsemukseen lukeutuvalla alkoholilla tarkoitetaan täsmällisemmin etyylialkoholia, C₂H₅OH. Etyylialkoholi itsessään on hiivasienten aineenvaihduntatuote. Käymisessä hiilihydraatit pilkkoutuvat alkoholiksi ja hiilidioksidiksi, glukoosin avulla ilmaistuna:



Atomipainojen avulla voidaan laskea, että kilosta glukoosia muodostuu 0,51 kiloa alkoholia ja 0,49 kiloa hiilidioksidia. Siten alkoholiteollisuudessa menetetään saatua puhdasta alkoholia kohti lähes yhtä suuri osa ravintoaineiden ainevirrasta hiilidioksidina.

Energiaravintoaineiden palamisen ainetaseiden yhteenveto on esitetty taulukossa 10. Taulukossa on proteiinien palamistaseet esitetty myös ns. ureattomana/ureahapottomana proteiineina, joiden alkuainesisällöistä on ensin poistettu urean/ureahapon alkuaineet. Menettely yksinkertaistaa aineenvaihduntalaskelmia.

3.4 Ravintoaineiden energiasisältö

Ravintotutkimuksessa ravintoaineiden bruttoenergialla tarkoitetaan niiden lämpöarvoa täydellisen palamisen oloissa. Ravintoaineiden keskimääräiset bruttoenergiat on esitetty taulukossa 11 erikseen ihmisten elintarvikkeille ja kotieläinten rehuille.

Rasvojen energia-arvo on huomattavasti korkeampi kuin muiden ravintoaineiden. Keskeinen syy tähän ilmenee taulukosta 12: rasvat sisältävät vähän happea ja ottavat siten palaessaan suuren osan hapesta ulkopuolelta, kun taas muut ravintoaineet kantavat suuremman happiosuuden sisällään. Happieron vaikutus nähdään taulukosta 12. Taulukossa on ensin annettu ravintoaineen poltettava määrä, 1 kg, ja polton sitoman hapen määrä. Tuotettu energia on sitten laskettu sekä poltettua ravintoainetta kohti että palamisen kuluttamaa koko aine-määrää eli ravintoainetta ja ulkoista happea kohti. Kun energia-arvot lasketaan koko aine-määrää kohti, erot supistuvat huomattavasti.

Muita ravintoaineen energia-arvoon vaikuttavia tekijöitä ovat vedyn ja hiilen välinen suhde sekä molekyylien koko. Vedyn palaessa vedeksi vapautuu enemmän energiaa kuin hiilen palaessa hiilidioksidiksi. Rasvoilla ja alkoholilla vedyn osuus on korkea. Suuret molekyylit

Taulukko 11. Ravintoaineiden keskimääräiset bruttoenergia-arvot elintarvikkeille ja kotieläinten rehuille, MJ/kg (elintarvikkeet: Yki-Järvinen 1999, s. 258; rehut: Tuori ym. 1996, s. 8).

	Elintarvikkeet	Rehut
Hiihihydraatit	17,5	17,3
Rasvat	39,3	34,1
Proteiinit	24,0	24,2
Etyylialkoholi	29,6	

Taulukko 12. Ihmisen ravintoaineiden keskimääräiset bruttoenergia-arvot ihmisellä, ravintoainetta ja ravintoainetta + ulkoista happea kohti.

	kg		MJ/kg	
	Ravintoaine	Ulkoinen happi	Ravintoaine	Ravintoaine + happi
Hiihihydraatit	1	1,2	17,5	8,0
Rasvat	1	2,9	39,3	10,2
Proteiinit	1	1,5	24,0	9,5
Etyylialkoholi	1	2,1	29,6	9,6

sisältävät enemmän poltossa vapautuvaa kemiallista sidosenergiaa kuin pienet molekyylit. Rasvat ja proteiinit ovat usein suuria molekyyliarakenteita.

Eläinten ja ihmisen fysiologia ei kykene käyttämään koko syödyn ravinnon bruttoenergian määrää. Ruoansulatuselimistössä sulamatta jääneet ravintoaineet poistuvat kehosta ulosteena, ja siten ulosteen sisältämien ravintoaineiden energia jää käyttämättä. Proteiinien epätäydellisessä palamisessa muodostuu ureaa tai ureahappoa, joka poistuu virtsassa ja jonka mukana siten poistuu myös niiden sisältämä energia. Suolistobakteerien ravintoaineiden pilkkomistyö tuottaa metaania, joka poistuu kehosta suolistokaasuina. Urean, ureahapon ja metaanin energia-arvot on esitetty taulukossa 13.

Ihmisravitsemuksen tutkimuksessa ravintoaineiden energia-arvot ilmaistaan yleensä ns. fysiologisina energioina (physiological fuel values), jotka mittaavat sitä, kuinka suuren osan ravintoaineen bruttoenergiasta ihmisen elimistö kykenee käyttämään hyväksi. Fysiologinen energia vastaa kotieläinten ravintotutkimuksessa käytettyä muuntokelpoisen eli metabolisen energian käsitettä. Keskeinen tekijä on ravintoaineen imeytyvyys, mikä ilmaisee kuinka suuren osan ravintoaineesta ruoansulatuselimistö kykenee ottamaan kehon käyttöön ja kuinka suuri osa kulkeutuu ruoansulatuselimistön läpi. Toinen tärkeä tekijä on proteiinin epätäydellinen palaminen.

Taulukko 13. Eräiden ravintoeritteiden energia-arvot.

	MJ/kg
Urea	10,6
Ureahappo	11,5
Metaani	55,8

Taulukossa 14 on esitetty ravintoaineiden bruttoenergia, imeytyvyys ja fysiologinen energia. Proteiinien bruttoenergiasta on vähennetty lisäksi urean energia.

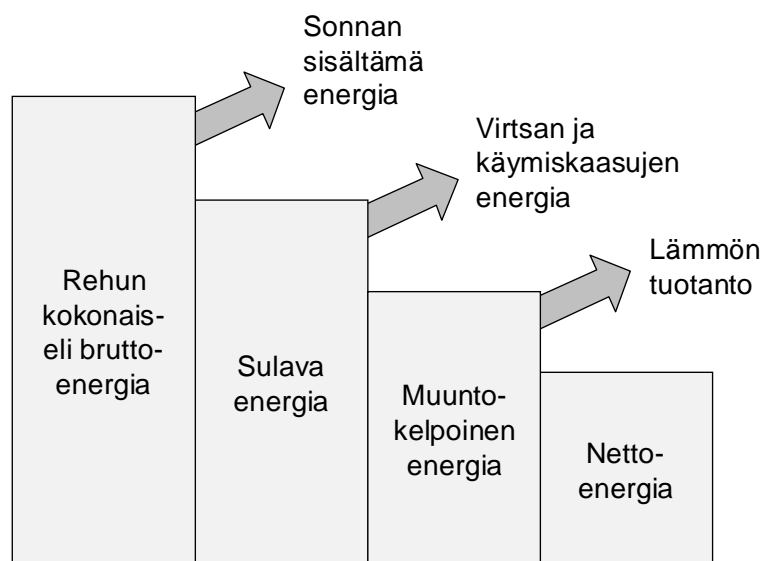
Ravintoaineiden keskimääräiset energiat riippuvat ravintoaineen täsmällisestä alkuainekoostumuksesta, ja siten esitetyt luvut vaihtelevat kirjallisuudessa jonkin verran.

Kotieläinten ruokintatutkimuksissa rehujen ravinto-ominaisuuksia on selvitetty hyvinkin seikkaperäisesti (esim. Maynard ym. 1972, Tuori ym. 1996). Ruokintatutkimuksissa rehun bruttoenergian hyödynnettävyys eritellään moniportaisesti, kuten kuvassa 6. Ruokintatutkimuksissa imeytyvyyden sijasta käytetään termiä sulavuus.

Rehun sisältämästä kokonaisenergiasta sulamaton osuus poistuu sontana. Sonnan mukana poistuu elimistöstä keskimäärin noin neljännes rehun kokonaisenergiasta. Osa sulavan ravintoaineen energiasta poistuu käymiskaasuina ja virtsan mukana. Jäljelle jäävä osa on muuntokelpoista energiaa, josta osa käytetään jäljelle jäävästä muuntokelpoisesta energiasta haihtuu edelleen lämpönä energia, joka kuluu ravintoaineiden pilkkomisessa ja kudosityhd-

Taulukko 14. Bruttoenergia, imeytyvyys ja fysiologinen energia ihmisellä (Yki-Järvinen 1999, s. 258; Maynard ym. 1978, s. 199).

	Brutto- energia kJ/g	Imeytyvyys %	Fysiologinen energia kJ/g
Hiilihydraatit	17,5	97	16,7
Rasvat	39,3	95	37,6
Proteiinit	24,0 – 5,8	92	16,7



Kuva 6. Rehun bruttoenergian jakautuminen (mukailtu lähteestä: Tuori ym. 1996).

teiden rakentamisessa. Jäljelle jäävä nettoenergia on lopulta käytettävissä eläimen kudossmassan kasvuun ja elintoimintoihin.

Vaikka ravintokierto esitetään energiakiertona, vain noin puolet energiaravintoaineista palaa energiaksi. Neljännes kulkee ruoansulatuselimistön läpi ja neljännes käytetään elimistön ja sen tuotteiden raaka-aineina.

4 Kasvinviljelyn ainetaseet

4.1 Sato

Suomen kasvinviljelyn kokonaissato vuonna 1995 on esitetty tuotteittain taulukossa 15. Varsinaisen maatalouden satoihin on lisätty kotitalouksien omaan kulutukseen tarkoitettu kotitarvetuotanto.

Varsinaisen maatalouden satotiedot on koottu pääosin Maatilatilastollisesta vuosikirjasta (MMM 1996). Laidunheinästä on tilastoitu kuitenkin vain pinta-alat, ja koristekasvit on ti-

Taulukko 15. Suomen kasvinviljelyn kokonaissato, milj. kg.

	Varsinainen maatalous	Kasvi- maat	Yhteensä
Perunat	798	85	883
Palkokasvit	18	1	19
Vehnä	380		380
Ruis	58		58
Ohra	1 764		1 764
Kaura	1 097		1 097
Rapsin- ja rypsinisienet	128		128
Sokerijuurikas	1 110		1 110
Olki	500		500
Kuivaheinä	1 086		1 086
Säilörehu	5 633		5 633
Muu rehu	436		436
Laidunnurmi	2 050		2 050
Koristekasvit	20		20
Tomaatit	31	2	33
Sipulit	19	0	20
Kaalit	40	4	45
Salaatit	10	1	12
Juurekset	88	28	116
Kurkut	39	0	39
Muut kasvikset	10	3	13
Hedelmät ja pähkinät	2	34	36
Puutarhamarjat	12	28	39
Yhteensä	15 329	187	15 516

lastoitu osin kappalemäärinä ja osin viljelyaloina. Laidunheinän hehtaarisadoksi on arvioitu 16 000 kg/ha. Koristekasvituotannon muunto tonneiksi on esitetty teoksessa Mäenpää ym. 2000a, s. 13. Olki sisältää olkien käytön lähinnä kotieläintalouden kuivikeolkena, ja sen määrä on arvioitu karkeasti käytöstä käsin. Kotitarvetuotannon sato-arviot perustuvat Tilastokeskuksen kulutustutkimuksen tuloksiin.

4.2 Kasvituotannon ravinteiden käyttö

Taulukossa 16 tuotetaan laskelma kasvituotannon ravinteiden käytöstä.

Ravintoainekoostumuksen sarakkeet ilmaisevat kunkin viljelykasvin hyödynnetyn osan ravintoainejakauman. Sivubiomassakerroin ilmaisee kunkin kasvin arvioidun hyödyntämättömän biomassan (varret, lehdet, juuret) suhteen hyödynnettyjen osien massaan. Taulukon alaosassa on laskettu hyödynnetty sato yhteensä ja sen sisältämät ravintoainemäärät. Sivubiomassakertoimilla sadosta on laskettu hyödyntämättömän sivubiomassan kokonaismäärä, josta on vähennetty käytettyjen olkien määrä. Lisäksi on arvioitu kesantoalalla muodostuvan biomassan määrä.

Sadon ravintoainejakaumat kasvilajeittain on saatu rehukasvien osalta lähteestä Tuori ym. (1996), ja ihmisravinnoksi käytettävän sadon osalta Kansanterveyslaitokselta (KTL) saadusta elintarvikkeiden ravintoainedatasta. Sivubiomassakertoimet ovat MTT:n arvioita. Sivubiomassan ravintoainejakauman on oletettu noudattavan säilörehun jakaumaa. Kesannon biomassatuotoksi on arvioitu 20 000 kg/ha, noin puolet säilörehun hehtaarisadosta sivubiomassoineen. Myös kesannon biomassan ravintoainejakauman on oletettu noudattavan säilörehun jakaumaa.

Kasvinviljelyn tuotanto voidaan muuntaa kasvien käyttämiksi rakennusaineiksi taulukon 7 yhteyttämisen yksikköainetaseiden avulla. Muunto on tehty taulukossa 7. Taulukon riville ”Ravintoaineiden tuotanto” on siirretty tiedot taulukon 16 ”Yhteensä” -riviltä. Energiaravintoaineet on muunnettu hiilidioksidin, veden, typen ja mineraalien käytöksi sekä hapen tuotannoksi yhteyttämisen yksikköainetaseiden avulla. Mineraalien sekä biomassan tuorepainoon sisältyvän veden käyttömäärät saadaan suorana siirtona. Taseperiaatteen mukaisesti rakennusaineiden käyttö vähennettynä tuotetun hapen määrällä on yhtä suuri kuin ravintoaineiden tuotanto.

Taulukossa 18 on esitetty kasvituotannon aineenvaihdunnan kokonaistase miljardeina kiloina. Aineellinen kokonaispanos on 51 miljardia kiloa, joka jakautuu ilman hiilidioksidein, veteen ja mineraaleihin. Kokonaistuotos on eritelty kahdella eri tavalla. Output 1:ssä tuotos on jaettu tuotetun hapen lisäksi sivubiomassaan ja varsinaiseen satoon. Output 2:ssa sivubiomassa ja sato on jaettu tuorepainon sisältämään veteen ja kuiva-aineeseen.

Taseet sisältävät vain biomassaan sitoutuneen veden. Kasvit tarvitsevat kuitenkin huomattavasti suurempia vesimääriä, koska vesi toimii myös ravinteiden kuljettajana. Kasvien veden

Taulukko 16. Suomen kasvinviljelyn kokonaistuotanto vuonna 1995 ja sen jakautuminen eri ravintoaineisiin.

Kasvilaji	Sato Milj. kg	Ravintoainekoostumus, %					Sivu- biomassa kerroin
		Hiili- hydraatit	Rasvat	Proteiinit	Mineraalit	Vesi	
Perunat	883	18,7	0,0	2,1	1,2	78,0	0,25
Palkokasvit	19	11,9	0,4	5,1	0,9	81,7	1,00
Vehnä	380	70,5	1,9	11,9	1,7	14,0	1,40
Ruis	58	71,2	1,7	11,2	1,9	14,0	1,40
Ohra	1 764	70,8	1,9	10,8	2,5	14,0	1,40
Kaura	1 097	66,6	5,2	11,2	3,1	14,0	1,20
Rapsi ja rypsi	128	27,6	38,2	21,6	4,6	8,0	3,30
Sokerijuurikas	1 110	20,1	0,0	1,3	1,6	77,0	1,00
Olki	500	74,4	1,7	3,4	5,5	15,0	0,00
Kuivaheinä	1 086	68,9	1,7	8,3	4,2	17,0	1,00
Säilörehu	5 633	16,2	1,1	3,7	2,1	77,0	1,15
Muu rehu	436	16,2	1,1	3,7	2,1	77,0	1,00
Laidunheinä	2 050	13,0	0,8	3,4	1,8	81,0	1,00
Koristekasvit	20	2,3	0,2	1,1	0,9	95,5	1,00
Tomaatit	33	4,2	0,3	1,0	0,5	94,0	1,00
Sipulit	20	8,8	0,2	1,3	0,5	89,3	1,00
Kaalit	45	5,7	0,2	1,2	0,8	92,2	0,35
Salaatit	12	2,3	0,2	1,1	0,9	95,5	0,35
Juurekset	116	9,7	0,2	1,2	1,0	88,0	1,00
Kurkut	39	4,9	0,1	0,2	0,7	94,0	1,00
Muut kasvikset	13	4,9	0,1	0,2	0,7	94,0	1,00
Hedelmät ja pähkinät	36	13,2	0,3	0,3	0,3	86,0	2,00
Puutarhamarjat	39	9,4	0,6	0,5	0,5	89,1	2,00
Sato yhteensä, milj. kg	15 516	5 110	256	830	358	8 962	
Sivubiomassa, milj. kg	16 132	2 608	174	594	334	12 422	
Kesannon biomassa, milj. kg	4 492	726	49	165	93	3 459	
Yhteensä	36 140	8 445	479	1 589	785	24 842	

Taulukko 17. Kasvituotannon ainetase 1995, milj. kg.

	Hiili- hydraatit	Rasvat	Proteiinit	Mineraalit	Vesi	Yhteensä
Ravintoaineiden tuotanto	8 445	479	1 589	785	24 842	36 140
Rakennusaineiden käyttö						
Hiilidioksidi	13 624	1 351	3 147			18 122
Vesi	4 560	517	1 001		24 842	30 921
Typpi			1 126			1 126
Muut mineraalit				785		785
Happi	-9 740	-1 390	-3 685			-14 814
Yhteensä	8 445	479	1 589	785	24 842	36 140

Taulukko 18. Kasvituotannon aineenvaihdunnan kokonaistaseet 1995, mrd. kg.

INPUT		OUTPUT 1		OUTPUT 2	
Ilma (CO ₂)	18	Ilma (O ₂)	15	Ilma (O ₂)	15
Vesi	31	Sivubiomassa	21	Vesi	25
Mineraalit	2	Sato	16	Kuiva-aine	11
Yhteensä	51	Yhteensä	51	Yhteensä	51

kokonaistarpeeksi onkin arvioitu 300 - 500 kiloa tuotettua kasvien maanpäällistä kuiva-ainekiloa kohti (Heinonen ym. 1992, s. 202).

Taulukot 16 - 18 on tuotettu Excel-tilaukkolaskentana. Siten syöttämällä vain uudet satotiedot taulukkoon 16 Excelissä, voidaan taselaskelmat tuottaa automaattisesti mille tahansa vuodelle tai vaikkapa maatilalle. Yhtenäinen laskenta jatkuu seuraavaan taulukkoon 19.

4.3 Viljelymaan ainetase

Kun kasvituotannon ainetaseisiin lisätään panospuolella viljelymaahan lisätyt lannoitteet, maanparannusaineet ja muut kasvinviljelyn panokset sekä tuotospuolella muut viljelymaasta poistuvat ainevirrat, saadaan viljelymaan ainetase. Viljelymaan ainetase on esitetty taulukossa 19. Koska viljelymaassa veden käsittely on erityisen ongelmallista, ainevirtojen tuorepainot on eritelty kuiva-aineksi ja vedeksi.

Viljelymaan ainetaseeseen panospuolella on ensin kylvetyt siemenet ja kasvituotannon peltoon palautuva sivubiomassa. Sivubiomassa sisältää myös kesannon biomassatuotannon. Koska sivubiomassa on yhtä suurena myös taseen output-puolella, se voitaisiin nettouttaa poisikin. On kuitenkin huomattava, että yhteyttämisen ilmasta sitomasta hiilidioksidista noin puolet sitoutuu output-puolen sivubiomassaan ja siten input-puolelle palautuessaan sivubiomassa tuo viljelymaahan tämän hiililisan. Lannan ja siihen sisältyvän kuivikeoljen määrä saadaan luvun 5 kotieläintalouden ainetaseista. Kuivikeoljet, jotka taulukossa 2 poistettiin sivubiomassasta, palautuvat tässä peltoon. Peltolannoitteiden määrä on mitattu lannoitustuotteiden kokonaismäärinä. Usein lannoitemäärät on tilastoitu vain ravinnemäärinä - typpi, fosfori, kalium, hivenaineet (esim. MMM 1996, s. 90). Kuitenkin varsinaiset ravinteet ovat lannoitteissa yhdisteinä (esim. NO₃, P₂O₅) ja lisäksi lannoitteiden rakeistamiseen käytetään erilaisia sideaineita. Siten ravinteiden osuus lannoitteiden kokonaisainemäärästä on vain noin kolmannes. Kemira Agro Oy:n omissa tilastoissa (Kemira Agro Oy 1996) on esitetty myös lannoitteiden kokonaisainemäärät.

Maanparannusaineina käytetään kalkkia, kasvuturvetta ja jätevesilietettä. Yhdyskuntien jätevesilietteistä käytettiin vuonna 1995 noin kolmannes viljelymaan maanparannusaineena (Vahvelainen & Salomaa 2000, s. 130).

Viljelymaan ainetaseessa on panospuolelle arvioitu myös happamien laskeumien sekä biologisen typensidonnan ainemäärät.

Taulukko 19. Viljelymaan ainetase vuonna 1995, milj. kg.

INPUT	Tuore- paino	Kuiva- aine	Vesi	OUTPUT	Tuore- paino	Kuiva- aine	Vesi
Siemenet	354	233	120	Kasvisato	15 516	6 554	8 962
Sivubiomassa	20 624	4 744	15 881	Sivubiomassa	20 624	4 744	15 881
Hiilidioksidi	18 122	18 122	0	Happi	14 814	14 814	0
Lanta ja olki	22 133	2 283	19 850	Maaperän CO ₂	1 726	1 726	0
Peltolannoitteet	1 013	911	101	Maaperän N ₂ O	12	12	0
Maanparannuskalkki	824	742	82	Peltolannoitteiden NH ₃	2	2	0
Kasvuturve	428	342	86	Lannan levityksen NH ₃	8	8	0
Jätevesiliete	192	48	144				
Biosidit	2	2	0				
Laskeumat	43	43	0				
Typensidonta	11	11	0				
Yhteensä	63 745	27 481	36 264	Yhteensä	52 703	27 860	24 842
				Veden haihdunta			11 421
				Erosio		3 000	
				Viljelymaan nettolisäys		-3 379	
				Yhteensä		27 481	36 264

Taulukko 20. Arvio happamien laskeumien ainemääristä Suomen viljelymaahan vuonna 1995, milj. kg.

	Koko maa alkuaineina	Viljelymaa		
		alkuaineina	päästöinä	happoina
Rikkidioksidi	100 S	6.3 S	13 SO ₂	19 H ₂ SO ₄
Typen oksidit	60 N	3.8 N	12 NO ₂	17 HNO ₃
Ammoniakki	41 N	2.6 N	3 NH ₃	6 NH ₄ OH
Yhteensä	201	12.7	28	43

Happamien laskeumien ainemäärien laskelma on esitetty taulukossa 20. Happamat laskeumat aiheutuvat happamoittavien ilmapäästöjen, rikkidioksidin, typen oksidien ja ammoniakkin ilmakulkeumista. Reagoidessaan veden kanssa ne muuttuvat hapoiksi ja valuvat saateen mukana maahan. Happolaskeumilla on negatiivinen, happamoittava vaikutus, mutta samalla ne tuovat myös ravinnelisiä, rikkiä ja typpeä maahan. Arvioidut laskeumamäärät ilmoitetaan yleensä rikin ja typen alkuainemäärinä. Taulukossa 20 on esitetty aluksi Happamoitumistoimikunnan (1998, s. 13) esittämät arviot Suomen valtakunnan alueelle tulevista laskeumista vuonna 1995 alkuaineina mitattuna. Viljelymaan osuus Suomen kokonaispinta-alasta oli samana vuonna 6,3 prosenttia. Viljelymaalle kohdistuvat laskeumat on taulukossa laskettu tällä osuudella koko valtakunnan laskeumista. Sen jälkeen rikin ja typen alkuaineina mitatut laskeumat on muunnettu päästömääriksi ja happomääriksi molekyylikaavojen avulla. Happoina lasketut ainemäärät on viety taulukkoon 19.

Laskeuma-arvio on karkea; menettely edellyttäisi, että joko viljelymaa tai laskeumat jakautuisivat tasaisesti ympäri valtakunnan. Koska kumpikaan ei pidä paikkansa, tarkempi laskelma edellyttäisi aluetasolta lähtevää laskentaa.

Vaikka ilmasta on 71 prosenttia typpeä, kasvit eivät voi sitä suoraan käyttää, koska ilman typpi, N₂ on kemiallisesti hyvin reagoimatonta. Kuitenkin maaperässä on bakteereja, jotka kykenevät sitomaan ilmakehän typpeä nitraateiksi, ja tuovat siten sitä joko maaperään tai suoraan kasveille. Koko maapallon mitassa vapaana olevien bakteerien typen sidonta, ns. vapaa typensidonta, on arvioitu olevan noin 10 kg/ha/vuosi. Kuitenkin Suomen viileässä ilmastossa vapaan typensidonnin määrään arvioitu vain muutamiksi kiloiksi hehtaarilta (Heinonen ym. 1992, s. 218). Sen sijaan palkokasvien ja apilan juurinyströiden symbioottinen typensidonta on noin 150 kg/ha. Taulukkoon 19 on biologiseksi typensidonnaksi arvioitu keskimäärin 5 kg/ha/v, joka koko maan peltoalalla tuottaa typpeä 11 miljoonaa kiloa.

Sekä laskeumien että typensidonnin laskelmat ovat hyvin karkeita, suuruusluokkia antavia arvioita. Niiden merkitys kokonaisainevirroissa jää kuitenkin hyvin vähäiseksi.

Taulukon 19 tuotospuolella on aluksi kasvituotannon ainetaseista saadut kasvisato, sivubio-massa sekä yhteyttämisessä vapautuva happi. Sen jälkeen on arviot viljelymaan ilmapääs-töistä. Viljelymaan orgaanisen aineen mineralisaatiosta johtuvien hiilidioksidi- ja typpioksi-duulipäästöjen arviot on saatu Suomen kansallisesta kasvihuonekaasupäästöjen inventaari-osta (Pipatti 2001, s. 38). Lannoitteiden ja lannan levityksen ammoniakkipäästöt ovat SYKE:n laskelmia (Grönroos ym. 1998). Ilmapäästöistä vain maaperän hiilidioksidipääs-töillä on merkitystä kokonaisainevirtojen kannalta.

”Yhteensä” -riviltä nähdään, että tuorepainoina mitattuna viljelymaahan panoksina tuleva ainemäärä, 64 miljardia kiloa, on huomattavasti suurempi kuin viljelymaan tuottama aine-määrä, 53 miljardia kiloa. Suurimmalta osin tämä johtuu siitä, että panosten - erityisesti lan-nan - mukana peltoon tuleva vesimäärä on suurempi kuin biomassatuotokseen sitoutuvan veden määrä. Koska veden käsittely taseissa on ongelmallista, on mielekkäämpää tarkastella kuiva-ainetasetta. Kuiva-aineena mitattu kokonaistuotos, 27,9 miljardia kiloa, on hieman suurempi kuin panosten yhteenlaskettu määrä, 27,5 miljardia kiloa. Siten kuiva-aineen net-tovähennemäksi muodostuu 0,4 miljardia kiloa.

Taulukon tuotospuolen alaosassa on kuitenkin tasetta täydentävät laskelmat. Kuiva-aineen sarakkeella on arvio viljelymaan eroosiosta, 3 miljardia kiloa. Eroosioarvio on hyvin karkea, ja se perustuu arvioon, että viljelymaan eroosio Suomessa on keskimäärin 1700 kg/ha/vuosi. Eroosion arvioinnista tarkemmin on esitetty teoksessa Mäenpää ym. 2000a, s. 16.

Eroosio huomioon ottaen viljelymaalle saadaan vuotuinen vähenemä, 3,3 miljardia kiloa. Arvio on kuitenkin hyvin epävarma.

5 Kotieläintalouden ainetaseet

5.1 Ainetaseiden muodostuksen yleisperiaatteet

Moderni ravitsemustutkimus perustuu paljolti energianäkökulmaan (esim. Maynard ym. 1979). Energianäkökulmassa selvitetään eläimen ravintotarve energiaksi muunnettuna. Toisaalta selvitetään rehujen energia-arvo. Yhdistämällä tiedot voidaan selvittää, kuinka paljon eri rehuja tarvitaan eläimen ravinnontarpeen tyydyttämiseksi. Toki myös ravintoainekoostumus on tärkeä. Kun myös eri rehujen kustannukset tiedetään, voidaan määrittää optimaalinen ruokinta, joka tyydyttää eläimen kokonaisenergiatarpeen ja on sekä ravintoainekoostumukseltaan että kustannuksiltaan tarkoituksenmukainen.

Kotieläinten kasvihuonekaasupäästöjen arviointiin IPCC (1996) on suosittanut energialähestymistä noudattavan matemaattisen mallin käyttöä. Tosin malli on kehitetty vain nautakarjalle. Menetelmää on käytetty myös Suomen kansallisen kasvihuonekaasupäästöjen inventaariossa nautakarjan metaanipäästöjen arviointiin (Pipatti 2001, D-4 - D-6).

Tässä tutkimuksessa kotieläinten aineenvaihdunnan taseiden muodostusta pyrittiin aluksi myös lähestymään energianäkökulmasta. Osoittautui kuitenkin, että kun rehujen käyttömäärä ja niiden ravintoainekoostumus tunnetaan, voidaan luvun 3.3. palamisen ainetaseilla suoraan johtaa aineenvaihdunnan taseet täsmällisemmin kuin energian kautta kiertäen. Päinvastoin aineenvaihdunnan ainetaseista voidaan sitten johtaa luvun 3.4. ravintoaineiden ja eritteiden bruttoenergia-arvojen avulla myös aineenvaihdunnan energiataseet.

Ainetaseet johdetaan seuraaville kotieläintyypeille:

- Lypsylehmä
- Lihanauta
- Emakko
- Lihasika
- Munituskana
- Broileri
- Turkiseläin.

Aineenvaihdunnan taseiden muodostukseen kehitettiin kullekin kotieläintyyppille Excel-laskentamalli.

Malliin syötetään eläinpaikkaa kohti lasketut vuotuiset rehumäärät ja eläintuotokset. Nämä tiedot on saatu MTTL:n tilamalleista muiden kuin turkiseläinten osalta. Tilamalleihin sisältyvät myös arviot ruokinnan rehuhävikistä. Eri rehuajien ravintoainekoostumus- ja sulavuustiedot on saatu Tuori ym.:n (1996) tutkimuksesta.

Malli laskee rehutiedoista syödyn ja sulavan ravinnon ravintoaineittain. Sulamaton ravinto poistuu eläimestä sontana. Ruoansulatuksessa osa ravinnon hiilihydraateista menetetään metaanina. Osa sulavista ravintoaineista sitoutuu eläintuotteisiin: kudossmassan kasvuun, maitoon ja kananmuniin. Loppuosa ravintoaineista käytetään energiantuotantoon polttamalla ne hiilidioksidiksi ja vedeksi. Proteiinien sisältämän typen palamisjäännös, urea, poistuu virtsassa - kanoilla ureahappo poistuu ulosteessa. Palamiseen tarvittava ulkoinen happi saadaan ja sen tuottama hiilidioksidi poistuu eläimen hengityksen kautta.

Mineraalien imeytyvyydeksi on oletettu kauttaaltaan 50 prosenttia. Osa imeytyvistä mineraaleista sitoutuu eläintuotteisiin. Mineraalitasapainon periaatteen mukaisesti oletetaan, että loppuosa mineraaleista korvaa eläimen kudossmassan yhdisteiden uudistumisessa hajoavien yhdisteiden mineraalimäärän, joka poistuu virtsan mukana.

Vesi toimii elimistössä ravintoaineiden ja solueritteiden liuottimena ja kuljettajana sekä lisäksi lämmönsäätelijänä. Erityisesti lämmönsäätelyyn kuluva vesimäärä voi vaihdella hyvinkin paljon. Veden ainetaseet johdetaan vesitasapainon periaatteella. Veden kokonaismäärä muodostuu rehuun sisältyvästä vedestä, arvioidusta juomaveden määrästä sekä ravintoaineiden palamisesta muodostuvasta metabolisesta vedestä. Osa vedestä sitoutuu eläintuotteisiin; osuus on muuten vähäinen, mutta lypsylehmien maidon osalta suuri. Veden poistumista virtsan ja sonnan mukana säädellään näiden kuiva-aineosuuden parametreilla. Loppu vedestä poistuu vesihöyryinä uloshengityksessä ja hikoiluna.

Lanta muodostuu ulosteista eli sonnasta ja virtsasta, rehujen ruokintahävikistä, kuivikelannan kuivikeoljesta ja lietelannan pesuvedestä. Lypsylehmien ulosteista osa päätyy suoraan laiturille. Lantamallissa kullekin kotieläintyypille asetetaan kuivikelannan ja lietelannan osuudet. Kuivikelannan osuudesta johdetaan kuivikeoljen käyttö ja lietelannan osuudesta huuhteluveden käyttö.

Aineenvaihdunnan taseet esitetään eläintyypikohtaisesti seuraavissa luvuissa. Kuitenkin on sitä ennen syytä käsitellä eräitä yleisiä piirteitä.

5.2 Lähtötiedot

Koska kotieläinten pitoajat vaihtelevat 7 viikosta neljään vuoteen, koko eläintyypikantaan yleistettävissä olevan laskentayksikönmuodostaminen on osin ongelmallinen. Seuraavassa käytetään käsitettä eläinpaikka, joka määritellään seuraavasti:

Eläinpaikka on kotieläimen yhdelle vuodelle laskettu keskiarvo, joka sisältää myös eläimen uudistamisen.

Valituille kotieläintyypeille eläinpaikka muodostuu seuraavasti:

Lypsylehmä

Lypsylehmää pidetään neljä vuotta, jonka jälkeen se teurastetaan. Lehmä vasikoi kerran vuodessa. Lehmäkannan uudistamiseksi joka neljäs vasikka pidetään ja kasvatetaan hiehoksi ja edelleen lehmäksi. Siten yksi lypsylehmän eläinpaikka sisältää yhden lehmän lisäksi hiehon ja 1/4 vasikan. Lypsylehmäpaikka tuottaa vuodessa maidon lisäksi 50 kilon vasikan, josta 3/4 vasikkaa toimitetaan lihanaudan kasvatukseen, sekä 1/4 lypsylehmän elopainona mitattua kudossmassaa, joka toimitetaan teuraaksi ja joka vastaa laskennallisesti hiehon kudossmassan vuosikasvua.

Lihanauta

Lihanauta hankitaan 50 kilon painoisena vasikkana ja se kasvatetaan 14 kuukaudessa 480 kilon elopainoon. Siten vuotta kohti tuotetaan 411 kg elopainoa ja panoksena käytetään 12/14 - osaa eli 43 kiloa vasikkaa.

Emakko

Emakon pitoaika on kolme vuotta. Emakko saa vuodessa 22 porsasta, jotka kasvatetaan emakkotilalla 22 kilon painoiseksi. Yksi porsas joka kolmas vuosi jää emakon uusintaan. Emakon elopaino on 300 kg, joten keskimääräinen emakon kudossmassan kasvu on 100 kg vuodessa, joka samalla on keskimääräinen, teurastamoille toimitettujen emakkojen massa eläinpaikkaa kohti vuodessa.

Lihasia

Lihasian pitoaika on 4 kuukautta, jona aikana se kasvaa 22 kiloista porsaasta 108 kilon elopainoon. Yksi lihastian eläinpaikka sisältää vuodessa kolme sikaa.

Munituskana

Munituskanan pitoaika on vuosi, ja sinä aikana se munii 18 kg kananmunia. Yksi muna, 60 g, kasvatetaan vuodessa 1,2 kilon painoiseksi kanaksi.

Broileri

Broileri kasvatetaan 60 g:n munasta 1,7 kilon elopainoon seitsemässä viikossa. Siten yksi broilerivuosi sisältää seitsemän broileripolvea.

Turkiseläin

Turkiseläimen kierto on yksi vuosi. Poikaset syntyvät kevättalvella, ja ne nahotaan noin puolivuotiaana loppuvuodesta, kun ne ovat saaneet talviturkin. Eläinpaikkana on tuotettu nahka, joka sisältää poikasen kasvun lisäksi 1/5 emoa ja siitosuroksen osuuden. Nahottu teurasruho

käytetään turkiseläinten rehunsekoittamoissa uudelleen rehuksi. Tämän turkiseläin lasketaan minkin ja siniketun keskiarvona.

Vuosittaiset tuotokset eläinpaikkaa kohti on oletettu seuraaviksi:

Lypsylehmä	maito	6180 kg	(6000 l)
	naudanliha	133 kg	(1/4 lehmän elopainosta*)
	vasikka	50 kg	
Lihanauta	naudanliha	411 kg	(12/14 lihanaudan elopainosta*)
Emakko	porsaat	484 kg	(22 porsasta, à 22 kg)
	sianliha	100 kg	(1/3 emakon elopainosta*)
Lihasika	sianliha	324 kg	(3 lihasikapolvea, à 108 kg)
Munituskana	kananmunat	18 kg	(300 munaa, à 60 g)
	kananliha	1,2 kg	(yksi kana)
Broileri	broilerinliha	12 kg	(7 broileripolvea, à 1,7 kg)
Turkiseläin	turkisinahka	0,4 kg	(minkki: 0,12 kg, kettu: 0,66 kg)
	teurasruho	4,3 kg	(minkki: 1,7 kg, kettu: 8,6 kg)

* elopaino = täysikasvuisen eläimen

Lihatuotokset on mitattu teuraspainona, teurastettavan elävän eläimen elopainona. Maataloustilastoissa kotieläintalouden lihatuotos ilmaistaan ruhopainoina. Ruhopaino sisältää eläimen ruhon ilman sisälmyksiä, päätä, sorkkia, häntää ja vuotaa. Ainetaseissa elopaino, eli eläimen koko paino on oikeampi käsite, koska koko eläin siirretään teurastamolle, ja teurasjätteet, joita myös jalostetaan monin tavoin eteenpäin, sisältyy teurastamojen ainevirtoihin. Maatalouden elopainotuotosta ei ole kuitenkaan tilastoitu. Ainetaseissa ruhopainon osuus elopainosta on laskettu seuraavasti:

- nauta 48 %
- sika 70 %
- broileri 70 %.

Eläintuotteiden ravintoainekoostumukset on esitetty taulukossa 21.

Rehujen käyttömäärät on esitetty taulukossa 22. Rehumäärien pohjadata saatiin MTTL:n tilamalleista. Koska kuitenkin tilamallien rehumäärät tuottivat kotieläintalouden kokonaistaloudella liian suuren omien rehujen käytön ja liian pienen ostorehujen käytön, rehurakenteita muokattiin lisäämällä ostorehujen osuutta ja vähentämällä omien rehujen osuutta siten, että rehujen kokonaisenergiämäärä pysyi ennallaan.

Taulukko 21. Kotieläintuotteiden ravintoainekoostumus, %.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Mineraalit	Vesi	Yhteensä
Vasikka	19	3	0	4	74	100
Lehmä	19	12	0	5	64	100
Maito	3	4	4	1	88	100
Lihanauta	18	10	0	4	68	100
Porsas	17	6	0	3	74	100
Lihasiika	12	36	0	3	49	100
Kananmuna	13	11	0	11	66	100
Broileri	22	18	0	3	57	100
Turkisinahka	40	2	0	5	53	100

Taulukko 22. Rehumäärät eläinpaikkaa kohti, kg/vuosi.

	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Liha- siika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin
ohra (1-03)	685	326	554	373	10	0.2	0.0
kaura (1-08)	1 385	0	699	0	10	0.2	0.0
kuivaheinä (19-04)	2 729	0	0	0	0	0.0	0.0
säilörehu (18-30)	10 734	6 834	0	0	0	0.0	0.0
laidun (16-03)	5 126	0	0	0	0	0.0	0.0
Oma rehu yhteensä	20 658	7 160	1 253	373	20	0.3	0.0
valkuaistiiviste (5-34)	864	258	263	0	0	0.0	0.0
kivennäisrehu (5-04)	88	26	0	0	0	0.0	0.0
kasvatusrehu (5-35)	0	47	0	300	0	16.8	0.0
juomarehu (8-30)	0	21	760	0	0	0.0	0.0
munitustiiviste (5-26)	0	0	0	0	17	0.0	0.0
kanakalkki	0	0	0	0	3	0.0	0.0
turkiseläimen rehu	0	0	0	0	0	0	84.5
Ostorehu yhteensä	952	352	1 023	300	20	16.8	84.5

Rehujen ruokintahävikit on oletettu MTTL:n tilamallien mukaisesti kaikilla eläinryhmillä samoiksi. Rehulajeittain hävikit ovat:

- Vilja 5 %
- Kuivaheinä 15 %
- Säilörehu 20 %
- Ostorehu 3 %.

Tuori ym. (1996) sisältää eri rehulajien ravintoainekoostumuksen ja sulavuuden hyvin yksityiskohtaisesti jaoteltuna - esimerkiksi ohra on jaettu viiteen alaryhmään. Ainetaseiden mallintamisessa rehuja käsitellään huomattavasti karkeammalla rehujaottelulla, ja julkaistusta aineistosta on etsitty kullekin rehulajille tyypilliset arvot. Taulukossa 22 rehunimikkeiden

perässä olevat numerokoodit viittaavat Tuori ym.:n (1996) rehukoodeihin. Taulukossa 23 on esitetty aineistosta lasketut rehujen ravintoainekoostumukset. Kuten ravintotutkimuksissa yleensäkin, hiilihydraatit on tässä jaettu edelleen sulaviin hiilihydraatteihin ja vaikeasti sulaviin kuituihin.

Taulukossa 24 on esitetty niinkään Tuori ym.:n (1996) aineistosta kootut rehujen sulavuusprosentit eri eläinryhmillä. Saman rehulajin ravintoarvo vaihtelee eläinlajien välillä, koska fysiologisista eroista johtuen rehun ravinto-aineiden sulavuus on erilainen. Taulukosta ilmenee, että etenkin rasvojen ja kuitujen sulavuus on heikompi siioilla kuin märehijöillä. Siipikarjalla sulavuus on yleisesti heikompi.

Juomaveden määrä eläinpaikkaa kohti on arvioitu seuraavasti:

- Lypsylehmä 80 l/vrk, hieho 40 l/vrk
- Lihanauta 40 l/vrk
- Emakko 16 l/vrk
- Lihasika 9 l/vrk
- Munituskana 0,23 l/vrk
- Broileri 0,30 l/vrk
- Turkiseläin 0,03 l/vrk.

Taulukko 23. Rehujen ravintoainekoostumus, %.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Yhteensä
ohra (1-03)	10,8	1,9	65,9	4,9	2,5	14,0	100,0
kaura (1-08)	11,2	5,2	55,9	10,7	3,1	14,0	100,0
kuivaheinä (19-04)	8,3	1,7	39,8	29,1	4,2	17,0	100,0
säilörehu (18-30)	3,7	1,1	9,5	6,6	2,1	77,0	100,0
laidun (16-03)	3,4	0,8	8,8	4,2	1,8	81,0	100,0
valkuaistiiviste (5-34)	43,9	7,2	27,1	5,2	5,7	11,0	100,0
kivennäisrehu (5-04)	41,4	0,9	27,0	14,4	6,3	10,0	100,0
kasvatusrehu (5-35)	45,8	3,0	28,2	5,1	5,9	12,0	100,0
juomarehu (8-30)	7,0	0,9	13,1	0,1	0,9	78,0	100,0
munitustiiviste (5-26)	34,4	3,9	32,1	11,5	7,1	11,0	100,0
kanakalkki	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	10,0	100,0
turkiseläinten rehu	8,2	9,0	3,8	0,0	9,0	70,0	100,0

Taulukko 24. Rehujen sulavuusprosentit eri eläinryhmissä, %.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut
Märehtijät				
ohra (1-03)	72	75	89	30
kaura (1-08)	77	90	76	30
kuivaheinä (19-04)	56	50	61	60
säilörehu (18-30)	74	73	74	75
laidun (16-03)	74	60	80	80
valkuaistiiviste (5-34)	90	83	91	70
kivennäisrehu (5-04)	86	34	60	25
kasvatusrehu (5-35)	90	74	91	70
juomarehu (8-30)	87	72	95	50
Siat				
ohra (1-03)	71	55	89	15
kaura (1-08)	74	82	77	15
valkuaistiiviste (5-34)	88	78	91	60
kasvatusrehu (5-35)	88	63	91	60
juomarehu (8-30)	93	89	96	10
Siipikarja				
ohra (1-03)	64	60	77	0
kaura (1-08)	68	84	63	0
kasvatusrehu (5-35)	87	50	36	0
munitustiiviste (5-26)	80	50	30	0
Turkiseläimet				
turkiseläimen rehu	85	90	78	0

5.3 Aineenvaihdunnan taseet

Kotieläinten aineenvaihdunnan taseet esitetään seuraavassa eläinpaikkakohtaisesti. Ensimmäisenä esitettävät lypsylehmän taseet käydään läpi yksityiskohtaisemmin ja samalla tuodaan esiin laskentaperiaatteet. Muiden eläinlajien osalta esitetään lähinnä taseiden erityispiirteet.

5.3.1 Lypsylehmä

Lypsylehmän aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 25.

Syöteriveille syötetään ensin syödyn rehun määrä ravintoaineittain sekä juomaveden määrä. Hengityksessä sisään otettu happi määräytyy käyttöpuolen energiantuotannon kuluttamasta hapesta käsin.

Käyttöpuolella energiaravintoaineiden ja mineraalien sulamaton osa poistuu sontana. Virtsasssa poistuu proteiinista muodostuva urea sekä solujen uudistumisritteiden mineraalit. Sonnan ja virtsan vesi määrätään sonnan ja virtsan kuiva-ainepitoisuusparametreilla. Metaanin tuotos määräytyy hiilihydraattien ja kuidun sulatuksesta. Metaaninmuodostusparametri-
en arvot on asetettu niin, että ne tuottavat Suomen kasvihuonekaasupäästöinventaarion mu-

Taulukko 25. Lypsylehmän aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	1 305	312	3 610	1 685	477	11 534			18 922	133 799
Vesi						32 850			32 850	
Hengitys							4 963		4 963	
Yhteensä	1 305	312	3 610	1 685	477	44 384	4 963	0	56 735	133 799
Käyttö										
Sonta	308	81	917	597	238	8 565			10 706	36 397
Virtsa	268				190	7 171			7 628	2 839
Metaani			94	38					132	7 330
Maito	184	252	266	0	40	5 438			6 180	17 637
Vasikka	10	2	0	0	2	37			50	281
Hiehojen kasvu	25	16	0	0	7	85			133	1 152
- 1/4 vasikka	-2	0	0	0	-1	-9			-13	
Energiantuotanto	513	-38	2 333	1 049		-3 151	4 963	-5 670	0	68 162
Uloshengitys, haihdunta						26 249		5 670	31 919	
Yhteensä	1 305	312	3 610	1 685	477	44 384	4 963	0	56 735	133 799

kaiset metaanipäästöt (Pipatti 2001, D-4 - D-6). Osa sulaneista ravintoaineista sitoutuu suoraan eläintuotoksiin, maitoon, vasikkoihin ja hiehojen kasvuun. Koska joka neljäs vasikka käytetään uudisvasikkana, eli muunnetaan hiehoksi, on se laskentakonsistenssin vuoksi vähennettävä pois.

Eläintuotoksiin sitoutuneiden ravintoaineiden jälkeen loppuosa ravintoaineista on käytettävissä energiantuotantoon. Energiantuotantorivillä on ensin palamiseen käytettävät energiaravintoaineiden määrät. Energiantuotantoon käytettävissä olevasta proteiinista on vähennetty virtsaan sisältyvä urea, joten kyseessä on ns. ureaton proteiini. Rasvojen energiantuotantoon käytettävissä oleva määrä on negatiivinen. Tämä johtuu siitä, että eläintuotteisiin, tässä tapauksessa erityisesti maitoon, on kulunut enemmän rasvoja kuin mitä ravintoon on sisältynyt. Eläimen elimistössä tämä vaje korvataan muuntamalla hiilihydraatteja rasvoiksi. Palamisen taseissa negatiivinen rasva nettouttaa oikein tämän ravintoainemuunnon vaikutuksen poltettavien ravintoaineiden alkuainekoostumukseen sekä myös jouleiksi muunnettuna tuotettuun energiamäärään. Ravintoaineiden palamisen taseilla energiantuotantorivillä lasketaan palamisessa muodostuva vesi ja hiilidioksidi sekä kulutettu happi. Energiantuotannossa muodostuva ns. metabolinen vesi yhdistyy vesitasapainoon ja hiilidioksidi poistuu uloshengityksessä. Veden poistuminen uloshengityksessä ja hikoiluna määrätään vesitasapainon jäännöseränä.

Aineenvaihdunnan taseen oikean reunan sarakkeessa ainevirrat on muunnettu myös energiaksi, megajouleiksi. Energiamuunnokset on tehty energiaravintoaineiden sarakkeilta käyttäen hyväksi luvussa 3.4 esitettyjä energiaravintoaineiden ja eritteiden bruttoenergia-arvoja. Energiamuunnossa ei tarvita eläinten ravintotutkimuksissa yleisesti käytettyjä muuntokelpoisen energian ja nettoenergian käsitteitä, koska näihin käsitteisiin sisältyvät erilaiset energiatappiot tulevat ainetaseessa esille eriteltyjen ainevirtojen kautta. Taseen mukaan eritteissä

Taulukko 26. Lypsylehmän ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	56 748	OUTPUT	56 748
Rehu	18 922	Maito	6 180
1/4 vasikka	13	Vasikka	50
Vesi	32 850	Hieho	133
Happi	4 963	Sonta	10 706
		Virtsa	7 628
		Vesihöyry	26 249
		Hiilidioksidi	5 670
		Metaani	132

Tase 2

INPUT	56 748	OUTPUT	56 748
Kuiva-aine	7 391	Kuiva-aine	3 401
Vesi	44 394	Vesi	21 295
Kaasu	4 963	Kaasu	32 051

- sonnassa, virtsassa ja metaanissa - menetetään ravinnon sisältämästä energiasta 35 prosenttia, eläintuotteisiin sitoutuu vain 15 prosenttia, ja loput energiasta käytetään elintoimintojen ylläpitoon.

Aineenvaihduntataseen tulos voidaan esittää myös pelkistettyinä ulkoisina ainetaseina taulukon 26 mukaisesti. Taseessa 1 panokset ja tuotokset on esitetty tuotteina, taseessa 2 jaoteltuna tuotesisältöjen kuiva-aineeksi, vedeksi ja kaasuiksi. Ulkoisten taseiden summa on hieman suurempi kuin aineenvaihdunnan taseen summa, koska uudistamiseen käytetty 1/4 vasikka on taseessa siirretty panospuolelle.

Tase 2 osoittaa aineenvaihdunnassa tapahtuvat huomattavat aineen olomuodon muutokset. Tuotoksien kuiva-ainesisältö ja samoin vesisisältö ovat vajaa puolet panoksien kuiva-ainesta ja vedestä. Sen sijaan ilmaan haihtuu kaasuina yli kuusinkertainen määrä sisään otettujen kaasujen määrästä.

5.3.2 Lihanauta

Lihanaudan aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 27 ja ulkoiset taseet taulukossa 28. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään 30 prosenttia, tuotteisiin sitoutuu 10 prosenttia ja elintoimintoihin käytetään 60 prosenttia.

5.3.3 Emakko

Emakon aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 29 ja ulkoiset taseet taulukossa 30. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään noin neljäsosa, tuotteisiin sitoutuu vajaa viidesosa ja elintoimintoihin käytetään runsaat puolet.

5.3.4 Lihaska

Lihaskan aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 31 ja ulkoiset taseet taulukossa 32. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään noin neljäsosa, tuotteisiin sitoutuu lähes 45 prosenttia ja elintoimintoihin kuluu 30 prosenttia.

Taulukko 27. Lihanaudan aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	377	85	816	396	140	4 305			6 118	32 978
Vesi						14 600			14 600	
Hengitys							1 464		1 464	
Yhteensä	377	85	816	396	140	18 905	1 464	0	22 182	32 978
Käyttö										
Sonta	76	21	168	108	84	1 831			2 289	7 352
Virtsa	80				41	1 895			2 016	846
Metaani			23	10					33	1 813
Lihanauta	74	41	0	0	16	280			411	3 195
- Vasikka	-8	-1	0	0	-2	-32			-43	
Energiantuotanto	155	24	625	278		-925	1 464	-1 620	0	19 771
Uloshengitys, haihdunta						15 856		1 620	17 476	
Yhteensä	377	85	816	396	140	18 905	1 464	0	22 182	32 978

Taulukko 28. Lihanaudan ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	22 225	OUTPUT	22 225
Rehu	6 118	Liha	411
Vasikka	43	Sonta	2 289
Vesi	14 600	Virtsa	2 016
Happi	1 464	Vesihöyry	15 856
		Hiilidioksidi	1 620
		Metaani	33

Tase 2

INPUT	22 225	OUTPUT	22 225
Kuiva-aine	1 824	Kuiva-aine	710
Vesi	18 936	Vesi	4 006
Kaasut	1 464	Kaasut	17 509

Taulukko 29. Emakon aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	295	69	883	111	55	770			2 182	26 686
Vesi						5 840			5 840	
Hengitys							1 065		1 065	
Yhteensä	295	69	883	111	55	6 610	1 065	0	9 087	26 686
Käyttö										
Sonta	53	15	134	88	27	1 798			2 115	5 640
Virtsa	51				9	2 922			2 982	542
Metaani			15	0					15	856
Porsaiden kudosmassa	82	29	0	0	16	356			484	2 981
Emakon liha (elopaino)	12	36	0	0	3	49			100	1 518
- 1/3 uudistusporras	-1	0	0	0	0	-5			-7	-45
Energiantuotanto	98	-11	735	22		-657	1 065	-1 251	0	15 150
Uloshengitys, haihdunta						2 147		1 251	3 398	
Yhteensä	295	69	883	111	55	6 610	1 065	0	9 087	26 641

Taulukko 30. Emakon ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	9 094	OUTPUT	9 094
Rehu	2 182	Porsaat	484
1/3 porsas	7	Emakon liha	100
Vesi	5 840	Sonta	2 115
Happi	1 065	Virtsa	2 982
		Vesihöyry	2 147
		Hiilidioksidi	1 251
		Metaani	15

Tase 2

INPUT	9 094	OUTPUT	9 094
Kuiva-aine	1 415	Kuiva-aine	555
Vesi	6 615	Vesi	5 126
Kaasut	1 065	Kaasut	3 413

Taulukko 31. Lihasian aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	172	15	316	32	26	85			645	10 695
Vesi						3 285			3 285	
Hengitys							208		208	
Yhteensä	172	15	316	32	26	3 370	208	0	4 139	10 695
Käyttö										
Sonta	27	6	33	21	16	411			514	1 799
Virtsa	40				4	1 432			1 476	425
Metaani			6	0					6	326
Lihasiat (elopaino)	39	117	0	0	8	160			324	4 918
- porsaat	-11	-4	0	0	-2	-49			-66	
Energiantuotanto	77	-104	277	11		-248	208	-222	0	3 227
Uloshengitys, haihdunta						1 664		222	1 885	
Yhteensä	172	15	316	32	26	3 370	208	0	4 139	10 695

Taulukko 32. Lihasian ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	4 205	OUTPUT	4 205
Porsaat	66	Lihasika	324
Rehu	645	Sonta	514
Vesi	3 285	Virtsa	1 476
Happi	208	Vesihöyry	1 664
		Hiilidioksidi	222
		Metaani	6

Tase 2

INPUT	4 205	OUTPUT	4 205
Kuiva-aine	578	Kuiva-aine	311
Vesi	3 418	Vesi	2 003
Kaasu	208	Kaasu	1 891

5.3.5 Munituskana

Munituskanan aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 33 ja ulkoiset taseet taulukossa 34. Siipikarjan aineenvaihdunnan tase poikkeaa nisäkkäiden aineenvaihdunnasta siinä, että sonta ja virtsa erittyvät yhtenäisenä ulosteena, johon myös proteiinin palamistuloksena muodostuva ureahappo ohjautuu. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään lähes puolet, tuotteisiin sitoutuu vajaa neljännes ja elintoimintoihin kuluu runsaat neljännes.

5.3.6 Broileri

Broilerin aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 35 ja ulkoiset taseet taulukossa 36. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään runsaat 43 prosenttia, tuotteisiin sitoutuu noin puolet ja elintoimintoihin kuluu vain 7 prosenttia.

Taulukko 33. Munituskanan aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hilli- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Happi	Hilli- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	7,6	1,3	16,9	3,3	4,7	4,8			38,6	579,3
Vesi						82,8			82,8	
Hengitys							13,0		13,0	
Yhteensä	7,6	1,3	16,9	3,3	4,7	87,6	13,0	0,0	134,4	579,3
Käyttö										
Uloste	3,5	0,5	7,1	3,3	2,7	44,0			61,1	280,7
Metaani			0,0	0,0					0,0	0,0
Kananmunat	2,3	1,9	0,0	0,0	1,9	11,9			18,0	121,1
Kananliha (elopaino)	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6			1,2	17,9
- uudistuspoikaset	-0,1	-0,4	0,0	0,0	0,0	-0,6			-1,2	
Energiantuotanto	1,8	-1,0	9,8	0,0		-8,9	13,0	-14,7	0,0	159,6
Uloshengitys, haihdunta						40,6		14,7	55,2	
Yhteensä	7,6	1,3	16,9	3,3	4,6	87,6	13,0	0,0	134,4	579,3

Taulukko 34. Munituskanan ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	135.6	OUTPUT	135.5
Rehu	38.6	Munat	18.0
Poikaset	1.2	Liha	1.2
Vesi	82.8	Uloste	61.1
Happi	13.0	Vesihöyry	40.6
		Hilidioksidi	14.7
		Metaani	0.0

Tase 2

INPUT	135.6	OUTPUT	135.5
Kuiva-aine	34.4	Kuiva-aine	23.8
Vesi	88.2	Vesi	56.5
Kaasut	13.0	Kaasut	55.2

Taulukko 35. Broilerin aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	7,5	0,5	4,8	0,9	1,0	2,0			16,6	295,9
Vesi						109,5			109,5	
Hengitys							2,2		2,2	
Yhteensä	7,5	0,5	4,8	0,9	1,0	111,5	2,2	0,0	128,3	295,9
Käyttö										
Uloste	2,9	0,2	3,1	0,9	0,7	19,7			27,3	143,4
Metaani			0,0	0,0					0,0	0,0
Kananliha	2,7	2,1	0,0	0,0	0,4	6,8			12,0	136,7
- uudistusmunat	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3			-0,4	-2,8
Energiantuotanto	2,0	-1,7	1,7	0,0		-4,2	2,2	0,1	0,0	18,6
Uloshengitys, haihdunta						89,5		-0,1	89,4	
Yhteensä	7,5	0,5	4,8	0,9	1,0	111,5	2,2	0,0	128,3	295,9

Taulukko 36. Broilerin ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	128.7	OUTPUT	128.7
Rehu	16.6	Liha	12.0
Munat	0.4	Uloste	27.3
Vesi	109.5	Vesihöyry	89.5
Happi	2.2	Hiilidioksidi	-0.1
		Metaani	0.0

Tase 2

INPUT	128.7	OUTPUT	128.7
Kuiva-aine	14.7	Kuiva-aine	12.8
Vesi	111.8	Vesi	26.5
Kaasu	2.2	Kaasu	89.4

5.3.7 Turkiseläin

Turkiseläimen aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 37 ja ulkoiset taseet taulukossa 38. Taulukot sisältävät myös eläinkannan uudistumisen, koska yhtä teurastettua ja nahoitettua emoa vastaa aina yksi säästetty poikanen. Teurasruho käytetään turkiseläinten rehusekoittamoissa uudelleen rehuksi.

5.3.8 Kotieläinten ravinnonkäytön energiatehokkuuden vertailu

Kotieläinten ravinnonkäytön tehokkuutta voidaan vertailla sen mukaan, kuinka suuri osa rehujen energiasisällöstä siirtyy tuotteisiin ja kuinka suuri osa menetetään eritteissä ja eläimen itsensä kuluttamana energiana. Taulukossa 39 on vertailtu kotieläinten bruttoenergian käytön jakaumia.

Lypsylehmillä ja lihanaudoilla ja emakoilla tuotteisiin sitoutuu vain 10 - 17 prosenttia ravinnon energiasisällöstä. Munituskanoilla tuotteiden energiaosuus on neljänneksen luokkaa. Lihasiat ja broilerit yltyvät noin 45 prosentin osuuteen. Emakon energiatalouden liittäminen lihasikatuotantoon samoin kuin munituskanan energiatalouden liittäminen broilerituotantoon heikentäisi näiden energiatehokkuutta kuitenkin jonkin verran.

Taulukko 37. Turkiseläimen aineenvaihdunnan tase, kg/v.

	Proteiinit	Rasvat	Hilli- hydraatit	Kuidut	Tuhka	Vesi	Happi	Hilli- dioksidi	Yhteensä kg / v	Energia MJ / v
Syöte										
Rehu	6,7	7,4	3,1	0,0	7,4	57,4			82,0	468
Vesi						12,3			12,3	
Hengitys							25,1		25,1	
Yhteensä	6,7	7,4	3,1	0,0	7,4	69,7	25,1	0,0	119,4	468
Käyttö										
Sonta	1,0	0,7	0,7	0,0	3,7	14,3			20,4	62
Virtsa	1,7				3,6	47,5			52,8	18
Metaani			0,0	0,0					0,0	3
Turkisnahka	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2			0,4	4
Teurasruho	0,5	1,6	0,0	0,0	0,1	2,1			4,3	66
Energiantuotanto	3,3	5,1	2,4	0,0		-15,6	25,1	-20,3	0,0	316
Uloshengitys, haihdunta						21,1		20,3	41,4	
Yhteensä	6,7	7,4	3,1	0,0	7,4	69,7	25,1	0,0	119,4	468

Taulukko 38. Turkiseläimen ulkoiset ainetaseet, kg/v.

Tase 1

INPUT	119,4	OUTPUT	119,4
Rehu	82,0	Turkis	0,4
Vesi	12,3	Teurasruho	4,3
Happi	25,1	Sonta	20,4
		Virtsa	52,8
		Vesihöyry	21,1
		Hilidioksidi	20,3
		Metaani	0,0

Tase 2

INPUT	119,4	OUTPUT	119,4
Kuiva-aine	24,6	Kuiva-aine	13,8
Vesi	69,7	Vesi	64,2
Kaasu	25,1	Kaasu	41,4

Taulukko 39. Ravinnon bruttoenergian käytön jakautuma kotieläintyypeittäin, %.

	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Liha- sika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin
Eritteet	35	30	26	24	48	48	18
Energiantuotanto	51	60	57	30	28	6	68
Tuotteet	14	10	17	46	24	45	15
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100

Turkiseläimillä turkisnahkaan sitoutuu energiasta vain prosentti. Taulukossa turkiseläimen tuotteeksi on lisätty kuitenkin myös teurasruho, koska se käytetään uudelleen rehuksi.

Lihaskojen ja broilereiden nopea kasvu ja energiankulutuksen minimoivat kasvatusolot vähentävät näiden eläinten energian tarvetta. Munituskanoilla ja broilereilla liikkumismahdollisuudet on rajoitettu äärimmilleen, mutta toisaalta siipikarjalla on nautoihin ja sikoihin verrattuna heikompi ruoansulatuskyky, mikä nostaa niiden ulosteisiin sitooutuneen energiamäärää.

Sikojen eritteissä menettämä energiaosuus on alhaisin, mutta nautoihin verrattuna sikojen ravinnosta suuri osa on ostorehuja, joiden sulavuus on korkea. Naudoilla ruoansulatuskyky on korkea, mutta juuri siksi niiden ravintokoostumus onkin ohjautunut vaikeasti sulaviin rehuihin.

Tehokkuuden vertailussa on vielä muistettava, että eritteistä sonta ja virtsa päätyvät takaisin peltoon, jolloin niiden energia tulee kierrätetyksi kasvinviljelyssä.

5.4 Lantataseet

Lannan muodostuksen taseet on esitetty taulukossa 40. Aluksi on esitetty lähtötiedot, jotka ohjaavat sonnan ja virtsan jakautumista laitumelle, kuivikelantaan ja lietelantaan. Lanta muodostuu panospuolella sonnasta ja virtsasta, rehujen ruokintahävikistä, kuivikelannan oljesta sekä lietelannan huuhteluvedestä.

Tuotospuolella lantamäärästä vähennetään lannan navettakäsittelyn ja varastoinnin aikaiset ammoniakki- ja metaanipäästöt. Lannanmuodostuksen laskentamallissa lannan panostekijät lasketaan ravintoaineittain. Ammoniakkipäästöt johdetaan lannan proteiinin typen perusteella Grönroosin (Grönroos ym. 1998) käyttämien päästöparametrien mukaisina. Lannan metaanipäästöt johdetaan lannan ravintoaineiden sisältämän hiilen perusteella siten, että ne ovat mahdollisimman yhdenmukaisia Suomen kasvihuonekaasupäästöjen inventaariossa (Pipatti 2001) saatuihin tuloksiin. Lannan peltovetyksen päästöt on siirretty kasvinviljelyn peltotaseeseen.

Taulukko 40. Lannanmuodostuksen taseet, kg/eläinpaikka/v.

	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Liha- sika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin
Lähtötiedot							
Laidunpäiviä/v	120	0	0	0	0	0	0
Kuivikelannan osuus	60 %	60 %	40 %	40 %	100 %	100 %	100 %
Input	34 849	10 890	11862	4 017	62,7	27,8	81,0
Sonta	10 706	2 289	2115	514	61,1	27,3	21,8
Virtsa	7 628	2 016	2982	1 476	0,0		56,5
Rehuhävikki	2 688	1 394	93	28	1,5	0,5	2,7
Olki	827	191	372	0	0,0	0,0	0,0
Huuhteluvesi	13 000	5 000	6300	2 000	0,0	0,0	0,0
Output1	34 849	10 890	11862	4 017	62,7	27,8	81,0
Lanta	34779	10 866	11847	4 009	62,3	27,6	80,6
Ammoniakkipäästöt	50	19	12	8	0,3	0,3	0,3
Metaanipäästöt	20	5	4	1	0,0	0,0	0,0
Output2	34 849	10 890	11862	4 017	62,7	27,8	81,0
Kuiva-aine	4 179	1 055	744	162	18,1	7,8	12,6
Vesi	30 600	9 811	11103	3 846	44,2	19,7	68,0
Kaasut	71	24	15	9	0,3	0,3	0,4

5.5 Kotieläintalouden kokonaistaseet

Yhdistämällä aineenvaihdunnan taseet ja lantataseet saadaan taulukon 41 mukaiset kotieläinten kokonaisainetaseet eläinpaikkaa kohti eläintyypeittäin. Taulukossa 42 eläinpaikka-kohtaiset taseet on korotettu vastaamaan koko Suomen kotieläintalouden tuotantoa vuonna 1995. Korotus on tehty eläinpaikkojen lukumäärällä siten, että eri kotieläintuotteiden tuotanto vastaa maataloustilastojen mukaista vuoden 1995 tuotantoa. Sarakkeelle "Vertailu" on tilastoista poimittu saatavilla olevia vastaavia lukuja. Lihatuotoksissa ruhopainot on muunnettu elopainoiksi. Tuotospuolella rivit "Vasikat", "Porsaas" ja "Kananpojat" ovat toisen eläinpaikkatyyppin poikastuotantoa toiselle eläinpaikkatyyppille. Koska munituskanojen poikaskasvattamoille ei ole omaa eläinpaikkatyyppiä, broilerituotantoa on käytetty edustamaan myös sitä.

Kotieläintalouden aggregoitu ainetase on esitetty taulukossa 43 ja kuvassa 7. Kuvan ainevirranuolien leveydet on suhteutettu virtojen suuruuteen. Kotieläintaloudessa tapahtuu mitä melkoisin muutos aineen olomuodosta toiseen.

Taulukko 41. Kotieläinten kokonaisainetaseet, kg/eläinpaikka/v.

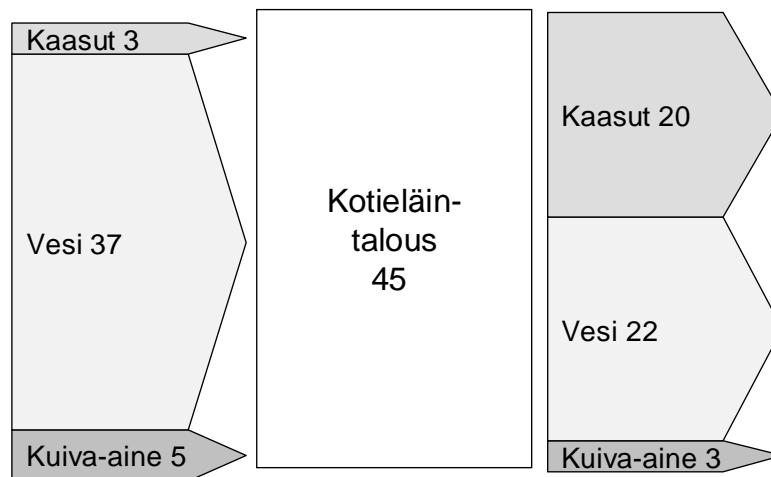
	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Liha- sika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin
Input	73 250	28 767	15 852	6 166	135,9	128,8	130,2
Rehukasvit	20 658	7 160	1 253	373	20,2	0,3	0,0
Ostorehu	952	352	1 023	300	19,9	16,8	90,0
Olki	827	191	372	0	0,0	0,0	0,0
Vesi (juoma+pesu)	45 850	19 600	12 140	5 285	82,8	109,5	13,1
Happi	4 963	1 464	1 065	208	13,0	2,2	27,1
Output	73 250	28 767	15 852	6 166	135,9	229,1	130,2
Maito	6 180	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Vasikat	38	-43	0	0	0,0	0,0	0,0
Lihanauta	133	411	0	0	0,0	0,0	0,0
Porsaas	0	0	477	-66	0,0	0,0	0,0
Lihasisika	0	0	100	324	0,0	0,0	0,0
Kananmunat	0	0	0	0	18,0	-0,4	0,0
Kananpojat	0	0	0	0	-1,2	0,0	0,0
Broilerit	0	0	0	0	1,2	12,0	0,0
Turkisnahka	0	0	0	0	0,0	0,0	0,4
Teurasruho	0	0	0	0	0,0	0,0	4,3
Lanta	34 779	10 866	11 847	4 009	62,3	127,9	80,6
Ammoniakki	50	19	12	8	0,3	0,3	0,3
Metaani	153	38	19	7	0,0	0,0	0,1
Hiihidioksidi	5 670	1 620	1 251	222	14,7	-0,1	21,9
Vesihöyry	26 249	15 856	2 147	1 664	40,6	89,5	22,5

Taulukko 42. Suomen kotieläintalouden kokonaisainetase 1995, milj. kg.

	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Liha- sika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin	Yhteensä	Vertailu
Eläinpaikkoja, 1000 kpl	399	340	95	680	4300	5100	3749		
Input	29 227	9 781	1 506	4 193	584	657	488	46 436	
Rehukasvit	8 243	2 434	119	254	87	2	0	11 138	11 179
Ostorehu	380	120	97	204	86	86	337	1 309	1 044
Olki	330	65	35	0	0	0	0	430	500
Vesi (juoma +huuhtelu)	18 294	6 664	1 153	3 594	356	558	49	30 669	
Happi	1 980	498	101	142	56	11	102	2 889	
Output	29 227	9 781	1 506	4 193	584	657	488	46 436	
Maito	2 466	0	0	0	0	0	0	2 466	2 468
Vasikat	15	-15	0	0	0	0	0	0	
Lihanauta	53	140	0	0	0	0	0	193	192
Porsaat	0	0	45	-45	0	0	0	0	
Lihasika	0	0	10	220	0	0	0	230	239
Kananmunat	0	0	0	0	77	-2	0	75	75
Kananpojat	0	0	0	0	-5	0	0	-5	
Kananliha	0	0	0	0	5	61	0	66	61
Turkisnahat	0	0	0	0	0	0	1	1	
Teurasruhot	0	0	0	0	0	0	16	16	
Lanta	13 877	3 694	1 125	2 726	268	141	302	22 133	20 000
Ammoniakki	20	6	1	5	1	1	1	37	29
Metaani	61	13	2	5	0	0	0	81	84
Hiilidioksidi	2 262	551	119	151	63	-1	82	3 227	
Vesihöyry	10 473	5 391	204	1 131	174	457	85	17 915	

Taulukko 43. Suomen kotieläintalouden aggregoitu ainetase vuonna 1995, mrd. kg.

INPUT	45,3	OUTPUT	45,3
Kuiva-aine	5,1	Kuiva-aine	2,8
Vesi	37,4	Vesi	21,7
Kaasu	2,8	Kaasu	20,8



Kuva 7. Kotieläintalouden ainetase vuonna 1995, mrd. kg.

6 Väestön aineenvaihdunta

6.1 Ravinnon kulutus

Väestön ravinnonkulutuksen pohjadata on käytetty Tilastokeskuksen vuoden 1998 kulutustutkimusta, jossa tavanomaisen markkamääraisten kulutusmenojen lisäksi kysyttiin elintarvikkeiden kulutuksesta myös määrätiedot. Kulutustutkimuksen kysely kohdistetaan satunnaisotoksella valituille kotitalouksille. Kyselyyn osallistuneiden kotitalouksien lukumäärä oli vuoden 1998 kyselyssä 4359. Kun kotitalouksien keskokoko oli 2,16 henkeä, kysely kattoi siten 9400 henkilön kulutuksen (Tennilä 2000).

Kulutustutkimuksessa kotitalouksien hankkimia erilaisia elintarvikkeita on 248 kappaletta. Ravintoloissa ja ruokaloissa nautitut ateriat ja juomat on kuitenkin kysytty annosten lukumäärinä. Annoslajeja on 37 kappaletta. Kansanterveyslaitoksen (KTL) FINELI-tietopankissa (FINELI 2001) on laajat tiedot erilaisten ruoka- ja myös juoma-annosten valmistuksen raaka-ainemääristä. FINELI:n avulla ravintola-annokset muunnettiin eri elintarvikkeiden määriksi. Nestemäisten elintarvikkeiden määrät on kulutustutkimuksessa kysytty litroina. Ne muutettiin tässä tutkimuksessa kiloiksi, maitotuotteet muuntokertoimella 1,03 kg/l.

Muun muassa kansantalouden tilinpidon kulutusmenojen aikasarjojen laadinnan yhteydessä on todettu, että kulutustutkimus tuottaa systemaattisesti liian alhaiset kulutusluvut alkoholille. Sen vuoksi tässäkin kulutustutkimuksen alkoholin kulutusluvut korvattiin STAKES:in tuottamilla alkoholin vähittäis- ja anniskelumyyntin tietoihin perustuvilla tilastoilla (STAKES 2000). Määrätiedot on annettu alkoholilajeittain sekä juomalitroina että puhtaaksi alkoholiksi muunnettuna litroina. STAKES:in tilastoissa on arvioitu myös suomalaisten ulkomailla nauttimat ja ulkomailta tuomat alkoholimäärät. Myös nämä turistialkoholit on lisätty tässä tutkimuksessa alkoholin kulutuslukuihin. Litratiedot on muunnettu kiloiksi käyttäen hyväksi puhtaan alkoholin ominaispainoa, 0,789 kg/l, sekä puhtaan alkoholin osuutta kokonaisjuomamäärästä eri alkoholilajeissa.

Kulutustutkimuksen tiedot on vuodelta 1998. Koska tämän tutkimuksen tarkasteluvuosi on 1995, vuoden 1998 tiedot muunnettiin vuoteen 1995 kansantalouden tilinpidon kotitalouksien kulutusmenojen kiinteähintaisilla aikasarjoilla. Kansantalouden tilinpidon kulutusmenojen aikasarjat sisältävät yksityiskohtaisimmalla tasollaan 51 elintarviketuotetta. Kulutustutkimuksen ja kansantalouden tilinpidon tuoteluokitus perustuvat molemmat samaan kansainväliseen tuoteluokitukseen, COICOP:iin (classification of individual consumption by purpose), kulutustutkimus sen 7-numero- ja kansantalouden tilinpito 5-numerotasoon. Kansantalouden tilinpidon elintarvikkeiden COICOP-luokitus on esitetty liitteessä 5.

Alkoholin vuoden 1995 kulutusluvut saatiin suoraan STAKES:in tilastoista (STAKES 1997).

Kotitalouksien elintarvikkeiden hankintamäärät henkeä kohti vuodessa vuosina 1998 ja 1995 on esitetty taulukossa 44. Elintarvikkeet on yhdistetty 21 tuoteryhmään, jotka on numeroitu juoksevasti. Ryhmien täsmällinen yhteys COICOP-luokkiin on esitetty liitteessä 5.

KTL:n FINELI-tietopankki kattaa hyvin laajan ja yksityiskohtaisen elintarvikevalikoiman energiavarintoaineiden pitoisuustiedot. Tätä tutkimusta varten KTL:lta saatiin runsaat 600 elintarviketta kattava tiedosto, jossa energiavarintoainetiedot on täydennetty mineraali- ja vesipitoisuustiedoilla.

Taulukossa 45 on esitetty 21 elintarvikeryhmän ravintoainejakaumat ja fysiologiset ominaisenergiat (MJ/kg). Ravintoainejakaumat on saatu laskemalla ensin KTL:n ravintoainejakau-
mista ravintoainesisällöt kotitaloustiedustelun COICOP-tuotteille ja yhdistämällä sitten tuotteet ottaen huomioon vuoden 1998 osuudet. Elintarvikkeiden fysiologiset ominaisenergiat on saatu kertomalla energiavarintoaineiden osuudet niiden taulukon 14 mukaisilla fysiologisen energian (muuntokelpoisen energian) sisällöillä.

Jotta elintarvikkeiden hankinnasta päädytään syötyyn ravintomäärään, on vähennettävä erilaiset hävikit. Tätä varten kullekin kulutustutkimuksen elintarvikkeelle on arvioitu ei-syötävän osan osuus. Ei-syötäviä osia ovat muun muassa liha- ja kalatuotteiden luut sekä perunan, hedelmien ja kananmunan kuoret. Erityisen ongelman muodostavat kahvi ja tee, joista yleensä vain vähäinen osa uutetaan juomaan. Kuitenkin murukahvit ja -tee liukenevat kokonaisuudessaan juomaan. Tiedot ei-syötävien osien osuuksista saatiin lähteistä Lallukka & Ovas-

Taulukko 44. Kotitalouksien ravinto hankittuina elintarvikkeina vuosina 1998 ja 1995, kg/henkilö, sekä hankinnan muutos vuodesta 1995 vuoteen 1998, %.

	1998			1995			Muutos 1998/1995, %		
	Koti	Ravintola	Yhteensä	Koti	Ravintola	Yhteensä	Koti	Ravintola	Yhteensä
1 Jauhot, muut viljatuotteet	41,3	6,6	47,8	36,0	5,7	41,7	14,6	15,3	14,7
2 Ruoka- ja kahvileipä	38,7	3,0	41,7	36,9	2,6	39,5	4,7	15,3	5,4
3 Naudanliha	2,5	1,8	4,2	2,6	1,5	4,1	-2,8	15,3	4,0
4 Sianliha	7,6	1,6	9,2	7,3	1,4	8,6	5,2	15,3	6,8
5 Siipikarjan liha	4,4	0,1	4,5	3,2	0,1	3,3	37,5	15,3	37,0
6 Muu liha	1,6	0,0	1,6	1,4	0,0	1,4	15,0		15,0
7 Makkara ja muut lihatuotteet	34,2	2,0	36,2	33,3	1,7	35,0	2,7	15,3	3,3
8 Kala ja kalatuotteet	11,0	2,6	13,6	10,9	2,3	13,2	0,2	15,3	2,8
9 Maito	124,3	12,8	137,1	130,3	11,1	141,3	-4,6	15,3	-3,0
10 Maitotuotteet	54,7	5,8	60,5	50,5	5,0	55,6	8,2	15,3	8,8
11 Munat	6,8	0,8	7,6	8,1	0,7	8,8	-15,7	15,3	-13,3
12 Rasvat ja öljyt	11,3	4,2	15,5	11,1	3,6	14,7	2,1	15,3	5,3
13 Hedelmät ja marjat	57,9	0,1	58,0	60,0	0,1	60,1	-3,4	15,3	-3,4
14 Peruna	39,0	8,1	47,0	51,1	7,0	58,1	-23,7	15,3	-19,0
15 Perunavalmisteet	4,5	0,0	4,5	4,0	0,0	4,0	12,9		12,9
16 Muut kasvikset	45,1	10,1	55,1	39,4	8,7	48,2	14,2	15,3	14,4
17 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	25,2	0,5	25,7	25,3	0,5	25,8	-0,6	15,3	-0,3
18 Muut elintarvikkeet	2,0	0,3	2,3	1,8	0,2	2,1	11,4	15,3	11,9
19 Kahvi, tee ja kaakao	8,3	0,2	8,5	7,8	0,2	8,0	5,9	15,3	6,1
20 Muut alkoholittomat juomat	66,6	21,9	88,4	61,1	18,9	80,1	9,0	15,3	10,5
21 Alkoholijuomat	90,5	28,0	119,6	86,4	30,2	118,2	8,3	-7,3	3,7
Yhteensä	677,4	110,3	788,7	668,5	101,5	771,6	1,6	8,6	2,6

kainen 2001 ja Kansaneläkelaitos 1990. Ei-syötävien osien elintarvikekohtaisen arvioinnin lisäksi oletettiin yleinen 3 prosentin hävikki.

Taulukossa 46 on esitetty saadut hävikkiosuudet 21 elintarvikeryhmän jaolla, sekä elintarvikkeiden saanti hävikkien jälkeen. Keskimääräiseksi hävikkiosuudeksi muodostuu 7 prosenttia, josta siten 4 prosenttia on ei-syötävien osien osuus.

Valmistetun ruoan osalta saanti kuvaa luotettavammin vain kuiva-aineiden määrää. Sen sijaan vesi on ongelmallisempi. Ruoan kypsentämisessä osa elintarvikkeiden sisältämästä vedestä haihtuu, toisaalta keitot, kahvi ja tee sisältävät lisättyä vettä. Näitä vesipitoisuusmuutoksia ei tässä tutkimuksessa yritetä arvioida, vaan aineenvaihdunnan taseissa juomaveden määrä asetetaan laskennallisesti siten, että se yhdessä raakojen elintarvikkeiden sisältämän veden kanssa kattaa vesitasapainon tarpeen.

Taulukkoon 46 on laskettu myös fysiologisen energian saanti, sekä hankinta ja saanti (= hankinta - hävikki) henkeä kohti vuorokaudessa. Elintarvikkeita kuluu siten noin 2 kiloa henkeä kohti vuorokaudessa, ja fysiologisen energian saanti on 9,5 megajoulea henkeä kohti vuorokaudessa.

Taulukko 45. Elintarvikkeiden ravintoainejakauma ja fysiologinen energia.

	Ravintoainejakauma, %							Energia MJ/kg	
	Hii- hydraatit	Rasvat	Proteiinit	Alkoholi	Kuitu	Mine- raalit	Vesi		Yhteensä
1 Jauhot, muut viljatuotteet	47,2	8,1	9,2	0,0	4,4	1,7	29,4	100,0	12,5
2 Ruoka- ja kahvileipä	42,7	4,4	8,6	0,0	6,1	2,3	36,0	100,0	10,2
3 Naudanliha	0,0	8,4	19,3	0,0	0,0	0,9	71,4	100,0	5,8
4 Sianliha	0,1	16,5	17,0	0,0	0,0	1,7	64,7	100,0	7,9
5 Siipikarjan liha	0,2	6,4	21,3	0,0	0,0	0,9	71,2	100,0	4,3
6 Muu liha	0,0	5,5	20,8	0,0	0,0	1,2	72,5	100,0	4,7
7 Makkara ja muut lihatuotteet	4,5	14,3	14,7	0,0	0,2	2,5	63,7	100,0	8,6
8 Kala ja kalatuotteet	2,5	7,2	16,3	0,0	0,1	3,0	70,9	100,0	5,1
9 Maito	4,9	1,3	3,1	0,0	0,0	0,7	90,0	100,0	1,8
10 Maitotuotteet	5,8	9,9	8,2	0,0	0,1	1,4	74,7	100,0	6,1
11 Munat	0,3	11,8	12,1	0,0	0,0	1,1	74,6	100,0	5,8
12 Rasvat ja öljyt	0,2	76,7	0,6	0,0	0,0	1,1	21,3	100,0	29,0
13 Hedelmät ja marjat	14,0	0,9	0,7	0,0	2,3	0,5	81,5	100,0	2,3
14 Peruna	15,7	0,1	1,7	0,0	1,2	1,1	80,3	100,0	2,5
15 Perunavalmisteet	46,7	13,1	4,4	0,0	2,0	1,7	32,1	100,0	13,4
16 Muut kasvikset	4,9	0,6	1,3	0,0	1,8	0,9	90,5	100,0	1,2
17 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	71,1	5,5	2,2	0,0	0,5	0,7	20,0	100,0	14,3
18 Muut elintarvikkeet	7,6	3,0	1,7	0,0	0,2	52,2	35,3	100,0	2,7
19 Kahvi, tee ja kaakao	42,4	5,7	21,5	0,0	3,7	18,1	8,7	100,0	3,1
20 Muut alkoholittomat juomat	7,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	92,0	100,0	1,3
21 Alkoholijuomat	3,8	0,0	0,3	5,6	0,0	0,1	90,1	100,0	2,3
Keskimäärin	13,2	4,8	4,1	0,9	1,0	1,1	74,9	100,0	4,8

Taulukko 46. Kotitalouksien ravinnonkulutus syötyinä elintarvikkeina eli saantina vuonna 1995, kg/henkilö ja fysiologisenä energiana MJ/henkilö.

	Hankinta	Hävikki	Saanti	Energia	%jakauma	
	kg	%	kg	MJ	kg	MJ
1 Jauhot, muut viljatuotteet	41,7	3,0	40,4	504	5,6	14,6
2 Ruoka- ja kahvileipä	39,5	3,0	38,3	391	5,3	11,3
3 Naudanliha	4,1	12,5	3,6	21	0,5	0,6
4 Sianliha	8,6	15,0	7,4	58	1,0	1,7
5 Siipikarjan liha	3,3	30,2	2,3	10	0,3	0,3
6 Muu liha	1,4	18,2	1,1	5	0,2	0,2
7 Makkara ja muut lihatuotteet	35,0	3,2	33,9	291	4,7	8,4
8 Kala ja kalatuotteet	13,2	15,3	11,2	57	1,6	1,7
9 Maito	141,3	3,0	137,1	250	19,1	7,2
10 Maitotuotteet	55,6	3,0	53,9	326	7,5	9,5
11 Munat	8,8	13,7	7,6	44	1,1	1,3
12 Rasvat ja öljyt	14,7	3,0	14,3	414	2,0	12,0
13 Hedelmät ja marjat	60,1	19,5	48,4	112	6,7	3,3
14 Peruna	58,1	16,6	48,4	123	6,8	3,6
15 Perunavalmisteet	4,0	3,0	3,8	52	0,5	1,5
16 Muut kasvikset	48,2	8,9	43,9	52	6,1	1,5
17 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	25,8	3,0	25,0	358	3,5	10,4
18 Muut elintarvikkeet	2,1	3,0	2,0	5	0,3	0,2
19 Kahvi, tee ja kaakao	8,0	76,6	1,9	6	0,3	0,2
20 Muut alkoholittomat juomat	80,1	3,0	77,6	102	10,8	3,0
21 Alkoholijuomat	118,2	3,0	114,6	268	16,0	7,8
Yhteensä	771,6	7,1	716,8	3449,5	100,0	100,0
Henkeä kohti vuorokaudessa	2,1		2,0	9,5		

6.2 Vertailu muihin tutkimuksiin

Valtion ravitsemusneuvottelukunta (1998, s. 18) on antanut taulukon 47 mukaiset energiankulutuksen viitearvot kevyttä työtä tekeville miehille ja naisille sekä taulukon 48 mukaiset viitearvot lapsille ja nuorille.

Saatu koko väestön keskimääräinen energiansaanti, 9,5 MJ, sopii hyvin näihin energiantarpeen normeihin.

Suomessa Kansanterveyslaitos on tehnyt vuodelta 1997 ravitsemustutkimuksen, jossa haastatteluun selvitettiin satunnaisotoksella valitun 1632 suomalaisen miehen ja 1501 suomalaisen naisen edellisen päivän ruoan ja juomien kulutus elintarvikeryhmittäin. Tutkimus rajoitui 25 - 64 vuotiaaseen työikäiseen väestöön (KTL 1998). Elintarvikekohtaisen ravintoainekoostumustiedon avulla ruoan ja juomien kulutus on muunnettu tutkimuksessa edelleen ravintoaineiden ja energian saanniksi. Tutkimuksessa miesten keskimääräiseksi energiansaanniksi muodostui 9,5 MJ ja naisten energiansaanniksi 6,8 MJ vuorokaudessa, eli aikuisväestölle keskimäärin 8,1 MJ/vrk.

Alhaisten energiansaantilukujen yhtenä syynä on ehkä se, että haastattelut tehtiin arkipäivinä, jolloin viikonloppujen ja juhla-aattojen yleensä arkipäiviä runsaampi ravinnon nauttiminen on jäänyt systemaattisesti pois.

Taulukko 47. Energiantarpeen viitearvot kevyttä työtä tekeville, kohtalaisesti tai vähän liikkuville miehille ja naisille, MJ/vrk.

Ikäryhmä	Säännöllinen liikunta		Ei säännöllistä liikuntaa	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
19 – 30 v	12,4	9,8	10,2	8,1
31 – 60 v	12,1	9,7	10,0	8,0
61 – 75 v	10,9	8,9	8,9	7,3
> 75 v	10,0	8,7	8,2	7,2

Taulukko 48. Lasten ja nuorten energiantarpeen viitearvot, MJ/vrk.

Ikäryhmä	MJ/vrk
< 1 v	3
1 - 3 v	6
4 – 10 v	7,5
11 – 18 v	10

Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (TIKE) tuottaa vuosittain elintarvikkeiden ravintotaseet, joissa elintarvikkeiden tuotanto- ja ulkomaankauppätiedoista johdetaan muut käytöt ja varastomuutokset vähentämällä elintarvikkeiden kulutus ruokana. Kulutusarvot muunnetaan myös energiaksi. Vuoden 1995 ravintotaseessa (MMM 1997) ruoan energiamääräksi saatiin 12,1 MJ henkeä kohti vuorokaudessa. Energiamäärä on korkea. Yhtenä syynä lienee se, että koska ruoaksi käytetyt määrät on arvioitu jäännöseränä muiden käyttöjen jälkeen, erilaiset hävikit esimerkiksi elintarvikkeiden jakelujärjestelmässä jäävät tähän jäännöserään.

6.3 Vesitasapaino

Veden käyttö ihmisellä voi vaihdella paljon. Veden käyttöä elimistössä voidaan tarkastella vesitasapainon ylläpidon kannalta. Aikuisen ihmisen tyypillinen vesitase on esitetty taulukossa 49.

Taulukko 49. Ihmisen tyypillinen vuorokautinen vesitase (Nienstedt ym. 1992, s. 233).

Input	litraa	%	Output	litraa	%
Ruoan vesi	0,9	36	Hikoilu ja muu haihdunta	0,4	16
Juomien vesi	1,3	52	Hengitysilma	0,5	20
Ravintoaineiden palamisvesi	0,3	12	Ulosteen vesi	0,1	4
			Virtsan vesi	1,5	60
Yhteensä	2,5	100	Yhteensä	2,5	100

6.4 Väestön kasvu ja uudistuminen

Ravitsemustutkimuksissa aikuisen miehen viitepainona käytetään yleensä 70 kg ja naisen 60 kg (ks. esim. MMM 1998, s. 18; Yki-Järvinen 1999, s. 255) jolloin aikuisen ihmisen keskimääräiseksi painoksi saadaan 65 kg. Painot ovat kuitenkin pikemminkin ihannepainoja kuin nyky-Suomen toteutuneita keskimääräisiä painoja. Toisaalta vanhuusiälle on ominaista kudossmassan väheneminen, joten 65 kg painoa voitaneen pitää sopivana täysikasvuisen ihmisen keskimääräisen painon arviona.

Vaikka ihmisen kudossmassan kasvu painottuu ensimmäiseen 20 ikävuoteen, koko väestön tasolle yleistettävässä yksilötason aineenvaihdunnan taseessa kudossmassan keskimääräinen kasvu on jaettava koko yksilön elinajalle. Jos oletetaan ihmisen keskimääräiseksi eliniäksi 80 vuotta ja painoksi 65 kg, yksilön kudossmassan keskimääräiseksi vuosikasvuksi saadaan 0,8 kg vuodessa.

Suomen väestötase vuonna 1995 on esitetty taulukossa 50. Väkiluku kasvoi vain 0,35 prosenttia vuodessa ja syntyvyys oli 1,24 prosenttia. Kuolleisuus oli viidenneksen pienempi kuin syntyvyys. Nettomuutto lisäsi väestöä vain 0,08 prosenttia.

Jos oletettaisiin väestötasapaino, jossa nettomuutto olisi nolla, syntyneitä olisi jatkuvasti yhtä paljon kuin kuolleita ja keski-ikä pysyisi vakiona, 1,24 prosentin syntyvyys vastaisi aiemmin oletettua 80 vuoden keskimääräistä elinikää (täsmällisemmin: $100/1,24 = 80,6$).

Kun Suomen keskimääräiseksi väkiluvuksi vuonna 1995 otetaan vuodenvaihteiden keskiarvo, 5 108 tuhatta henkeä, saadaan yksilötason keskimääräisestä kudossmassan vuotuisesta lisäyksestä, 0,8 kg, koko väestön kudossmassan vuosilisäykseksi noin 4 100 tonnia. Väestötasapainossa tämä olisi sama kuin kuolleiden mukana poistuva kudossmassa. Vuonna 1995 kuolleiden 49 000 hengen mukana poistui, mikäli oletetaan painoksi keskimäärin 65 kg, 3 200 tonnia kudossmassaa. Siten kudossmassan kokonaisvuosilisäyksestä (4 100 tonnia) jäi 900 tonnia väestön kokonaismassan kasvuun ja 3 200 tonnia väestön uudistumiseen.

Yllä olevat laskelmat ovat karkeita. Ihmisellä kudossmassan kasvun osuus ravinnon kokonaisainevirroista on kuitenkin hyvin pieni: kun yksilötason kudossmassan laskennalliseksi keskimääräiseksi vuosikasvuksi saatiin 0,8 kg, keskimääräinen ravinnonsaanti henkeä kohti vuodessa oli taulukon 46 mukaan 717 kg.

Taulukko 50. Suomen väestötase vuonna 1995, 1000 henkeä (Tilastokeskus 1999, taulukot 27 ja 57).

	1000 h	%
Väkiluku 1.1.1995	5 099	100,00
Elävänä syntyneet	63	1,24
Kuolleet	-49	-0,97
Nettomuutto	4	0,08
Väkiluku 31.12.1995	5 117	100,35

6.5 Aineenvaihdunnan taseet

Ihmisen aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 51. Tase on muodostettu samoin periaattein kuin kotieläintenkin taseet. Mittayksikkönä taulukossa on käytetty grammaa vuorokaudessa, koska sitä yleensä käytetään ravitsemustutkimuksissa.

Syötepuolella elintarvikkeet on jaettu ruokaan ja juomiin. Maito sisältyy kuitenkin yleisen luokittelukäytännön mukaisesti ruokaan. Ruoan ja juomien sisältämän veden lisäksi syötetään erillinen vesi siten, että ne yhdessä energiantuotannossa muodostuvan veden kanssa summautuvat 2,5 litraan (1 litra vettä = 1 kg).

Käyttöpuolella ulosteiden osuus ravintoaineista on määrätty taulukossa 14 esitettyjen imeytyvyysprosenttien jäännösinä. Siten ravinnossa saaduista proteiineista poistuu ulosteissa 8, rasvoista 5 ja hiilihydraateista 3 prosenttia. Alkoholin oletetaan imeytyvän kokonaan, kun taas kuidut kulkeutuvat kokonaan ulosteiksi. Mineraalien imeytyvyudeksi on oletettu paremman tiedon puuttuessa 50 prosenttia.

Ihmisravinnon imeytyvyys ovat huomattavasti korkeampi kuin kotieläinten rehun sulavuus. Siten myös ulosteen määrä suhteessa syötyyn ravintoon jää ihmisellä kotieläimiä huomattavasti pienemmäksi. Ihmisravinnon korkea imeytyvyys johtunee eläintuotteiden suuresta osuudesta sekä etenkin ruoan kypsennyksestä.

Virtsan kuiva-aine muodostuu ihmisellä kuten kotieläimilläkin syödyn proteiinin palamisjäännöksenä muodostuvasta ureasta sekä elimistön uudistumisessa poistuvista mineraaleista, joiden määrä mineraalitasapainossa on yhtä suuri kuin ravinnon mukana elimistön käyttöön tulevien uusien mineraalien määrä.

Vaikka ihmisen ruoansulatuksen metaanipäästöistä ei tähän tutkimukseen ole löydetty mitään tietoa, on oletettu, että hiilihydraattien sulatuksessa suolistobakteerit tuottavat metaania prosentin verran hiilihydraattigrammaa kohti. Metaanipäästöt ovat kuitenkin hyvin vähäiset.

Myös väestön uusiutumisesta johdettu kudossmassan kasvu jää aineenvaihdunnan kokonaisvirroissa hyvin vähäiseksi.

Korkeasta imeytyvyydestä ja vähäisestä kudossmassatuotannosta johtuen valtaosa ihmisravinnon kuiva-aineesta, kuidut ja mineraalit mukaan lukien 80 prosenttia, palaa energiantuotannossa.

Veden käytön jakautuminen ulosteen, virtsan ja haihdunnan kesken on säädelty taulukon 49 vesitasapainon mukaisin osuuksin.

Taulukon 51 oikean laidan ”Energia” -sarakkeen luvut on laskettu kunkin rivin ainevirtojen sisältämän bruttoenergian avulla. ”Kudossmassan kasvu” ja ”Energiantuotanto” -rivien energiasisältö antaa siten fysiologisen energian, 9,55 kJ/vrk.

Aineenvaihdunnan tase on muunnettu ulkoisiksi ainetaseiksi taulukossa 52 ja taulukossa 53 ne on edelleen korotettu koko Suomen tasolle. Suomen väestön aggregoitu ainetase on esitetty kuvassa 8.

Kudosmassan kasvun ja metaanin osuudet jäävät ihmisen ainetaseissa niin pieniksi, että yleisissä ainevirtatarkasteluissa ne voitaisiin myös pyöristää pois.

Taulukko 51. Ihmisen aineenvaihdunnan tase vuonna 1995, g/vrk.

	Proteiinit	Rasvat	Alkoholi	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä g/vrk	Energia kJ/vrk
Syöte											
Ruoka	93,1	78,6	0,0	228,4	18,9	20,3	992,5			1 432	9 653
Juomat	0,3	2,4	17,5	30,6	0,2	1,7	479,3			532	1 157
Vesi							754,3			754	
Hengitys								674,3		674	
Yhteensä	93,5	81,0	17,5	259,0	19,1	22,0	2 226,0	674,3	0,0	3 392	10 810
Käyttö											
Uloste	7,5	4,0	0,0	7,8	19,1	11,0	100,0			149	809
Virtsa	29,4					10,9	1 500,0			1 540	311
Metaani				2,5						3	139
Kudosmassan kasvu	0,4	0,4				0,1	1,3			2	25
Energiantuotanto	56,2	76,5	17,5	248,7			-274,0	674,3	-799,3	0	9 525
Hengitys, hikoilu							898,7		799,3	1 698	
Yhteensä	93,5	81,0	17,5	259,0	19,1	22,0	2 226,0	674,3	0,0	3 392	10 810

Taulukko 52. Ihmisen ulkoiset ainetaseet vuonna 1995, g/vrk.

Tase 1

INPUT	3 392	OUTPUT	3 392
Ruoka	1 432	Kudosmassa	2
Juomat	532	Uloste	149
Vesi	754	Virtsa	1 540
Happi	674	Vesihöyry	899
		Hiilidioksidi	799
		Metaani	3

Tase 2

INPUT	3 392	OUTPUT	3 392
Kuiva-aine	492	Kuiva-aine	91
Vesi	2 226	Vesi	1 601
Kaasut	674	Kaasut	1 700

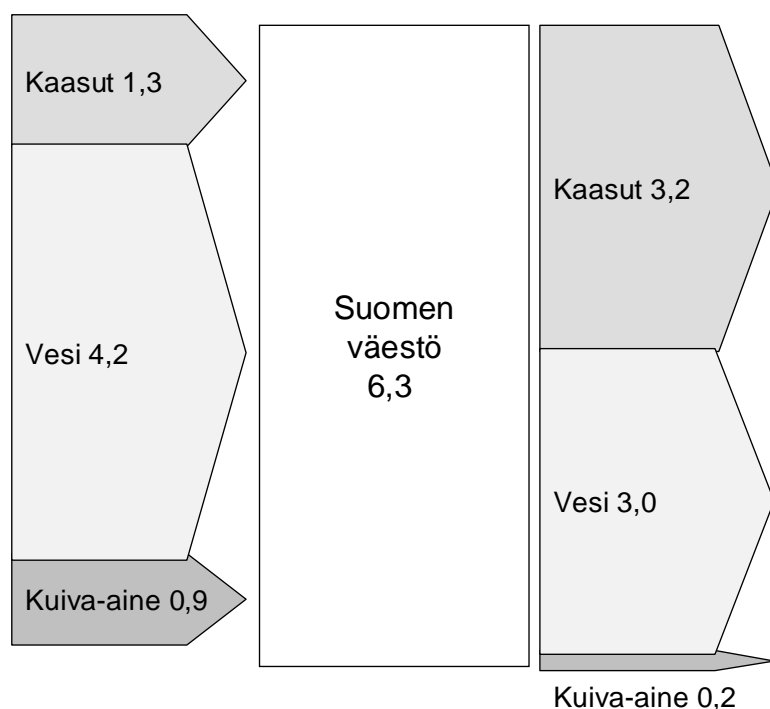
Taulukko 53. Suomen väestön ulkoiset ainetaseet vuonna 1995, milj. kg.

Tase 1

INPUT	6 336	OUTPUT	6 336
Ruoka	2 674	Kudosmassa	4
Juomat	994	Uloste	279
Vesi	1 409	Virtsa	2 877
Happi	1 259	Vesihöyry	1 678
		Hiilidioksidi	1 493
		Metaani	5

Tase 2

INPUT	6 336	OUTPUT	6 336
Kuiva-aine	919	Kuiva-aine	169
Vesi	4 158	Vesi	2 991
Kaasut	1 259	Kaasut	3 176



Kuva 8. Suomen väestön aineenvaihdunnan ainetase vuonna 1995, mrd kg.

6.6 Ravintojätteet

Ihmisen ravitsemukseen liittyvät jätteet jakautuvat ruoantähteisiin ja ihmisen eritteisiin. Jätteiden muodostus henkeä kohti ja koko väestön tasolla on esitetty taulukossa 54. Ruoantähteet on jaettu kiinteisiin ja nestemäisiin. Nestemäiset jätteet on muodostettu vähentämällä juomien jätteistä kahvin ja teen jätteet sekä lisäämällä maidon jätteet.

Henkeä kohti ravintojätteitä kertyi 622 kiloa vuodessa, josta vajaat 50 kiloa oli kuiva-ainetta.

Jätteiden käsittelyssä kiinteät ruoantähteet päätyvät joko yhdyskunnan sekajätteisiin tai kompostiin. Nestemäiset ruoantähteet ja eritteet joutuvat yleensä viemäriin.

Vain osa ravintojätteistä muodostuu kotitalouksissa. Ravinnon ainemäärästä noin 13 prosenttia nautitaan kodin ulkopuolella ravintoloissa ja ruokaloissa (vrt. Taulukko 44), joten myös tämä osa ruoantähteistä muodostuu ravitsemustoiminnan toimialalla. Ihmisen eritteet joutuvat viemäriin siellä, missä ihminen kulloinkin on: kodissa, työpaikalla, koulussa, ravintolassa, muissa vapaa-ajan toiminnoissa. Jakautumaa voitaneen arvioida ihmisen ajankäyttö-tutkimusten pohjalta.

Taulukko 6.11. Ravintojätteiden muodostus vuonna 1995.

	Kg/henkilö/vuosi			Koko väestö, milj, kg		
	Yhteensä	Kuiva-aine	Vesi	Yhteensä	Kuiva-aine	Vesi
Ruoantähteet	54,9	16,4	38,4	281	84	197
Kiinteät	44,7	15,5	29,2	229	79	149
Nesteet	10,2	1,0	9,2	52	5	47
Eritteet	616,7	32,7	584,0	3 156	167	2 988
Uloste	54,5	18,0	36,5	279	92	187
Virtsa	562,2	14,7	547,5	2 877	75	2 802
Yhteensä	671,6	49,2	622,4	3 436	252	3 185

7 Elintarviketalouden kokonaisvirrat

7.1 Yleistä

Elintarviketalouden toimialat on esitetty taulukossa 55. Toimialaluokitus 1995:n (TOL) mukaisina luokitusjärjestelmän kaksi- ja kolminumerotason luokitusasoilla.

Toimialat 01 ”Maatalous ja riistatalous” sekä 05 ”Kalastus ja kalanviljely” muodostavat elintarvikkeiden alkutuotannon. Toimiala 15 ”Elintarvikkeiden ja juomien valmistus” sisältää elintarvikkeiden jalostuksen. Palvelutoimialoihin sisältyvän toimialan 55 ”Ravitsemis- ja majoitustoiminta”, tuottamiin palveluihin sisältyy osa elintarvikkeiden loppukäytöstä.

Maatalous jaetaan kasvinviljelyyn ja puutarhatalouteen, kotieläintalouteen sekä lisäksi yhdistettyyn kasvinviljely- ja kotieläintalouteen. Perinteisesti Suomen maataloudessa on ollut vallalla yhdistetty kasvinviljely ja kotieläintalous, vaikkakin karjasta luopuminen on yleistynyt. Sen sijaan on harvoja puhtaita kotieläintiloja, turkistarhoja, joitakin kanaloita ja lähinnä yhteissikaloita lukuunottamatta.

Elintarvikkeiden alkutuotantoon sisältyvät myös suoraan luonnosta otettava ravinto, metsämarjojen ja sienten poiminta sekä metsästys ja vapaa-ajan kalastus. Metsämarjojen ja sienten poiminta sisältyy kasvinviljelyyn, metsästys oma alatoimialansa.

Taulukko 55. Elintarviketalouden toimialat Toimialaluokitus 1995:n mukaan.

01	Maatalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut
011	Kasvinviljely; puutarhatalous
012	Kotieläintalous
013	Yhdistetty kasvinviljely ja kotieläintalous
014	Maataloutta palveleva toiminta poislukien eläinlääkintä
015	Metsästys, riistanhoito ja niitä palveleva toiminta
05	Kalastus, kalanviljely ja niihin liittyvät palvelut
050	Kalastus, kalanviljely ja niihin liittyvät palvelut
15	Elintarvikkeiden ja juomien valmistus
151	Teurastus sekä lihanjalostus ja lihan säilyvyyskäsittely
152	Kalan ja kalatuotteiden jalostus ja säilöntä
153	Hedelmien, marjojen ja vihannesten jalostus ja säilöntä
154	Kasvi- ja eläinöljyjen ja -rasvojen valmistus
155	Meijerituotteiden ja jäätelön valmistus
156	Myllytuotteiden ja tärkkelyksen valmistus
157	Eläinten ruokien valmistus
158	Muu elintarvikkeiden valmistus
159	Juomien valmistus
55	Majoitus- ja ravitsemistoiminta
551	Hotellit
552	Leirintäalueet ja muu majoitustoiminta
553	Ravintolat, kahvila-ravintolat ja ruokakioskit
554	Kahvi-, olut- ja drinkkibaarit
555	Henkilöstö- ja laitosruokalat, ateriapalvelu

Suomen kansantalouden tilinpidon laskentatasolla maatalous on ryhmitelty hieman toisin kuin TOL:ssa. Kansantalouden tilinpidon luokitus on esitetty taulukossa 56. Luokittelu perustuu perustietolähteiden rakenteeseen. Kasvinviljely ja kotieläintalous on yhdistetty yhdeksi toimialaksi. Kasvinviljelystä kuitenkin puutarhatalous ja keräily on otettu erikseen, samoin kotieläintaloudesta turkiseläinten hoito, porotalous ja mehiläisten hoito.

Tässä tutkimuksessa elintarvikkeiden alkutuotanto ryhmitellään seuraavasti:

- Kasvinviljely, sisältäen myös puutarhatalouden
- Kotieläintalous, sisältäen myös turkistarhauksen
- Luontaistuotanto, sisältäen poronhoidon, mehiläistehon, keräilyn ja metsästyksen
- Kalatalous, sisältäen ammattimaisen kalastuksen, virkistyskalastuksen ja kalanviljelyn

Kasvinviljelyn ja kotieläintalouden ainevirrat eriteltiin seikkaperäisesti aiemmin. Luontaistuotanto samoin kuin kalatalous poikkeaa näistä, sillä tuotos saadaan kutakuinkin valmiina luonnosta. Tosin poronhoito ja mehiläistenhoito ovat sikäli erilaisia, että porot ja mehiläiset hankkivat pääosin itse ravintonsa suoraan luonnosta. Luontaistuotanto ja kalatalous käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

Elintarviketeollisuuden jaottelu luvussa 7.3 on saatu yhdistelemällä elintarvikkeiden ja juomien valmistuksen (TOL 15) kolminumerotason toimialoja. Samalla on siirrytty hieman lyhyempiin nimikeilmaisuihin. Jaottelu on seuraava (sulkeissa toimialaryhmän sisältämät toimialat TOL:n 3-numerotasolla):

- Lihan ja kalan jalostus (151, 152)
- Maidon jalostus (155)
- Muu elintarvikkeiden valmistus (153, 154, 156, 158))
- Juomien valmistus (159)
- Rehujen valmistus (157)

Taulukko 56. Maatalouden alaryhmittely Suomen kansantalouden tilinpidossa.

0101	Varsinainen maatalous
0102	Turkiseläinten hoito
0103	Puutarhatalous
0104	Porotalous
0105	Mehiläisten hoito
0106	Keräily
014	Maataloutta palveleva toiminta
015	Metsästys ja riistanhoito

Majoitus- ja ravitsemistoiminnan piirissä tapahtuva elintarvikkeiden kulutus on yhdistetty kotitalouksien suoraan elintarvikkeiden kulutukseen lähinnä kokonaiskuvauksen yksinkertaistamiseksi.

Tämän luvun aineisto pohjautuu pitkälti Suomen fyysisten panos-tuotostaulujen hankkeen aineistoon (Mäenpää & Muukkonen 2001).

7.2 Luontaistuotanto ja kalatalous

Luontaistuotannoksi kutsutaan seuraavassa niitä toimintoja, jotka tuottavat ravintoa suoraan luonnosta. Näitä toimintoja ovat keräily ja metsästys. Myös poron ja mehiläisten hoito luetaan tässä luontaiselinkeinoihin, koska porot ja mehiläiset saavat suuren osan ravinnostaan luonnosta. Porojen rehurukinta on tosin yleistynyt.

Myös kalatalous on kalanviljelyä lukuun ottamatta luonteeltaan luontaistuotantoa, joten se on luontevaa käsitellä muun luontaistuotannon kanssa yhdessä. Vakiintuneen luokittelutavan mukaan se pidetään kuitenkin erillisenä ryhmänä.

Luontaistuotannon tuotos vuonna 1995 on esitetty taulukossa 57. Taulukko perustuu aiemmin julkaistuun aineistoon (Mäenpää ym. 2000a).

Eläinten ja kalojen saalismäärät on esitetty elopainoina. Riista- ja porosaaliista on oletettu saatavan 50 prosenttia teuraslihaksi, riistalinnuista kolmannes, kalansaaliista 15 prosenttia on oletettu perkausjätteeksi.

Taulukko 57. Luontaistuotannon ja kalatalouden saaliit ja käyttö vuonna 1995, milj. kg.

	Saalis	Ihmis-ravinnoksi	Muu käyttö	Tuotos yhteensä	Teuras-jäte
Luontaistuotanto	67,5	55,9	0,9	56,8	10,7
Poro	5,8	2,9	0,3	3,2	2,6
Hunaja	1,9	1,9		1,9	
Metsämarjat	41,0	41,0		41,0	
Metsäsienet	2,2	2,2		2,2	
Riista	16,6	7,9	0,6	8,5	8,1
linnut	2,4	0,8		0,8	1,6
jänikset	1,7	0,9		0,9	0,9
hirvet	12,5	6,2	0,6	6,9	5,6
Kalastus ja kalanviljely	181,4	83,5	83,1	166,7	14,7
ammattikalastus	110,7	27,4	78,5	105,9	4,8
virkistyskalastus	51,2	41,4	2,6	43,9	7,3
kalanviljely	17,3	14,7		14,7	2,6
poikaskasvatus	2,1	0,0	2,1	2,1	
ravut yms.	0,0	0,0		0,0	0,0
Yhteensä	248,8	139,4	84,0	223,4	25,4

Luontaistuotannon muu käyttö sisältää riistan ja poron vuodat, ammattikalastuksen turkiseläinten rehuksi käytettävän saaliin (joka sisältää kalat perkaamattomina), virkistyskalastuksen kalansaaliin käytön lemmikkieläimille, sekä kalanpoikaset, joista vajaa puolet käytetään kalanviljelyssä ja loput istutetaan luonnonvesiin.

Kalanviljelyn ja poikaskasvatuksen tuotos vuonna 1995 oli 19,4 miljoonaa kiloa ja kalanrehua käytettiin 30 miljoonaa kiloa. Siten rehun ravintosisällöstä lähes kaksi kolmasosaa olisi sitoutunut kalojen kudosmassan kasvuun.

Koska ammattikalastuksen saaliista suurin osa käytetään rehuna, virkistyskalastuksen saaliin osuus kotimaisen kalan ravintokäytöstä kalanviljely mukaan lukien on noin puolet.

Teurastus- ja perkuujätteet ovat luontaistuotannon jätteitä. Poroista tosin yhä suurempi osa teurastetaan teurastamoissa, jotka lukeutuvat elintarviketeollisuuteen.

7.3 Elintarviketeollisuus

Elintarvikkeiden ainevirrat elintarviketeollisuudessa on esitetty taulukossa 58. Taulukko sisältää vain elintarvikkeet, niihin lisätyt aineet tai niistä erkanevat aineet. Siten esimerkiksi elintarviketeollisuuden käyttämät polttoaineet tai pakkausaineet eivät taulukon lukuihin sisälly.

Taulukko perustuu FINPIOT hankkeen teollisuustilastoaineistoon. Koska teollisuustilaston tuotetilastot sisältävät tiedot vain yli 20 henkilön yrityksistä, teollisuustilaston mukaisia tuotteiden käyttö- ja tuotantotietoja on osin korjattu muista tietolähteistä saaduilla tiedoilla.

Taulukon input-osassa esitetään elintarvikepanokset alkutuotannosta ja sen jälkeen oman toimialan ja muun elintarviketeollisuuden välituotteiden käyttö jatkojalostukseen. Muusta teollisuudesta tulevista panoksista on otettu huomioon vain sellaiset lähinnä kemianteollisuuden tuotteet, joita käytetään elintarvikkeiden lisäaineina. Tuontipanokset sisältävät sekä elintarvikkeita että lisäaineita.

Tuotteisiin lisättyä vettä ei ole tilastoitu. Veden käyttö onkin johdettu panoskäytön ja tuotosten tasapainotuksessa.

Output-puolella on ensin esitetty toimialojen tuotteiden tuotoksen määrä tarjontana yhteensä. Sitten on johdettu tuotteiden käyttö käyttöryhmittäin. Elintarviketeollisuuden tuotteiden käyttö muussa teollisuudessa sisältää mm. maidonjalostuksessa saatavan kaseiinin sekä muussa elintarviketeollisuudessa tuotettavan peruna- ja viljatärkkelyksen käytön paperiteollisuudessa. Juomien valmistuksessa tehdään myös teollisuusalkoholia, ja Primalco Oy:n Rajamäen tehtailla väkiviinan valmistuksessa muodostuvaa hiilidioksidia on otettu talteen noin 4,5 miljoonaa kiloa. Hiilidioksidia käytetään juomien hiilihapotukseen, mutta suurin osa siitä menee muuhun teolliseen käyttöön.

Taulukko 58. Elintarvikkeiden ainevirrat elintarviketeollisuudessa panoslähteittäin ja käyttökohteittain vuonna 1995, milj. kg.

	Lihan ja kalan jalostus	Maidon jalostus	Muu elintarvike- teollisuus	Juomien valmistus	Rehujen valmistus
Input					
Kasvinviljelystä	11	0	1 982	293	455
Kotieläintaloudesta	502	2 400	41	0	16
Luontaistuotannosta	4	0	2	0	0
Kalataloudesta	38	0	0	0	71
Omat välituotteet	312	1 168	648	58	143
Muusta elintarviketeollisuudesta	44	26	74	43	588
Muusta teollisuudesta	4	1	13	3	22
Tuontituotteet	36	18	587	82	170
Vesi				609	43
Yhteensä	951	3 613	3 347	1 088	1 509
Output					
Tuotteiden tarjonta yhteensä, jonka käyttö:	846	2 651	2 516	1 071	1 509
Omaan jatkojalostukseen	312	1 168	648	58	143
Muuhun elintarviketeollisuuteen	13	59	85	29	12
Rehun valmistukseen	113	62	364	50	0
Maa- ja kalatalouteen	0	1	0	0	1 262
Muuhun teollisuuteen	5	49	155	63	0
Vientiin	47	108	241	134	18
Loppukulutukseen	279	1 057	771	673	61
Varastojen lisäykseen	3	-5	0	0	0
Tuotteiden käyttö yhteensä	773	2 499	2 264	1 006	1 496
Jakeluhävikki ym.	73	152	252	65	13
Tuotteiden tarjonta yhteensä	846	2 651	2 516	1 071	1 509
Hiilidioksidi ilmaan				17	
Jätteet	105	962	831		
Yhteensä	951	3 613	3 347	1 088	1 509

Elintarviketeollisuuden tuotteiden käyttö loppukulutukseen sisältää tuotteiden käytön ihmisravinnoksi sekä kotitalouksissa että ravintoloissa.

Varastojen lisäys sisältää maataloustilastojen mukaiset varastomuutosluvut.

Elintarviketeollisuuden tuotteiden käyttö muodostuu systemaattisesti pienemmäksi kuin tuotettujen tuotteiden tarjontamäärät. Erotus on tasapainotettu erällä ”Jakeluhävikki ym”. Hävikin prosenttiosuudet tarjonnasta ovat toimialoittain:

- Lihan ja kalan jalostus 9 %
- Maidon jalostus 6 %
- Muu elintarvikkeiden valmistus 10 %
- Juomien valmistus 6 %
- Rehujen valmistus 1 %

Nämä hävikit voidaan tulkita syntyväksi kaupan piirissä, ja siten ne ovat kaupan jätteitä. Luvut ovat kuitenkin epätarkkoja, koska ne muodostuvat useista eri tilastolähteistä koottujen tietojen jäännöseränä.

Toimialojen tuottamien tuotteiden ainemäärä poikkeaa edelleen käytettyjen panosten ainemäärästä. Kun tuotettujen tuotteiden ainemäärä on pienempi kuin käytettyjen panosten määrä, voidaan erotus tulkita tuotannossa muodostuvaksi jätteeksi. Etenkin juomien, mutta myös rehujen valmistuksessa tuotoksen määrä ylittää panosten määrän. Erotus on tulkittu tuotteisiin käytetyksi vedeksi ja se on lisätty panospuolelle. Alkoholien valmistuksessa syntyvästä hiilidioksidista kuitenkin vain osa otetaan talteen. Taulukkoon on laskettu juomien valmistuksen hiilidioksidipäästöt Suomessa valmistetun oluen alkoholisisällön perusteella.

Elintarvikejalostuksessa syntyvistä ihmisravinnoksi kelpaamattomista osista, jotka muuten päätyisivät jätteiksi, huomattava osa menee rehuteollisuuteen. Rehuteollisuuden raaka-aineista yli puolet ovat tällaisia sivutuotteita.

7.4 Tuotteiden kokonaistarjonta ja käyttö

Elintarvikesektorin tuotteiden kotimainen tuotanto, tuonti ja vienti sekä kotimainen kokonaistarjonta on esitetty taulukossa 59. Kokonaistarjonta saadaan, kun kotimaiseen tuotantoon lisätään tuonti ja vähennetään vienti.

Tuotteiksi on määritelty kaikki sellaiset elintarvikesektorin tuotokset, joilla on käyttöä elintarvikesektorin piirissä tai sen ulkopuolella. Siten myös lanta ja turkiseläinten ruhot on sisällytetty tuotteisiin.

Elintarviketeollisuudessa teollisuustoimialojen mukaan ryhmiteltyjen tuotteiden kotimainen tuotanto poikkeaa jonkin verran edellisessä luvussa esitetyistä toimialojen tuotantomääristä, koska toimialat tuottavat myös jonkin verran toisille toimialoille tyypillisiä tuotteita.

Taulukossa 60 on esitetty elintarvikesektorin tuotteiden käyttö käyttöryhmittäin. Teollisuuden käytössä on erotettu elintarviketeollisuuden ja muun teollisuuden käyttö. Kasvinviljelytuotteista muuhun teollisuuteen menee vain osa sellaisista tuontikasvituotteista, joita Suomessa ei kasvateta - tupakka tupakkatuotteiden valmistukseen ja luonnonkumi kumituotteiden valmistukseen.

Loppukulutus sisältää sekä kotitalouksien suoran elintarvikkeiden hankinnan että ravintoloiden ja ruokaloiden elintarvikkeiden hankinnan. Kasvinviljelytuotteista perunan, palkokasvien ja etenkin puutarhatuotteiden käytöstä suuri osa menee suoraan loppukulutukseen. Kotieläintuotteista vain kananmunista suurin osa menee loppukulutukseen, vaikkakin myös maidosta vähäinen osa käytetään suoraan kotitalouksissa. Luontaistuotannon tuotteista suurin osa käytetään loppukulutukseen. Kalataloudessa rehuteollisuuden suuri osuus ammattikalastuksen saaliista vähentää suoran loppukulutuksen osuutta.

Taulukko 59. Elintarvikkeiden kotimaan tuotanto ja ulkomaankauppa sekä tarjonta Suomessa vuonna 1995, milj. kg.

	Kotimaan tuotanto	Tuonti	Vienti	Kotimaan tarjonta yhteensä
Viljelykasvit	15 516	809	423	15 902
Perunat	883	4	3	884
Palkokasvit	19			19
Vehnä	380	132	8	503
Ruis	58	61		119
Ohra	1 764	2	271	1 494
Kaura	1 097	2	105	994
Öljykasvinsiemenet	128	65		193
Sokerijuurikas	1 110	5		1 115
Rehukasvit, olki	7 655	7		7 662
Laidunnurmi	2 050			2 050
Koristekasvit	20	10		30
Juurekset	116	4	2	118
Muut kasvikset	162	56	7	211
Hedelmät ja marjat	76	235	25	285
Soija		156		156
Paahtamaton kahvi		48	1	47
Muut tuontikasvit		23		23
Kotieläintuotteet	25 280	1	15	25 266
Nautaeläimet	275			275
Siat	300			300
Siipikarja	87			87
Muut elävät eläimet	8			8
Maito	2 468			2 468
Kananmunat	75		13	62
Turkisinahat	1	1	2	0
Teurasruhot	16			16
Lanta	22 050			22 050
Luontaistuotteet	62	3	1	64
Poronliha	4	0	0	4
Luonnonhunaja	2	1	0	3
Taljat	1	2	0	2
Sienet	6	0	0	6
Metsämarjat	41	0	0	41
Riistan liha	8	0	0	8
Kala	167	5	1	171
Kala ammattikalastuksesta	106	5	1	110
Kala virkistyskalastuksesta	44			44
Viljelty kala	15			15
Elävät kalat	2			2
Elintarviketeollisuus	8 523	1 113	549	9 087
Liha- ja kalatuotteet	839	104	47	896
Meijerituotteet	2 631	36	108	2 559
Muut elintarvikkeet	2 364	491	241	2 614
Juomat	1 154	391	134	1 411
Rehut	1 535	91	18	1 608
Yhteensä	49 548	1 931	989	49 489

Taulukko 60. Elintarviketuotteiden käyttö Suomessa vuonna 1995, milj. kg.

	Kasvin - viljely	Kotieläin- talous	Elintarvike- teollisuus	Muu teollisuus	Loppu- kulutus	Varasto- muutos	Varasto- hävikki	Käyttö yhteensä	Kotimaan tarjonta	Tilasto - ero
Kasvinviljely	344	11 068	3 166	17	773	69	68	15 505	15 902	397
Perunat	105	22	235		297	32	31	722	884	162
Palkokasvit	1	6	6		4	0		16	19	3
Vehnä	35	7	424			-30	2	439	503	64
Ruis	6	1	89			-2	0	94	119	25
Ohra	119	751	673			-29	4	1 516	1 494	-22
Kaura	76	576	148			99	2	900	994	94
Öljykasvinsiemenet	1		193			0		194	193	-1
Sokerijuurikas			1 115					1 115	1 115	0
Rehukasvit, olki		7 655						7 655	7 662	7
Laidunnurmi		2 050						2 050	2 050	0
Koristekasvit	2				20			22	30	8
Juurekset			40		39		20	98	118	19
Muut kasvikset			22		159		9	190	211	21
Hedelmät ja marjat			13		254			266	285	19
Soija			156					156	156	0
Paahattamaton kahvi			48					48	47	-1
Muut tuontikasvit			6	17				23	23	0
Kotieläintalous	22 050	151	2 956	0	88	21	0	25 266	25 266	0
Nautaeläimet		37	236			1		275	275	0
Siat		47	234			19		300	300	0
Siipikarja		6	82			-1		87	87	0
Muut elävät eläimet		0	6			2		8	8	0
Maito		59	2 365		43			2 468	2 468	0
Linnunmunat		1	16		45			62	62	0
Turkisknahat				0				0	0	0
Lanta	22 050							22 050	22 050	0
Teurasruhot			16					16	16	0
Luontaistuotanto	0	0	20	2	41	0	0	62	64	1
Poronliha			5		2	0		6	4	-2
Luonnonhunaja			0		2	0		2	3	1
Taljat			0	2	0	0		2	2	0
Sienet			1		6	0		6	6	0
Metsämarjat			15		26	0		41	41	0
Riistan liha			0		5	0		5	8	3
Kalastus ja kalanviljely	0	0	116	0	51	1	0	169	171	2
Kala ammattikalastuksesta			104		5	1		110	110	0
Kala virkistyskalastuksesta			0		44	0		44	44	0
Viljelty kala			12		3	0		15	15	0
Elävät kalat			0		0	0		0	2	2
Elintarviketeollisuus	0	1 232	3 440	430	3 444	-2	0	8 544	9 087	543
Liha- ja kalatuotteet			490	12	304	3		810	896	86
Meijerituotteet			1 296	70	1 080	-5		2 441	2 559	117
Muut elintarvikkeet			1 299	281	943			2 522	2 614	92
Juomat			157	67	1 055			1 279	1 411	132
Rehut		1 232	197	0	62			1 492	1 608	116
Yhteensä	22 394	12 450	9 699	449	4 397	89	68	49 546	50 489	943

Varastomuutos on esitetty vain niille tuotteille, joista tieto on ollut saatavissa. Kotieläinten varastomuutos sisältää eläinkannan muutoksen edellisvuoteen nähden. Eläinkannan muutos kiloina on saatu kertomalla eläinkannan lukumäärän muutos (MMM 1996, s. 73 - 82) eläinten keskimääräisellä elopainolla.

Varastohävikki sisältää tuottajien varastoissa tapahtuneet sadon menetykset. Perunan ja juureksien varastohävikki on erityisen suuri, koska syksyn sadot on varastoitava ylitalvista kuluista varten, sillä niitä ei voida kuivata kuten esimerkiksi viljaa.

Kun kotimaan käyttöä verrataan kotimaan tarjontaan, saadaan tilastoero. Kun kaikki tuotteet lasketaan yhteen, tilastoero on vajaat kaksi prosenttia. Käyttö ja tarjonta on koottu pääosin toisistaan riippumattomista tilastolähteistä. Kuitenkin useilla tuotteilla luotettavaa tietoa on saatu vain yhdestä suunnasta, useimmiten tarjonnasta, jota on sitten käytetty johdattaessa toisen puolen tietoja. Tällöin tilastoero tietysti häviää. Kotieläinlihan tuotannosta saatavissa olevat tiedot perustuvat teurastamotilastoihin ja siten kotieläinlihan tarjontapuolen tiedot perustuvat käyttöpuolen tietoihin. Tilastoeroissa yleensä tarjonta ylittää käytön. On perusteltua olettaa, että tilastoerot sisältävät elintarvikkeiden jakeluketjussa, erityisesti vähittäisjakelussa, tapahtuvan hävikin. Kun tilastoero, rehut pois lukien, lasketaan suhteessa loppukulutuksen elintarvikemäärään, saadaan hävikkiosuudeksi keskimäärin 16 prosenttia.

Kaupan jakeluhävikkinä tuo osuus menisi kaupan elintarvikettä jätteiksi. Jatkossa noudatetaan tätä tulkintaa, vaikkakin laskennallisesti saatu hävikkiosuus on melko korkea.

7.5 Elintarvikesektorin ainevirtojen panos-tuotostaulu

Elintarvikesektorin ainevirtojen kokonaisuus voidaan koota panos-tuotostauluksi taulukon 61 mukaisesti. Taulu koostuu kolmesta osasytemistä: elintarvikesektori, muu talous sekä luonto. Elintarvikesektori sisältää myös loppukulutuksen eli ihmisen ravinnonkäytön.

Panos-tuotostaulun kukin sarake osoittaa, kuinka paljon kukin toimiala käyttää erilaisia panoksia toiminnassaan, ja kukin rivi ilmaisee, mihin käyttöihin toimialan tuotokset päätyvät. Aineen häviämättömyyden lain mukaisesti kunkin toimialan rivisumma on yhtä suuri kuin sarakesumma: toimiala ei voi luoda eikä hävittää ainetta, se vain muuntaa sitä muodosta toiseen.

Kasvinviljely käyttää ilman hiilidioksidia 18 miljardia kiloa ja kuluttaa maaperää 3,3 miljardia kiloa. Muun talouden toimialoilta ja tuonnista käytetään kasvinviljelyyn lähinnä lannoitteita ja maanparannusaineita 2,4 miljardia kiloa. Kotieläintalouden lannasta saadaan 22 miljardin tonnin panos. Kasvinviljelyn omina panoksina ovat viljelykasvien sivubiomassa ja siemenet, yhteensä 21 miljardia kiloa.

Kasvinviljelyn kokonaisainevirroista vajaat kolmasosa jää omaan käyttöön, elintarviketeollisuuteen menee 2,7 miljardia kiloa ja suoraan loppukulutukseen samoin kuin vientiin vajaa

Taulukko 61. Elintarvikesektorin ainevirtojen panos-tuotostaulu vuonna 1995, milj. kg.

	TALOUS					LUONTOON			YHTEENSÄ		
	Elintarvikesektori					Muuhun talouteen			Jätteet	ilmaan	
	Kasvin- viljely	Kotieläin- talous	Luontais- kalatalous	Elintarvike- teollisuus	Loppu- kulutus	Muut toimialat	Varastojen lisäys	Vienti	maahan ja veteen		
Elintarvikesektori											
Kasvinviljely	20 978	11 168	0	2 708	484	1	69	415	3 319	27 906	67 047
Kotieläintalous	22 050	66	0	2 959	72	0	0	15	0	21 055	46 218
Luontais- ja kalatalous	0	0	1	115	103	1	0	2	38	0	260
Elintarviketeollisuus	0	1 233	29	3 137	2 860	272	-2	549	2 412	17	10 507
Loppukulutus	0	0	0	0	0				3 501	3 176	6 677
Muusta taloudesta											
Muut toimialat	2 081	12	0	42	0						
Tuonti	378	66	1	894	491						
Luonnosta											
Luonnonkasvit ja - eläimet			229	0							
Maaperä	3 384			0							
Ilma	18 176	2 872		0	1 259						
Vesi		30 801		652	1 409						
YHTEENSÄ	67 047	46 218	260	10 507	6 677						

puoli miljardia kiloa. Pääasiassa jakeluhävikkinä jätteeksi päätyy 3,3 miljardia kiloa ja ilmaan kasvien vapauttamana happena ja vesihöyrynä 28 miljardia kiloa.

Kotieläintalouden luonnosta ottamia panoksia ovat vesi, 31 miljardia kiloa, ja ilman happi, noin 3 miljardia kiloa. Muusta taloudesta ja tuonnista tulee panoksia vain vähän. Elintarviketeollisuudesta saadaan rehuja 1,2 miljardia kiloa ja kasvinviljelystä 11,2 miljardia kiloa. Kotieläintalouden oma panos muodostuu eläinkannan uudistamisen tarpeista. Lähes puolet, 22 miljardia kiloa kotieläintalouden tuotoksesta muodostuu lannasta, joka käytetään kasvinviljelyssä. Kotieläintaloudesta elintarviketeollisuuteen päätyy 3 miljardia kiloa ja suoraan loppukulutukseen tai vientiin vain vähän. Lannan oletetun täydellisen hyötykäytön vuoksi kiinteitä jätteitä ei ole. Ilmaan päätyy vesihöyrynä, hiilidioksidina, metaanina ja ammoniakina 28 miljardia kiloa.

Luontais- ja kalatalouden pääasiallinen panos ovat luonnosta otettavat kasvit ja eläimet, 0,2 miljardia kiloa. Lisäksi panoksena on vähäinen määrä kalanviljelyn rehuja sekä kasvatuspokasia. Tuotoksesta päätyy lähes yhtä suuri osa, 0,1 miljardia kiloa, elintarviketeollisuuteen ja suoraan loppukulutukseen. Jätteet muodostuvat teuras- ja perkausjätteistä.

Elintarviketeollisuuden luonnosta ottamat panokset rajoittuvat veden käyttöön, 0,7 miljardia kiloa. Tuontipanokset ovat 0,9 miljardia kiloa. Panos elintarvikkeiden kotimaisesta alkutuotannosta on 5,8 miljardia kiloa. Elintarviketeollisuuden oman sisäisen jalostuskierron osuus kokonaisvirroista on 3,1 miljardia kiloa.

Elintarviketeollisuuden tuotoksesta 1,2 miljardia kiloa palautuu alkutuotantoon takaisin eläinten rehuiksi. Loppukulutukseen päätyy 2,9 miljardia kiloa. Muun teollisuuden käyttöön

päätyy vajaat 0,3 miljardia kiloa ja vientiin runsaat puoli miljardia kiloa. Elintarviketeollisuustuotteiden tuotanto- ja jakelujätteet ovat 2,4 miljardia kiloa. Päästöinä ilmaan ovat vain alkoholinvalmistuksen hiilidioksidipäästöt.

Elintarvikkeiden loppukulutuksen eli ihmisen ravitsemuksen kokonaisainevirroista noin 60 prosenttia eli 4 miljardia kiloa muodostuu elintarvikkeista. Vettä kuluu 1,4 miljardia kiloa ja happea 1,2 miljardia kiloa. Ravitsemuksen tuotoksena ovat jätteeksi päätyvät ruoan-tähteet ja ulosteet, yhteensä 3,5 miljardia kiloa sekä ilmaan päätyvät vesihöyry ja hiilidioksi-di, yhteensä 3,2 miljardia kiloa.

Elintarvikesektorin peruspäämääränä voidaan pitää väestön tarvitseman elintarvikemäärän, 4 miljardia kiloa, tuottamista. Elintarvikesektori ottaa luonnosta ja muusta taloudesta panoksia yhteensä 62,7 miljardia kiloa. Toisaalta elintarvikesektori tuottaa tuotteita myös muulle taloudelle noin 1,3 miljardia kiloa. Kun muulle taloudelle toimitettu tuotemäärä vähennetään panoksiksi, saadaan, että elintarvikesektori käyttää yli 60 miljardia kiloa ainetta 4 miljardin kilon lopputuotteen tuottamiseen. Kuitenkin tuosta 60 miljardista kilosta 22 miljardia kiloa on ilman happea ja hiilidioksidia sekä 33 miljardia kiloa on vettä.

Koska ainevirtalaskelmat sisältävät vain elintarvikkeisiin sitoutuvat tai niistä erkanevat ainevirrat, laskelmiin ei vielä sisälly tuotannossa käytettyjen polttoaineiden, pakkausaineiden eikä muiden aputarvikkeiden ainevirtoja.

Taulukon 61 panos-tuotostaulu on jonkin verran yksinkertaistettu. Liittämällä kuvaukseen kaupan toimiala, elintarviketoimialojen suoriksi jätteiksi menevät jakeluhävikit kanavoituisivat ensin kaupan käyttämiksi elintarvikepanoksiksi ja sen jälkeen kaupan tuottamiksi jätteiksi.

Valtaosa ihmisen ulosteista ei mene suoraan luontoon vaan viemäriin, josta jätevesihuollon toimiala ottaa kiintoaineesta suurimman osan talteen jätevesilietteenä. Yli kolmasosa jätevesilietteestä palautuu maanparannusaineena viljelymaahan. Lisäämällä jätevesihuollon toimiala panos-tuotostauluun, tämä ainevirtakehä saataisiin umpeen.

Viljelymaan käyttö on taulussa käsitelty luonnon käyttönä. Viljelymaa voidaan kuitenkin käsitellä myös talouteen kuuluvana pääomana. Tällöin kasvinviljelyn kuiva-aineen nettota-seen ainejäämä menisikin peltopääomakannan nettolisäykseksi tai vähennykseksi ja eroosio olisi peltopääomakannan poistumaa suoraan luontoon. Pääomakannan muutosten käsitte-lyyn panos-tuotostauluun tarvittaisiin oma sarakkeensa ja rivinsä.

8 Yhteenveto ja päätelmiä

Tämä työ on ollut perustutkimusta elintarviketalouden ainevirtataseiden johtamiseksi. Biologisessa aineenvaihdunnassa, joka käsittää kasvien fotosynteesin (energian sitomisen) ja eliöiden hengityksen (energian vapauttaminen) - aine muuntuu suuressa mitassa olomuodosta toiseen. Etenkin kaasuna sisään tulevat ja poistuvat ainevirrat jäävät tavanomaisen tilastollisen havainnoinnin ulkopuolelle. Ravintoaineiden yhteytyksen ja palamisen kemiallisten perustaseiden avulla saadaan kuitenkin täsmälliset perusteet myös näiden ei-havaittavien virtojen laskemiseksi.

Aineen häviämättömyyden periaatteeseen nojautuen voidaan jokaisen osasysteemin laskennassa noudattaa tasemenetelmää, joka osaltaan auttaa täyttämään tilastoimattomia ainevirtoja ja varmistaa siten myös laskennan virheettömyyttä.

Tässä työssä ainevirtojen laskenta on tehty hyvin seikkaperäisellä tasolla. Käytännön tilastointityöhön, etenkin aikasarjojen muodostukseen, menetelmä sellaisenaan olisi raskas. Toisin jokaista osasysteemiä varten on kehitetty omat Excel-laskentataulukonsa, joiden kalibrointi uuteen havaintovuoteen on melko joutuisaa. Kuitenkin myös esimerkiksi kansantalouden tilinpidossa on melko yleistä, että alueilla, joista riittävää tilastotietoa on vaikeaa saada suoraan, tehdään aika ajoin perusteellisemmat selvitykset, ja sitten muille vuosille tehdään laskelmat käytettävissä olevista tilastotiedoista olettaen, että perusselvitysvuoden mukaiset suhteet pysyvät muuttumattomina. Samoin tässä työssä kehitettyä laskentaa voitaisiin yksinkertaistaa huomattavasti olettamalla esimerkiksi, että kunkin kotieläimen rehun ja ihmisen ruoan ravintoainekoostumus pysyy samana. Tällöin voitaisiin kehittää helposti laskentamenetelmät, jotka laskisivat suoraan kotieläinten ja ihmisen ulkoiset ainetaseet tilastoista saatavissa olevien rehumäärien, eläintuotemäärien ja ruokamäärien avulla. Mutta tietysti tarvitaan ensin tämän työn kaltainen seikkaperäisempi perusselvitys oikeiden suhdelukujen löytämiseksi laskentaan.

Seikkaperäinen perusselvitys on tarpeen myös sen vuoksi, että laskentamenetelmissä mahdollisesti piilevät puutteet ja virheet sattuisivat paremmin asiantuntevan lukijan silmään. Siten perusselvitys myötävaikuttaa myös menetelmän korjaamiseen ja kehittämiseen.

Työn perustavoite on ollut laskentamenetelmien kehittäminen elintarviketalouden ainevirtataseiden laskentaan fyysistä panos-tuotostaulukkoa varten. Yksinkertaistettuna menetelmää voitaisiin soveltaa suoraan myös kokonaistalouden tason ainetaseiden aikasarjojen laskentaan elintarvikesektorin osalta.

Menetelmäkehikkoa voitaisiin soveltaa myös kahdella muulla tutkimusalueella. Yksi sovellusalue olisi yksittäisen aineen, kuten hiilen, typen tai fosforin kierron selvittäminen elintarviketaloudessa. Toinen sovellusalue olisi yksittäisten elintarvikkeiden kokonaismateriaalipanoksen, MIPS:in (material intensity per service unit, Schmidt-Bleek 1998), selvittäminen.

Molempiin näihin elintarviketalouden kokonaisainetaseet antavat kehikon, jonka sisältä tarvittavat tiedot voidaan laskea esiin jäsentyneellä tavalla.

Tämä työ on painottunut laskentamenetelmien kehittämiseen. Tulosten merkitysten tulkinta on jätetty toisaalle. Yksi yleinen johtopäätös voidaan kuitenkin antaa. Kirkollisessa liturgiassa ihmisen olemuksen aineellinen puoli tulkitaan seuraavasti: ”maasta olet sinä tullut ja maaksi pitää sinun jälleen tuleman” (”earth to earth, ashes to ashes, dust to dust”). Kuitenkin aineenvaihdunnan taseiden mukaan ennemmin kuin maan tomua ihminen on veden pyörrettä ja pilven hattaraa.

Kirjallisuus

- Adriaanse, A., Bringezu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenburg, E., Rogish, D., & Schütz, H. 1997. Resource flows: The material basis of industrial economies. World Resource Institute Report. New York, Washington.
- Ayres, R.U. & Ayres, L.W. 1998. Accounting for Resources, 1; Economy-Wide Application of Mass-Balance Principles to Materials and Waste. Massachusetts: Edward Elgar Publishing.
- Bringezu, S. 1993. Towards increasing resource productivity: how to measure the total material consumption of regional or national economies? *Fresenius environmental bulletin*. 2: 437 - 442.
- CEC 2001. Economy-wide material flow accounts and derived indicators, a methodological guide. Eurostat Theme 2, Economy and Finance, Luxemburg.
- Commission of the European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations & World Bank 1993. System of national accounts 1993. Office for Official Publications of the European Communities, Catalogue number CA-81-93-002-EN-C.
- Eckert, R. & Randall, D. 1983. Animal Physiology, Mechanisms and Adaptations. San Fransisco: W.H. Freeman and Company.
- European commission 1996. European system of accounts - ESA 1995, Office for Official Publications of the European Communities.
- FINELI 2001. Elintarvikkeiden koostumustietopankki, Kansanterveyslaitos, ravitsemusyksikkö. Päivitetty: 15.6.2001. Saatavissa internetistä: <http://www.ktl.fi/fineli/>.
- Grönroos, J., Nikander, A., Syri, S., Rekolainen, S. & Ekqvist, M. 1998. Maatalouden ammoniakkipäästöt. Suomen ympäristö 206. Helsinki: Suomen ympäristökeskus
- Happamoitumistoimikunta 1998. Happamoitumistoimikunnan mietintö. Suomen ympäristö 219, Helsinki: Ympäristöministeriö .
- Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö (Land, cultivation and environment). Helsinki: WSOY.
- Input-Output 1995 1999. Statistics Finland, SVT Economy 1999:10, Helsinki.
- IPCC 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Saatavissa internetistä: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs5c.html>.
- Kansaneläkelaitos 1990. Ruoka-aineiden ravintoainesisältö. Helsinki.

- Kemira Agro Oy 1996. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maatalousalueittain. Helsinki.
- Kleiber, M. 1987. *The Fire of Life. An Introduction to Animal Energetics* (3rd Ed.). Malabar: Robert E. Krieger. KTL 1998. *Finravinto 1997 -tutkimus. Kansanterveyslaitoksen tutkimuksia B8*. Helsinki: Kansanterveyslaitos.
- Matthews, E., Amann, C., Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Hüttler, W., Kleijn, R., Moriguchi, Y., Ottke, C., Rodenburg, E., Rogich, D., Schandl, H., Schütz, H., van der Voet, E. & Weisz, H. 2000. *The weight of nations: Material outflows from industrial economies*, World Resources Institute Report. Washington D. C.
- Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H. & Warner, R. 1979. *Animal Nutrition* (7th Ed.). New Delhi: McGraw-Hill.
- Mäenpää, I., Juutinen, R., Puustinen K., Risku-Norja, H., Veijalainen, S. & Viitanen, M. 2000. *Natural resource use of Finland* (in Finnish). *The Finnish Environment* 428. Helsinki: Ministry of the Environment.
- Mäenpää, I., Juutinen, R., Puustinen K., Risku-Norja, H., Veijalainen, S. & Viitanen, M. 2000a. *TMRFIN, Suomen luonnonvarojen käytön tilastointijärjestelmä*. CD-tallenne, 29.2.2000. Oulu: Oulun yliopisto/Thule-instituutti, Myös: <http://thule oulu.fi/ecoef>.
- 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, Stockholm, Sweden.
- Lallukka, T. & Ovaskainen, M-L. 2001. *Ruokamittoja. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2001*. Helsinki.
- Lypsylehmän ruokinta 1999. *Maaseutukeskusten liitto, Tieto tuottamaan 82*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Matthews, E., Amann, C., Bringezu, S., Fischer-Kowalski, F., Hüttler, W., Kleijn, R., Moriguchi, Y., Ottke, C., Rodenburg, E., Rogich, D., Schandl, H., Schütz, H., van der Voet, E. & Weisz, H. 2000. *The weight of nations: Material outflows from industrial economies*, World Resources Institute Report, Washington D. C.
- Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H. & Warner, R. 1979. *Animal Nutrition* (7th Ed.). New Delhi: McGraw-Hill.
- Mäenpää, I., Juutinen, R., Puustinen K., Risku-Norja, H., Veijalainen, S. & Viitanen, M. 2000a. *Natural resource use of Finland* (in Finnish). *The Finnish Environment* 428. Helsinki: Ministry of the Environment.
- Mäenpää, I., Juutinen, R., Puustinen K., Risku-Norja, H., Veijalainen, S. & Viitanen, M. 2000b. *TMRFIN, Suomen luonnonvarojen käytön tilastointijärjestelmä*. Oulun yliopisto/Thule-instituutti, CD-tallenne, 29.2.2000 Oulu. Saatavissa internetistä: <http://thule oulu.fi/ecoef>.
- 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, Stockholm, Sweden.
- MMM 1996. *Maatilatilastollinen vuosikirja 1996*. SVT Maa- ja metsätalous 1996:5. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus.
- MMM 1997. *Ravintotase 1995*. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus.
- MMM 1998. *Suomalaiset ravitsemussuositukset. Valtion ravitsemusneuvottelukunta, Komiteamietintö 1998:7*. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Nienstedt I. 1992. *Fysiologian ja anatomian perusteet*. Porvoo: WSOY.

- Pedersen, O.G. 1999. Physical Input-Output Tables for Denmark; Products and Materials 1990; Air Emissions 1990-92. Danmarks Statistik.
- Pipatti, R. 2001. Greenhouse gas emissions and removals in Finland. VTT Research Notes 2094. Espoo: Technical Research Center of Finland.
- Schmidt-Bleek, F. 1998. Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch - mehr Lebensqualität durch Faktor 10. München: Droemer Knaur. 320 s.
- SEEA 2000. 2002. Chapter III, Physical flow accounts. <http://ww2.statcan.ca/citygrp/london/publicrev/pubrev.htm>, January 2002.
- Stahmer, C., Kuhn, M. & Braun, N. 1998. Physical Input-Output Tables for Germany, 1990, German Federal Statistical Office, prepared for DG XI and Eurostat, 2/1998/B/1.
- STAKES 1997. Päihdetilastollinen vuosikirja 1997. SVT Sosiaaliturva 1997:2.
- STAKES 2000. Päihdetilastollinen vuosikirja 2000. SVT Sosiaaliturva 2000:2.
- Tennilä, L. 2000. Elintarvikkeiden kulutus kotitalouksissa 1998 (Consumption of foodstuffs 1998). SVT Incomes and consumption 2000:18. Helsinki: Statistics Finland.
- Tilastokeskus 1999. Suomen tilastollinen vuosikirja 1999. SVT. Hämeenlinna: Tilastokeskus.
- Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P. 1996. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Märehtijät - siat - siipikarja - turkiseläimet - hevoset (Feed tables. Ruminants - bigs - poultry - fur animals - horses). Helsinki.
- Vahvelainen, S. & Salomaa, E. 2000. Tuotannon ja kulutuksen jätteet. SVT Ympäristö ja luonnonvarat 2000:5. Helsinki: Tilastokeskus.
- Yki-Järvinen, H. 1999. Energia-aineenvaihdunta ja sen mittaaminen. Teoksessa: Aro, A., Mutanen, M. & Uusitupa, M. (toim.). Ravitsemustiede. Hämeenlinna: Duodecim, Karisto Oy. s. 254 - 265.

Osa III
Maatalouden materiaalivirtojen
laskentamalli MaMa

Pekka Vanhala ja Ilmo Mäenpää

1 Johdanto

Maatalouden materiaaliavirtojen laskentamalli MaMa on tarkoitettu analyysiavuksi, kun arvioidaan, mitkä ovat kotitalouksien ravinnonkulutuksen ja maatalouden tuotantomuutosten yleiset vaikutukset talouteen ja tuotannon aiheuttamaan ympäristökuormitukseen.

MaMa koostuu kolmesta osiosta: maataloustuotantoa kuvaavista tilamalleista, kotitalouksien ravinnonkulutustiedoista sekä taustalla toimivasta panos-tuotosmallista, jolla kaksi edellä mainittua yhdistetään kokonaistaloudelliseksi mallikehikoksi. Malli rakennettiin toimimaan Microsoft Excelissä, jolloin sen päivittäminen ja käyttö on yksinkertaista.

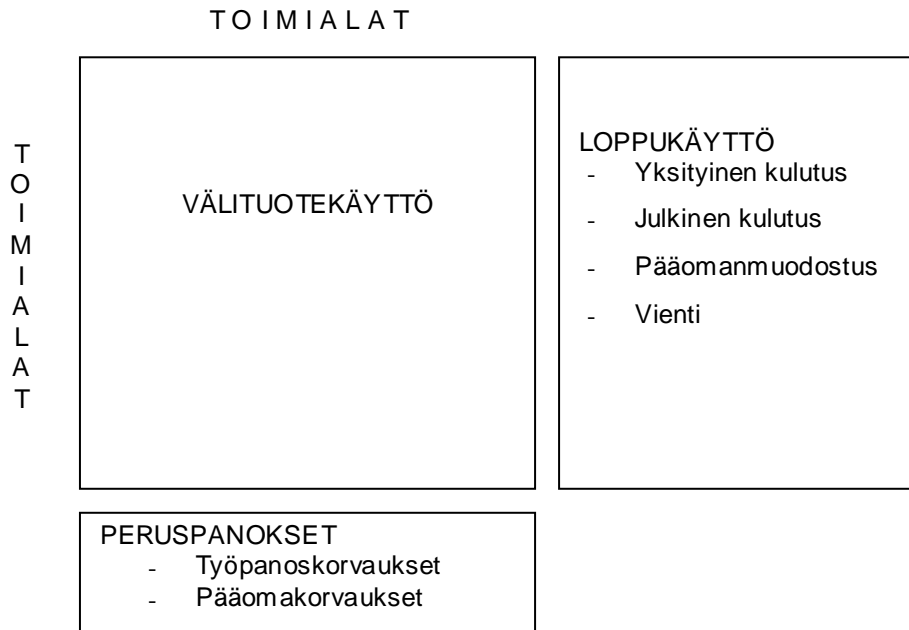
MaMa-raportti rakentuu panos-tuotoskehikon ympärille, joten luvussa 2 esitellään lyhyt yleisjohdatus panos-tuotosanalyysiin. Luvussa 3 esitellään mallin yleisrakenne. Luvussa 4 esitetään kotitalouksien ravinnonkulutuksen käsittely mallissa. Tilamallien liittäminen mallikehikkoon on esitetty luvussa 5. Luvussa 6 esitetään ympäristökuormitustekijöiden mallittaminen. Luvussa 7 on esitetty, mitä analyysituloksia mallista saadaan.

2 Panos-tuotosanalyysin perusteita

Talouden panos-tuotostaulukot kuvaavat talouden tuotevirtoja systemaattisella tavalla ja tarjoavat siten menetelmän analysoida erilaisten kysyntävaikutusten etenemistä talouden tuotantorakenteessa (esim. UN 1999). Panos-tuotosmenetelmän käyttökelpoisuutta myös talouden ja ympäristön vuorovaikutusten analyysissä osoittaa se, että panos-tuotosmenetelmän kehittäjä Wassily Leontief on itsekin soveltanut menetelmää ympäristökysymyksiin (esim. Leontief & Ford 1970). Suomessakin on tätä lähestymistapaa käytetty jo 1970-luvun lopulla (Parkkinen 1978). Sen jälkeen panos-tuotosanalyysia on käytetty monenlaisten ympäristökysymysten tutkimiseen (esim. Gowdy & Miller 1991, Farla ym. 1994, Lange 1998, Lave ym. 1995, Lentzen 1998, Mäenpää 1998).

Panos-tuotostaulukot ovat kuvaus tuotevirroista talouden eri toimialojen välillä ja tuotteiden loppukäyttöön. Tuotevirrat mitataan rahassa. Panos-tuotostaulukon yksinkertaistettu perusmuoto on esitetty kuvassa 1. Panos-tuotostaulukon sarakkeina ovat talouden tuotantotoimialat ja tuotteiden loppukäytön pääerät: yksityinen kulutus, julkinen kulutus, pääomanmuodostus ja vienti. Riveinä ovat toimialat ja alla tuotantotoiminnassa käytettyjen peruspanosten eli työpanoksen ja pääomapanoksen korvaukset.

Panos-tuotostaulukon kukin toimialarivi osoittaa, kuinka paljon toimialan tuotosta on käytetty kunkin toisen ja myös oman toimialan välituotteena sekä loppukäytön eri ryhmiin. Taulukon kukin toimialasarake ilmaisee, kuinka paljon toimiala on käyttänyt kunkin toimialan tuotteita välituotepanoksenaan sekä paljonko toimiala on käyttänyt peruspanoksia. Loppukäytön sarakkeet ilmaisevat kunkin loppukäytön erän koostumisen toimialojen tuotteista.



Kuva 1. Panos-tuotostaulukon yksinkertaistettu perusmuoto.

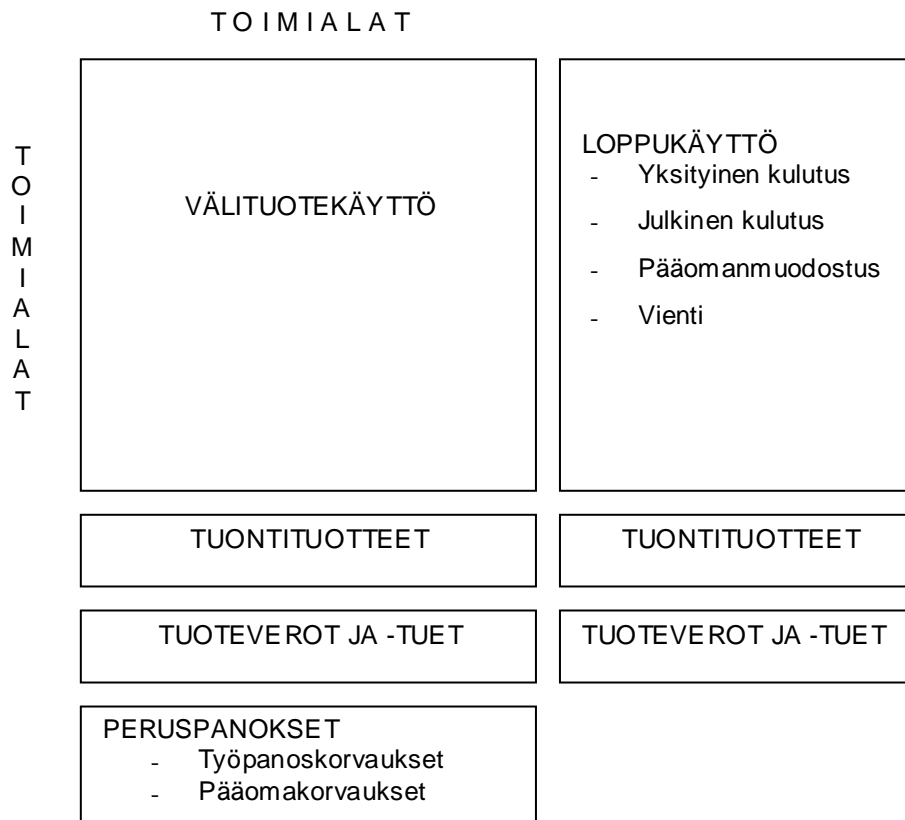
Panos-tuotostaulukon toimialasarakkeet ilmaisevat kunkin toimialan tuotoksen kokonaisarvon kustannuksista käsin. Toimialarivit ilmaisevat tuotoksen arvon käytöstä käsin. Siten kunkin toimialan rivi ja sarake summautuvat periaatteessa yhtä suuriksi.

Panos-tuotostaulukon yksinkertaistettua muotoa kuvassa 1 on vielä täydennettävä tuontituotteilla sekä tuoteveroilla ja -tukipalkkioilla kuvan 2 esittämällä tavalla.

Tuontituotteita käytetään sekä välituotteina että suoraan loppukäyttöön. Tuontituotteiden käyttö voidaan esittää yhdeksi riviksi summattuna tai myös jaoteltuna tuottavan toimialan mukaan yhtenevästi kotimaisen tuotannon toimialajaon mukaan. Tällöin välituote- ja loppukäytön matriiseissa kotimaiset ja tuontituotteet voidaan myös yhdistää.

Panos-tuotostaulukossa tuotevirrat on arvostettava yhtenäiseen hintaan. Yhtenäisenä hintakäsitteenä on perushinta. Tuotteen perushinta on hinta, jonka tuottaja saa tuotteesta, kun siitä on vähennetty tuotteesta maksettavat verot ja siihen on lisätty tuottajan saamat tukipalkkiot. Jotta tuotteen ostajalle koituvat kustannukset kirjautuvat oikein, panos-tuotostaulukko on lisättävä tuoteverojen ja tuotetukipalkkioiden rivi. Lisäksi tuotteen ostajahintaan sisältyvät kuljetuksen ja kaupan kustannukset siirretään panos-tuotostaulukon toimialariveillä kuljetuksen ja kaupan toimialojen tuottamiksi panoksiksi.

Panos-tuotostaulukko esittää suoraan tuotteiden välittömät virrat tuottajilta eri käyttöihin. Välituotekäytön matriiseissa kuvautuvat kuitenkin implisiittisesti myös toimialojen väliset jalostusketjut. Panos-tuotostaulukosta muodostetun panos-tuotosmallin avulla voidaan laskeudessaan kunkin toimialan tuotteiden tuottamiseen.



Kuva 2. Panos-tuotostaulukon täydennetty muoto.

Panos-tuotostaulukon perusmuoto johdetaan panos-tuotostaulukosta seuraavasti. Välituote-käytön matriisi jaetaan sarakkeittain toimialojen tuotosten arvoilla, jolloin saadaan panos-kerroinmatriisi. Panoskerroinmatriisi ilmaisee, kuinka paljon eri toimialojen tuotosta tarvitaan välittömästi kunkin toimialan tuotoksen tuottamiseen. Merkitään q = toimialojen tuotosten n vektori, A = toimiala \times toimiala panoskerrointen $n \times n$ matriisi sekä y = loppukäytön n vektori, jossa loppukäytön erät on laskettu yhteen. Silloin panos-tuotostaulukon toimialarivit voidaan ilmaista matriisiyhtälönä:

i)
$$q = Aq + y,$$

josta saadaan $q - Aq = y$, ja edelleen, kun merkitään $I = n \times n$ identiteettimatriisi,

$(I - A)q = y$. Tuotosten ratkaisuksi saadaan silloin

ii)
$$q = (I - A)^{-1}y = By,$$

missä $B = (I - A)^{-1}$ on ns. Leontiefin käänteismatriisi.

Leontiefin käänteismatriisin sarake i osoittaa, kuinka paljon eri toimialojen tuotosta tarvitaan kokonaisuudessaan, välittömästi tai välillisesti, toimialan i tuotteiden valmistamiseen. Käänteismatriisin käyttö on yleistettävissä erilaisiin analyysilaskelmiin seuraavasti. Olkoon

P peruspanoskerrointen panoslaji x toimiala $m \times n$ matriisi eli matriisin P kukin sarake ilmaisee, kuinka paljon kukin toimiala käyttää eri peruspanoksia tuotosyksikköään kohti. Silloin lauseke

$$\text{iii) } p = PBy = P(I - A)^{-1}y$$

ilmaisee, kuinka paljon eri peruspanoksia tarvitaan kokonaisuudessaan lopputuotevektorin y tuottamiseen. Matriisia PB voidaan käyttää kahdenlaisiin analyyseihin.

Toimiala-analyysi. Kun matriisin P kukin sarake ilmaisee, kuinka paljon kukin toimiala käyttää itse välittömästi eri peruspanoksia tuotosyksikköä kohti, matriisin PB sarakkeet ilmaisevat, kuinka paljon toimialojen tuotteisiin on kokonaisuudessaan sitoutunut peruspanoksia. Erotus $PB - P$ ilmaisee välillisen peruspanoskäytön.

Loppukäytön analyysi. Loppukäytön vektori y voidaan osittaa myös loppukäytön erien matriisiksi $Y = [y^C; y^G; y^I; y^E]$, jolloin lauseke PBY ilmaisee, kuinka paljon peruspanoksia on vaadittu kunkin loppukäytön erän tuottamiseen.

Peruspanoksina voidaan käyttää panos-tuotostaulukon markkamääräisiä peruspanoksia. Peruspanokset voidaan kuitenkin yleistää kattamaan mitkä tahansa toimialojen tuotannossaan käyttämät resurssit missä tahansa mittayksikössä mitattuna. Peruspanokset voivat sisältyä markkamääräisinä myös välituotekäytön panoskertoimiin.

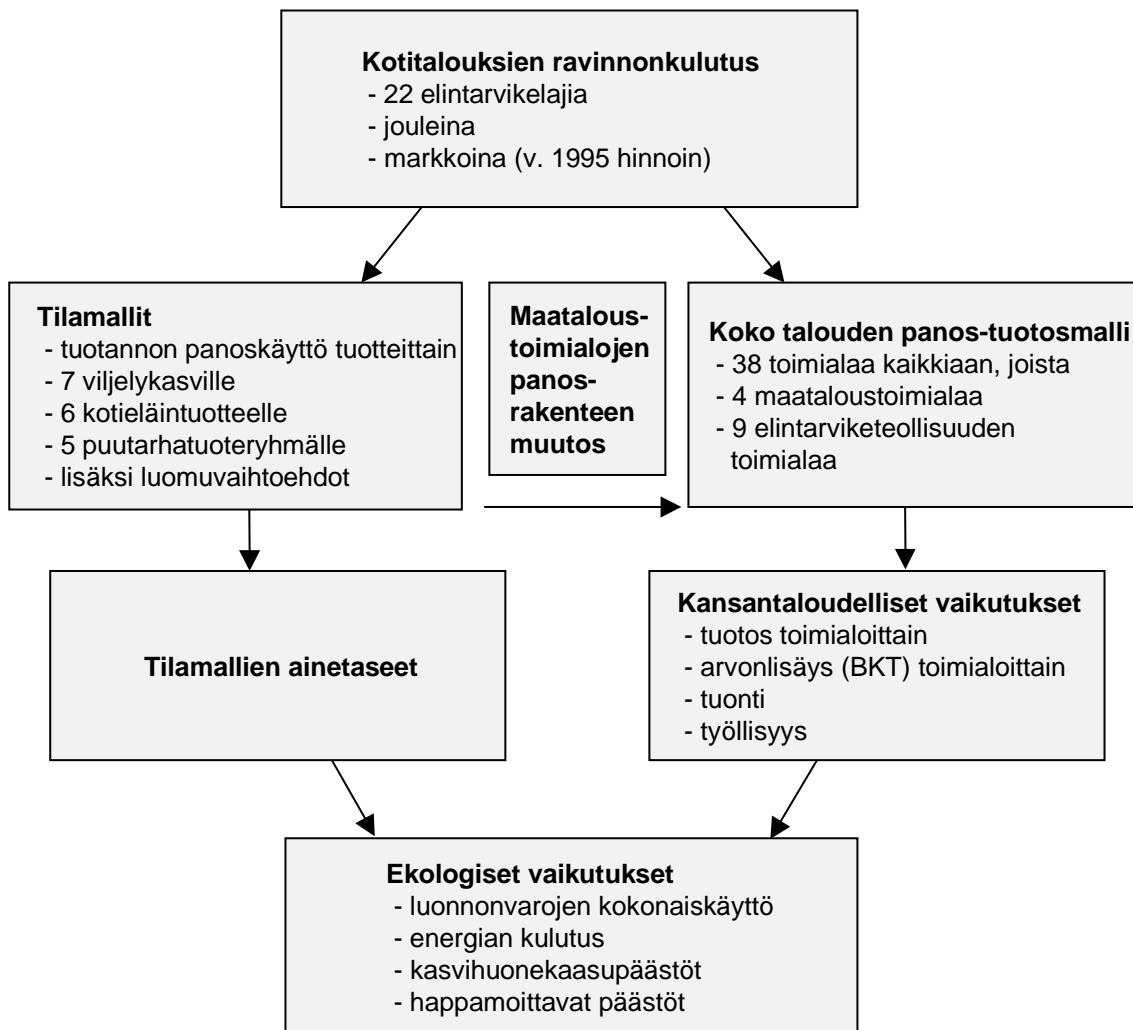
Panos-tuotoslaskelmiin sisältyy periaatteellinen epätarkkuutta aiheuttava yksinkertaistus: joudutaan oletamaan, että toimialan kaikki tuotteet tuotetaan samalla tuotantotekniikalla eli samalla välituotekäytön rakenteella. Epätarkkuus on sitä suurempi, mitä karkeampaa toimialajakoa käytetään ja mitä kapeampia tuoteryhmiä tarkastellaan. Menetelmä on kuitenkin kokonaisuuden kannalta konsistentti: loppukäyttöön sisältyvien peruspanosten summana saadaan aina tuotantoon menevien peruspanosten summa.

Panos-tuotosmenetelmän tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä mahdollisimman yksityiskohtaista toimialajakoa ja yhdistämällä tulokset laskentatasoa hieman karkeampiin tuoteryhmiin.

3 Mallin yleisrakenne

Panos-tuotomallin MaMa-sovelluksessa yhdistetään tuotanto- ja kulutuslähtöiset ajattelutavat tilamallien ja kotitalouksien loppukulutusvektorin avulla. Tilamalleilla kuvataan maatalouden tuotantorakenteen muutosta ja kulutusvektorilla kotitalouksien kulutustottumusten muutosta. Mallilla voidaan tutkia tuotannon ja kulutuksen muuttumisen aiheuttamia vaikutuksia joko yhtä aikaa tai erikseen. Kuva 3 esittää MaMa-mallin rakenteen.

Panos-tuotomalli pohjautuu Suomen vuoden 1995 panos-tuotostauluihin (Tilastokeskus 1995). Julkaisutason panos-tuotostauluihin verrattuna mallia varten maatalous ja elintarviketeollisuus on kuvattu yksityiskohtaisemmin. Maatalous on jaoteltu neljään ja elintarviketeollisuus kahdeksaan alatoimialaan. Yksityiskohtainen jaottelu on saatu vuoden 1995 panos-tuotostaulukoiden laskentatason TOL95 3-numerotason toimialajaottelusta muuten, mutta kasvinviljely ja kotieläintalous on saatu tässä tutkimuksessa jakamalla toimiala ”Varsinainen maatalous” kahteen osaan tilamallien tietoihin perustuen. Tutkimuksen kannalta



Kuva 3. MaMa-mallin rakenne.

epäolennaisia toimialoja on yhdistelty, ja toimialojen kokonaismääräksi muodostui siten 38. Toimialajako on esitetty taulukossa 1.

Mallin perusversio on asetettu kuvaamaan Suomen taloutta vuonna 1995 siten, että talouden lopputuotekäytön erät, kotitalouksien kulutusmenot (sisältäen elintarvikkeiden kulutuksen), julkiset kulutusmenot, pääomanmuodostus, vienti ja tuontiosuudet ovat vuoden 1995 tasolla. Samoin tilamallien tuotostasot on täsmätty vuoden 1995 maatalouden tuotantotasoihin.

Taulukko 1. Toimialajako MaMa-mallissa. TOL95-koodit on annettu sulkeissa.

Nro Toimiala
1 Kasvinviljely (011)
2 Kotieläintalous (012)
3 Puutarhatalous (013)
4 Muu maatalous (014,015,016,017,018)
5 Metsätalous (020,021)
6 Kalastus ja kalanviljely (050)
7 Kiven ja kemiallisten mineraalien kaivu (141,143)
8 Muiden mineraalien kaivu (C paitsi 141 ja 143)
9 Teurastus ja lihanjalostus (151)
10 Kalan ja kalatuotteiden jalostus (152)
11 Hedelmien, marjojen ja vihannesten jalostus (153)
12 Kasvi- ja eläinöljyjen ja -rasvojen valmistus (154)
13 Meijerituotteiden ja jäätelön valmistus (155)
14 Myllytuotteiden ja tärkkelyksen valmistus (156)
15 Eläinten ruokien valmistus (157)
16 Muu elintarvikkeiden valmistus (158)
17 Juomien ja tupakkatuotteiden valmistus (159,16)
18 Tekstiilien ja vaatteiden valmistus (17,18,19)
19 Metsä- ja paperiteollisuus, kustantaminen (20,21,22)
20 Kaksin, öljytuotteiden jne. valmistus (DF)
21 Peruskemikaalien valmistus (241)
22 Maatalouskemikaalien valmistus (242)
23 Muiden kemikaalien valmistus (DG paitsi 241 ja 242)
24 Kumi- ja muovituotteiden valmistus (DH)
25 Mineraalituotteiden valmistus (DI)
26 Metalliteollisuus (DJ,DK,DL,DM)
27 Muu valmistus ja kierrätys (DN)
28 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto (E)
29 Talonrakentaminen (451,459)
30 Maa- ja vesirakentaminen (452)
31 Tukku- ja vähittäiskauppa (G)
32 Majoitus- ja ravitsemistoiminta (H)
33 Kuljetus ja varastointi (60-63)
34 Posti- ja teleliikenne (64)
35 Asuntojen omistus ja vuokraus (702)
36 Muut kiinteistöalan palvelut (701,70202,703)
37 Muut yksityiset palvelut (J, 71-74,O,P,Q)
38 Julkiset palvelut (L, M, N)
39 Toimialoittain erittelemätön (X)

Mallin simuloinneissa voidaan kysyä, miten muutokset kotitalouksien ravinnonkäytössä ja maatalouden tilatyyppirakenteessa vaikuttavat koko talouteen ja miten ne heijastuvat ympäristökuormituksen kokonaismäärässä.

Malli voitaisiin myös virittää johonkin tulevaisuuden ajankohtaan jonkin kokonaistaloudellisen skenaarion pohjalta, joka saavutettaisiin muuntamalla talouden koko lopputuotekäyttöä - toimialoittaista vientiä, pääomanmuodostusta, julkisia kulutusmenoja, kotitalouksien koko kulutusmenorakennetta, tuontiosuuksia ja työn tuottavuuksia - skenaarion mukaiseksi. Mutta tässä tutkimuksessa ei ole pyritty rakentamaan talouden kokonaisvaltaista ennustemallia, vaan mallia, jolla voidaan analysoida erilaisten ravinnonkäytön ja ravinnontuotannon muutosten vaikutuksia.

4 Elintarvikkeiden kulutus

Kotitalouksien kulutusmenot on mallissa jaettu 23 kulutushyödykeryhmäksi. Taulukossa 2 esitetään kotitalouksien elintarvikkeisiin käytetyt menot jaoteltuna 22 ryhmäksi. Kulutushyödykeryhmistä 21 ensimmäistä ovat kotitalouksien hankkimia elintarvikkeita. Ryhmä 22, ravitsemuspalvelut, sisältää ravintoloissa ja ruokaloissa nautitut ateriat ja juomat. Loppuryhmään 23 on yhdistetty kaikki muut kotitalouksien kulutusmenot.

Mallissa elintarvikkeiden ja ravitsemuspalvelujen kulutus syötetään elintarvikkeista henkeä kohti vuorokaudessa saatuna energiana, kilojoulea/henkilö/vuorokausi. Perustasojen estimointi on esitetty toisaalla (Mäenpää & Vanhala 2002). Perustasoina on vuoden 1995 arvioitut tasot. Mallin syöttölohkossa kulutusrakennetta voidaan muuntaa niin, että ruokakorin kokonaisenergiamäärä ei muutu.

Energiamääräinen ruokakori muutetaan markkamääräiseksi ostoskoriksi kullekin elintarvikkeelle laskettujen joulehintojen avulla. Ostoskori muutetaan koko väestön vuotuisiksi kulutusmenoiksi kertomalla se Suomen väkiluvulla vuonna 1995 sekä vuoden vuorokausiluvulla 365. Vuoden 1995 kilojoule/henkilö/vrk ruokakorista saadaan tällöin kansantalouden tilinpidon kotitalouksien elintarvikekulutusmenojen mukaiset markkamääräiset tasot vuonna 1995.

Vaikka ruokakorin rakenteen muuttuessa sen kokonaisenergiamäärä pysyisi samana, ostohinta muuttuu, koska elintarvikkeiden joulehinnat vaihtelevat. Mallissa on tehty oletus, että kotitalouksien kokonaiskulutusmenot pysyvät vakiona, ja siten kulutusmenoryhmän 23 (Muut kulutusmenot) markkamäärä saadaan kokonaiskulutusmenojen ja ravintomenojen erotuksena. Kun ruoka kallistuu, niin muut kulutusmenot supistuvat.

Kulutushyödykeryhmittäiset kulutusmenot on arvostettu ostajanhintaan. Jotta näistä päästään panos-tuotsmallin toimialoittaiseen tuottajahintaiseen kysyntään, on ostajahinnoista vähennettävä tuoteverot sekä kaupan ja muun jakelun marginaalit. Lisäksi on eroteltava,

Taulukko 2. Kotitalouksien elintarvikkeiden kulutushyödykeryhmät.

nro ryhmä	kJ / hlö / vrk	mk / hlö / vrk
1 Jauhot, muut viljatuotteet kuin leipä	1,243	0,72
2 Ruoka- ja kahvileipä	1,044	2,92
3 Naudanliha	41	0,96
4 Sianliha	159	0,57
5 Siipikarjan liha	39	0,28
6 Muu liha	18	0,18
7 Makkara ja muut lihatuotteet	792	2,88
8 Kala ja kalatuotteet	155	0,91
9 Maito	659	1,39
10 Maitotuotteet	845	2,28
11 Munat	131	0,2
12 Rasvat ja öljyt	883	0,65
13 Hedelmät ja marjat	387	1,6
14 Perunat	359	0,41
15 Perunavalmisteet	147	0,29
16 Muut kasvikset	129	1,36
17 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	1,004	2,15
18 Muut elintarvikkeet	13	0,54
19 Kahvi, tee ja kaakao	67	0,93
20 Muut alkoholittomat juomat	222	1,16
21 Alkoholijuomat	458	6,21
22 Ravitsemispalvelut	1,191	9,95
yhteensä	9,987	38,55

mille toimialoille kunkin hyödykeryhmän sisältämien tuotteiden tuotanto jakautuu samoin kuin kotimaisten ja tuontituotteiden osuudet. Muunnoksia varten mallissa on toimiala x kulutushyödykeryhmä muuntomatriisi, joka on saatu vuoden 1995 panos-tuotostaulujen perusaineistosta.

5 Tilamallit

Taulukossa 3 on esitetty mallissa käytettävissä olevat tilamallit. Viljatilamalleja oli alun perin kaksi, rehu- ja leipäviljamalli. Ohra- ja kauramallit muodostettiin rehuviljamallin ja vehnä- ja ruismallit leipäviljamallin pohjalta. Alkuperäisiin tilamalleihin tehtiin jonkin verran muutoksia, jotta kehikko pystyttäisiin säilyttämään yhtenäisempänä, esimerkiksi samoille panoksille pyrittiin käyttämään samoja hintoja, vaikka ne saattoivatkin vaihdella hieman tilamallien kesken. Lisäksi muina kuin kilo- tai markkamääräisinä esiintyviä tuotantopanoksia pyrittiin mahdollisuuksien mukaan muuttamaan kilomääräisiksi sopivien muuntokerrointen avulla, jotta tilamallit olisivat mahdollisimman hyvin yhteensopivia materiaali virtatilinpidon kanssa.

Kukin tilamalli kuvaa yhden keskimääräisen tilan kustannusrakennetta, joten ne täytyi saada laajennetuksi koko maataloutta koskevaksi. Tämä tapahtui jakamalla kunkin maataloustuot-

Taulukko 3. Tilamallit.

Tavanomaiset tilamallit	Luomutilamallit
vehnä	luomuvehnä
ohra	luomuohra
ruis	luomuruis
kaura	luomukaura
peruna	
rypsi	
sokerijuurikas	
naudanliha	luomunaudanliha
maito	luomumaito
sianliha	luomusianliha
porsaat	luomuporsaat
kananmunat	luomukananmunat
broileri	

teen vuoden 1995 kokonaistuotantomäärä vastaavan tilamallin tuotantomäärällä, jolloin saatiin tarvittavien tilojen lukumäärä. Kun näillä luvuilla kerrottiin kunkin tilamallin tuotantopanokset, saatiin koko sadon tuottamiseen vaadittavat tuotantopanosmäärät.

Kaikista muista tilamalleista paitsi perunasta, rypsiä, sokerijuurikkaasta ja broilerista on myös luomuvaihtoehdot, joita voidaan käyttää maatalouden rakenteen muutosten analysointiin. Maataloustuotannon ohjaus MaMa-mallissa tapahtuu asettamalla eri tilamallityypeille luomuprosenttiosuudet, joiden perusteella malli laskee, kuinka paljon eri tuotteita tuotetaan tavanomaisilla ja kuinka paljon luomutiloilla. Näiden tuotantomäärien perusteella lasketaan sitten tarvittavat tuotantopanosmäärät tavanomaisilla ja luomutiloilla.

Maataloustoimialojen rakenteen muutosta mallinnetaan tilamalleista johdettavilla panoskerrotoimien muutoksilla. Tilamallien kustannuserät jaoteltiin toimialoittain, ja kustakin kolmesta maataloustoimialasta muodostettiin omat panoskerroinvektorinsa jakamalla toimialoittaiset kustannuserät toimialan kokonaistuotoksella. Rakenteen muutokset saatiin selville laskeamalla vaihtoehdoisen tilanteen ja vuoden 1995 maataloustuotannon panoskerroinvektorien välinen suhde erikseen kasvinviljelyssä ja kotieläintaloudessa ja kertomalla saaduilla vektoreilla alkuperäisen panoskerroinmatriisin kasvinviljely- ja kotieläintalousvektorit. Näin maatalouden rakenteen muutokset liitettiin mukaan panos-tuotostarkasteluun. Puutarhatalouden osalta vastaavaa menetelmää ei tarvitse käyttää, koska puutarhamalleista ei ole tehty luomuvaihtoehtoja.

6 Ympäristökuormitus

Malli laskee sekä maataloudelle että koko kansantaloudelle seuraavat ympäristökuormitusta kuvaavat tekijät:

- Luonnonvarojen kokonaiskäyttö, tonnia
- Energian kulutus, terajoulea
- Kasvihuonekaasupäästöt, Gg CO₂-ekv
- Happamoittavat päästöt, Mg SO₂-ekv.

Hankkeessa kehitettyjen kasvinviljelyn ja kotieläintuotannon ainetaseiden laskentamenetelmien avulla on tuotettu ainetaseet kullekin tilamalliyksikölle erikseen (Mäenpää & Vanhala 2002). Simuloinnissa tilamalleille saadut tuotoksen kokonaistasot nostavat ainetaseiden virrat toteutuneen tuotannon tasolle. Tilatyypittaiset ainetaseet yhdistetään panos-tuotusmallin kolmen maataloustoimialan, kasvinviljelyn, kotieläintalouden ja puutarhatalouden, ainetaseiksi. Ainetaseista poimitaan luonnonvarojen käytön suoriksi panoksiksi kasvisato ja pii-lovirroiksi eroosio.

Muilla toimialoilla on käytetty aikaisemmin estimoituja luonnonvarojen kokonaiskäytön kertoimia tuotosyksikköä kohti (Mäenpää ym. 2000). Kun maatalouden panoskäytön muutos vaikuttaa muiden talouden toimialojen tuotoksiin, heijastuu vaikutus myös näiden toimialojen luonnonvarojen käyttöön.

Maatalouden polttoaineiden ja sähkön kulutus saadaan tilamallien aineistosta tilatyypeittäin. Muiden toimialojen energiakertoimet on saatu FINPIOT-projektissa kootuista toimialoittaisista energiankulutustiedoista, jotka on muunnettu joulemääräisiksi energiapanoskertoimiksi. FINPIOT-projektista on saatu myös toimialoittaiset ilmapäästökertoimet polttoaineille ja prosesseille. Maatalouden polttoaineiden päästökertoimet on saatu tästä aineistosta. Maatalouden biologisen aineenvaihdunnan prosessipäästöt saadaan tarkemmin tilamallikohtaisista ainetaseista. Tulostuksessa useat ilmapäästölajit on yhdistetty kasvihuonekaasuiksi ja happamoittaviksi päästöiksi. Kasvihuonekaasut on yhteismitallistettu hiilidioksidiekvivalenteiksi, ja ne on ilmaistu gigagrammoina. Happamoittavat päästöt on muutetettu rikkidioksidiekvivalenteiksi ja ne on ilmaistu megagrammoina.

Kasvihuonekaasulajit ja niiden hiilidioksidiekvivalenttikertoimet ovat seuraavat (IPCC 2001):

Hiilidioksidi	CO ₂	1
Metaani	CH ₄	23
Dityppioksidi	N ₂ O	296

Happamoittavien päästöjen ekvivalenttikertoimet ovat (Seppälä 1999):

Rikkidioksidi	SO ₂	1
Typen oksidit	NO _x	0,4
Ammoniakki	NH ₃	1,6.

7 Taloudelliset vaikutukset

MaMa-mallin simulointiperiaatteena on muuttumattoman eli alkutilan ja muuttuneen eli vaihtoehdoisen tilan välinen vertailu. Alkutila kuvaa vuoden 1995 tilannetta elintarvikkeiden kulutuksen ja maataloustuotteiden tuotannon osalta, ja vaihtoehdoisessa tilassa toista tai molempia näistä on muutettu.

MaMa-malli näyttää taloudellisen muutosvaikutuksen eli näiden kahden tilan välisen erotuksen kokonaistuotoksen, BKT:n, työllisyyden, tuonnin ja viennin tasolla. Muutosten vaikutukset ympäristöön näkyvät luonnonvarojen kokonaiskäytössä, maankäytössä ja kasvihuonekaasu- ja happamoittavien päästöjen määrässä.

Kirjallisuus

- Farla, J., Cuelenaere, R. & Blok, K. 1994. Energy efficiency and structural change in the Netherlands, 1980 – 1990. Utrecht: NW&S-UU, NW&S-onderzoeksrapport no. 94007.
- Gowdy, J.M. & Miller, J.L. 1991. An input-output approach to energy efficiency in the U.S.A. and Japan (1960-1980). *Energy* 16: 897-902.
- IPCC 2001. Climate change 2001, The scientific basis. Intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lange, G. 1998. Applying an integrated natural resource accounts and input-output model to development planning in Indonesia. *Economic Systems Research* Vol. 10, Iss. 2, 113-135.
- Lave, L.B., Cobas-Flores, E., Hendrickson, C. & McMichael, F.C. 1995. Using input-output analysis to estimate economy-wide discharges. *Environmental Science and Technology* 29: 420-426.
- Lentzen, M. 1998. Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input-output analysis. *Energy Policy* 26: 495-506.
- Leontief, W. & Ford, D. 1970. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *Review of Economics and Statistics* 52: 262-271.
- Mäenpää, I. 1998. The economy, energy and air emissions. Helsinki: Statistics Finland. Eurostat working papers 2/1998/B/2.
- Mäenpää, I., Juutinen, R., Puustinen K., Risku-Norja, H., Veijalainen, S. & Viitanen, M. 2000. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö Suomessa. Suomen ympäristö 428. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Mäenpää, I. & Vanhala, P. 2002. Biologinen aineenvaihdunta ja maatalouden materiaalivirrat Suomessa 1995. Tämän julkaisun osa II, s. 32-99.

- Parkkinen, T. 1978. Vesiensuojelun ja kansantalouden väliset yhteydet. Vesihallitus. Tiedotus 156. 103 s.
- Seppälä, J. 1999. Vaikutusten laskenta elinkaariarvioinnissa - vertailtavana DAIA- ja Ekoindikaattori 95-menetelmä. Suomen ympäristökeskuksen moniste 172. Helsinki.
- Tilastokeskus 1999. Panos-tuotos 1995. Suomen virallinen tilasto, kansantalous 1999:10, taulukot.
- UN 1999. Handbook of Input-Output Table Compilation and Analysis. Handbook of National Accounting, Series F, 74.

Liitteet Osa I

Liite 1 (1/5). Tavanomaisen tuotannon tilamallit: kasvinviljely

Leipäviljan (ruis ja vehnä) tuotantomalli, A ja B-tukialueet

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta leipäviljaa 38 ha (ruista 19,00 ha ja vehnää 19,00 ha) sekä kesantoa 2,00 ha

Mallin hehtaarisadot: ruis 3000 kg, kevätvehnä 4200 kg (mallin keskisato 3500 kg/ha)

Koko maan vilja-ala 982 700 ha, josta mallien mukaan kotieläintiloilla 476 296 ha; jää viljalleille 506 404 ha

Koko maan viljantuotanto 3 343 900 000 kg

Tarvitaan 12660 kappaletta viljantuotantotiloja lopun viljan (kotieläintiloilla tuottamatta jääneen) tuottamiseen

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		40 ha
Vilja-ala		38 ha
Kesantoala		2 ha
Tuotettu viljaa		133000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, ruis	3040 kg	14896 mk
kylvösiemen, kevätvehnä	5225 kg	15414 mk
kylvösiemen, viherkesanto	40 kg	524 mk
lannoite, suomensalpietari	3800 kg	3781 mk
lannoite, pellon tyyppi Y-lannos	14469 kg	19895 mk
kalkki	16000 kg	3840 mk
rikkakasvintorjunta	86 l	3504 mk
talvihuostien torjunta	8 kg	2581 mk
korrenvahvistaja	46 l	3096 mk
muu torjunta	8 l	219 mk
sähkö	17817 kwh	6747 mk
polttoöljy	3029 l	4131 mk
voiteluöljy	16 kg	109 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	2 ha	149 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	38 ha	24607 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	747 h	28878 mk
MYEL- ja MATA maksut		10690 mk

3. Yleiskustannus

8,2 % 18754 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		9683 mk
poistot, koneet ja kalusto		33661 mk
poistot, salaojitukset		6433 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		2421 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		11509 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1930 mk
maatilavakuutus		1251 mk
korkovaatimus	6 %	71151 mk

Leipäviljan tuotantokustannus

2,26 mk/kg

Liite 1 (2/5).

Rehuviljan (ohra ja kaura) tuotantomalli, A ja B-tukialueet

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta viljaa 38 ha (ohraa 19,00 ha ja kauraa 19,00 ha) sekä kesantoa 2,00 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 4100 kg ja kaura 3900 kg

Koko maan vilja-ala 982 700 ha, josta mallien mukaan kotieläintiloilla 476 296 ha; jää viljamalleille 506 404 ha

Koko maan viljantuotanto 3 343 900 000 kg

Tarvitaan 12660 kappaletta viljantuotantotiloja lopun viljan (kotieläintiloilla tuottamatta jääneen) tuottamiseen

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		40 ha
Vilja-ala		38 ha
Kesantoala		2 ha
Tuotettu viljaa		152000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, kaura	3420 kg	8892 mk
kylvösiemen, ohra	3610 kg	9747 mk
kylvösiemen, viherkesanto	40 kg	524 mk
lannoite, pellon tyyppi Y-lannos	13885 kg	19091 mk
kalkki	16000 kg	3840 mk
rikkakasvintorjunta	84 l	3426 mk
korrenvahvistaja	30 l	2064 mk
muu torjunta (taudit)	8 l	219 mk
sähkö	17817 kwh	6747 mk
polttoöljy	3257 l	4441 mk
voiteluöljy	16 kg	112 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	2 ha	149 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	38 ha	24607 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	750 h	28991 mk
MYEL- ja MATA maksut		10690 mk

3. Yleiskustannus

8,2 % 17990 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		10549 mk
poistot, koneet ja kalusto		40811 mk
poistot, salaojitukset		6433 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		2637 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		14030 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1930 mk
maatilavakuutus		1463 mk
korkovaatimus	6 %	74321 mk

Rehuviljan tuotantokustannus

1,93 mk/kg

Liite 1 (3/5).

Öljykasvien tuotantomalli, A ja B-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta rypsiä 10 ha, kesantoa 0,5 ha ja loppu viljaa

Mallin hehtaarisato 1800 kg/ha

Koko maan öljykasvituotanto 125800000 kg

Tarvitaan 6988 kappaletta rypsin tuotantotiloja ko sadon tuottamiseen (69880 ha), todellisuudessa vuonna 1995 oli 85 300 ha öljykasveja

Tilat tuottavat myös viljaa, mutta mallin kustannukset laskettu vain rypsilille

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		40 ha
Rypsiä		10 ha
Kesantoala		0,5 ha
Tuotettu rypsiä		18000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, rypsi	90 kg	1710 mk
kylvösiemen, viherkesanto	11 kg	138 mk
lannoite, pellon tyyppi Y-lannos	4615 kg	6346 mk
kalkki	4211 kg	1011 mk
rikkakasvintorjunta	20 l	2615 mk
tuhohyönteisten torjunta	4 l	895 mk
sähkö	3282 kwh	1243 mk
polttoöljy	606 l	827 mk
voiteluöljy	5 kg	33 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	0,5 ha	39 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	10 ha	6475 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	190 h	7327 mk
MYEL- ja MATA maksut		3380 mk

3. Yleiskustannus

8,2 % 4383 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		1809 mk
poistot, koneet ja kalusto		9146 mk
poistot, salaojitukset		1693 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		452 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		3126 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		508 mk
maatilavakuutus		299 mk
korkovaatimus	6 %	18267 mk

Rypsin tuotantokustannus 3,98 mk/kg

Liite 1 (4/5).

Sokerijuurikkaan tuotantomalli, A ja B-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta sokerijuurikasta 10 ha, kesantoa 0,5 ha ja loppu viljaa

Mallin hehtaarisato 33000 kg/ha

Koko maan sokerijuurikkaantuotanto 1110000000 kg

Tarvitaan 3333 kappaletta sokerijuurikkaantuotantotiloja ko sadon tuottamiseen (33330 ha),

todellisuudessa vuonna 1995 oli 34 800 ha sokerijuurikasta

Tilat tuottavat myös viljaa, mutta mallin kustannukset laskettu vain sokerijuurikkaalle

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		40 ha
Sokerijuurikasala		10 ha
Kesantoala		0,5 ha
Tuotettu sokerijuurikasta		330000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, sokerijuurikas	14 yks	14560 mk
kylvösiemen, viherkesanto	11 kg	138 mk
lannoite, juurikkaan Y-lannos 3	7500 kg	10988 mk
kalkki	4211 kg	1011 mk
rikkakasvintorjunta	10 ha	13420 mk
tuhohyönteisten torjunta	4 l	895 mk
sähkö	3282 kwh	1243 mk
polttoöljy	1153 l	1573 mk
voiteluöljy	15 kg	101 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	0,5 ha	39 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	316 h	12232 mk
MYEL- ja MATA maksut		3380 mk

3. Yleiskustannus

8,2 % 6655 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		2306 mk
poistot, koneet ja kalusto		7159 mk
poistot, salaojitukset		1693 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		576 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		2403 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		508 mk
maatilavakuutus		275 mk
korkovaatimus	6 %	17916 mk

Sokerijuurikkaan tuotantokustannus

0,3 mk/kg

Liite 1 (5/5).

Perunan tuotantomalli (täykkelysperuna)

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta perunaa 10 ha, kesantoa 4 ha ja loppu viljaa

Mallin hehtaarisato 30000 kg/ha

Koko maan perunantuotanto 798 000 000 kg

Tarvitaan 2660 kappaletta perunantuotantotiloja ko sadon tuottamiseen (26600 ha), todellisuudessa vuonna 1995 oli 36 100 ha perunaa

Tilat tuottavat myös viljaa, mutta mallin kustannukset laskettu vain perunalle

	määrä	yks.hinta	yhteensä
Tilan koko peltoala			40 ha
Peruna-ala			10 ha
Kesantoala			1 ha
Tuotettu perunaa			300000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, oma lisäsviljelty	22750 kg	0,39	8873 mk
kylvösiemen, ostettu	2250 kg	1,75	3938 mk
kylvösiemen, viherkesanto	11 kg	12,55	138 mk
lannoite, Kloorivapaa Y-lannos 3	6070 kg	1,79	10859 mk
kalkki, mg-pitoinen	7150 kg	0,24	1716 mk
rikkakasvintorjunta	8,4 l	413	3469 mk
rutontorjunta	55 l	47,5	2613 mk
sähkö	2623 kwh	0,4	1049 mk
polttoöljy	1298 l	1,25	1623 mk
voiteluöljy	16,6 kg	6,72	112 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	0,5 ha	78	39 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	505 h	40	20200 mk
MYEL- ja MATA maksut			5920 mk

3. Yleiskustannus

6,5 % 3936 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset			4510 mk
poistot, koneet ja kalusto			26500 mk
poistot, salaojitukset			2140 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset			1130 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto			11920 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat			474 mk
maatilavakuutus			1020 mk
korkovaatimus	6,5 %		25244 mk

Perunan tuotantokustannus

0,46 mk/kg

Liite 2 (1/6). Tavanomaisen tuotannon tilamallit: kotieläintalous

Maidon tuotantomalli (C1 tukialue)

Tilan kokonaispinta-ala 31,61 ha, josta kauraa 4,88 ha, ohraa 4,88 ha, kuivaa heinää 7,56 ha, säilörehua 5,42 ha, laidunta 7,86 ha

Mallin hehtaarisadot: kaura 3300 kg, ohra 3300 kg, kuiva heinä 4200 kg, säilörehu 4200 ry, laidun 3200 ry

Koko maan maidontuotanto 2 274 000 000 l

Tarvitaan 22054 kappaletta maidontuotantotiloja ko maitomäärän tuottamiseen (697 126 ha), todellisuudessa maitotiloja oli 33 118 kpl

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

Maidontuotantomalli tuottaa myös lihaa (poistolehvät) ja välitysvasikoita, joiden arvo vähennetään maidon tuotantokustannuksesta

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		30,61 ha
Lehmämäärä		16 kpl
Tuotettu maitoa		103112 l

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, kaura	879 kg	2285 mk
kylvösiemen, ohra	928 kg	2504 mk
kylvösiemen, nurmikasvit	172 kg	3879 mk
lannoite, pellon NK-lannos	1316 kg	1724 mk
lannoite, suomensalpietari	8648 kg	8734 mk
lannoite, pellon typpi Y-lannos	6683 kg	9290 mk
lannoite, nurmen Y-lannos	3656 kg	4825 mk
kalkki	12244 kg	2939 mk
rikkakasvintorjunta	21 l	880 mk
korrenvahvistaja	8 l	530 mk
muu torjunta	2 l	56 mk
säilöntäaine	706 l	3104 mk
säilörehumuovi	42 kg	614 mk
valkuaistiiviste	3772 kg	8676 mk
kivennäisrehu	1454 kg	3896 mk
vasikoiden juomarehu	393 kg	3065 mk
muu kotieläinkustannus		14146 mk
sähkö	23559 kwh	8696 mk
polttoöljy	855 l	1166 mk
voiteluöljy	11 kg	74 mk
heinänpaalaus (vuokratyö)	31769 kg	3125 mk
kasvinsuojeluruiskutus (vuokratyö)	10 ha	520 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	10 ha	6322 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	19 h	2687 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	3440 h	132971 mk
MYEL- ja MATA maksut		9488 mk

3. Yleiskustannus

4,1 % 14626 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		28328 mk
poistot, koneet ja kalusto		46449 mk
poistot, salaojitukset		4923 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		7082 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		15098 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1477 mk
maatilavakuutus		2560 mk
korkovaatimus	6 %	82127 mk

Maidon tuotantokustannuksesta vähennetään sivutuotteet:

poistolehmiä arvo (liha)	1018 kg	14124 mk
välitysvasikat	12 kpl	6877 mk

Maidon tuotantokustannus 4,05 mk/l

Liite 2 (2/6).

Naudanlihan tuotantomalli, C1-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 26,77 ha, josta ohraa 9,93 ha ja säilörehua 16,85 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 3300 kg, säilörehu 4200 ry/ha

Koko maan naudanlihantuotanto 95 500 000 kg (josta katetaan poistolehmien lihalla 22 450 900 kg)

Tarvitaan 6225 kappaletta naudanlihantuotantotiloja ko lihamäärän tuottamiseen (166 643 ha)

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		28,38 ha
Lihamäärää		60 kpl
Tuotettu lihaa		11734 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, ohra	1886 kg	5093 mk
kylvösiemen, nummikasvit	152 kg	3639 mk
lannoite, pellon NK-lannos	4038 kg	5290 mk
lannoite, suomensalpietari	2255 kg	2278 mk
lannoite, pellon tyyppi Y-lannos	12425 kg	17271 mk
kalkki	10710 kg	2570 mk
rikkakasvintojunta	22 l	895 mk
korrenvahvistaja	4 l	270 mk
säilöntäaine	1673 l	7363 mk
säilörehumuovi	100 kg	1456 mk
valkuaistiiviste	6180 kg	14214 mk
kasvatusrehu	2880 kg	5184 mk
juomarehu	1320 kg	10296 mk
kivennäisseos	1620 kg	4342 mk
vasikat	61 kpl	53366 mk
muu kotieläinkustannus		13098 mk
sähkö	20086 kwh	7606 mk
polttoöljy	1675 l	2284 mk
voiteluöljy	21 kg	146 mk
kasvinsuojeluruiskutus (vuokratyö)	10 ha	529 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	10 ha	6428 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	19 h	2732 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	2790 h	107834 mk
MYEL- ja MATA maksut		8767 mk

3. Yleiskustannus

5 % 20854 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		24071 mk
poistot, koneet ja kalusto		42604 mk
poistot, salaojitukset		4306 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		6018 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		13835 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1292 mk
maatilavakuutus		2508 mk
korkvaatimus	6 %	80010 mk

Naudanlihan tuotantokustannus

42,38 mk/kg

Liite 2 (3/6).

Porsastuotannon tuotantomalli, C1-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 27,72 ha, josta ohraa 14,60 ha, kauraa 11,73 ha ja kesantoa 1,39 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 3300 kg, kaura 3300 kg

Koko maan emakoiden lukumäärä 161069 kpl (porsaita arviolta n. 1,3 milj kpl/vuosi)

Tarvitaan 2685 kappaletta porsaantuotantotiloja ko porsasmäärän tuottamiseen (74 428 ha)

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		27,72 ha
Eläinmäärä, emakoita		60 kpl
Tuotettu porsaita		1307 kpl

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, ohra	2112 kg	5492 mk
kylvösiemen, kaura	2774 kg	7489 mk
kylvösiemen, väherkesanto	28 kg	363 mk
lannoite, suomensalpietari	9562 kg	9514 mk
kalkki	11087 kg	2661 mk
rikkakasvintorjunta	58 l	2374 mk
korrenvahvistaja	20 l	1353 mk
muu kasvinsuojelu	5 l	135 mk
valkuaistiiviste	12301 kg	30507 mk
porsasrehu	44700 kg	95211 mk
porsaat (uudistus)	24 kpl	8628 mk
karjut	2 kpl	6000 mk
muu kotieläinkustannus		16200 mk
sähkö	39731 kwh	15046 mk
polttoöljy	741 l	1011 mk
voiteluöljy	10 kg	65 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	2 ha	166 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	26 ha	17051 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	51 h	7247 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	1975 h	76320 mk
MYEL- ja MATA maksut		8938 mk

3. Yleiskustannus

4,1 % 18703 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		41579 mk
poistot, koneet ja kalusto		48591 mk
poistot, salaojitukset		4458 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		10395 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		15641 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1337 mk
maatilavakuutus		3707 mk
korkovaatimus	6 %	102967 mk

Tuotantokustannuksesta vähennetään lihatuotto

emakoista	3614 kg	59892 mk
karjuista	123 kg	721 mk
karsituista siitoseläimistä	307 kg	3303 mk

Porsaan tuotantokustannus

379 mk/kpl

Liite 2 (4/6).

Sianlihan tuotantomalli, C1-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 22,39 ha, josta ohraa 21,27 ha ja kesantoa 1,12 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 3300 kg

Koko maan sianlihantuotanto 166 310 000 kg

Tarvitaan 4645 kappaletta sianlihantuotantotiloja ko lihamäärän tuottamiseen (104 002 ha)

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		22,39 ha
Eläinmäärä		3*150 kpl
Tuotettu lihaa		35797 kg
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, ohra	4042 kg	10913 mk
kylvösiemen, viherkesanto	22 kg	293 mk
lannoite, suomensalpietari	4029 kg	4069 mk
kalkki	8957 kg	2150 mk
rikkakasvintorjunta	47 l	1918 mk
korrenvahvistaja	9 l	578 mk
kasvatusrehu	16200 kg	40176 mk
porsaat, 22 kg	450 kpl	162450 mk
muu kotieläinkustannus		27000 mk
sähkö	32097 kwh	12155 mk
polttoöljy	566 l	772 mk
voiteluöljy	7 kg	49 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	2 ha	134 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	21 ha	13775 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	42 h	5854 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	1483 h	57310 mk
MYEL- ja MATA maksut		8026 mk
3. Yleiskustannus		
	4,1 %	18104 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		14671 mk
poistot, koneet ja kalusto		27725 mk
poistot, salaojitukset		3601 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		3668 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		9156 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1080 mk
maatilavakuutus		1522 mk
korkovaatimus	6 %	56321 mk
Sianlihan tuotantokustannus		13,91 mk/kg

Liite 2 (5/6).

Kananmunan tuotantomalli, A-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 21,05 ha, josta ohraa 13,10 ha, kauraa 6,90 ha ja kesantoa 1,05 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 3900 kg, kaura 3700 kg

Koko maan kananmunantuotanto 66 900 000 kg

Tarvitaan 1487 kappaletta kananmunantuotantotiloja ko munamäärän tuottamiseen (31 301 ha)

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		21,05 ha
Eläinmäärä		2500 kpl
Tuotettu kananmunia		45000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, ohra	2488 kg	6718 mk
kylvösiemen, kaura	1242 kg	3229 mk
kylvösiemen, viherkesanto	21 kg	276 mk
lannoite, suomensalpietari	7050 kg	7121 mk
kalkki	8419 kg	2021 mk
rikkakasvintorjunta	44 l	1803 mk
korrenvahvistaja	14 l	918 mk
muu kasvinsuojelu	3 l	80 mk
kanojen munitustiiviste	18625 kg	54625 mk
kanakalkki	8275 kg	4965 mk
kananpoikaset, 18 vko	2250 kpl	50625 mk
muu kotieläinkustannus		2750 mk
sähkö	26034 kwh	9859 mk
polttoöljy	1989 l	2712 mk
voiteluöljy	9 kg	63 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	2 ha	126 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	2433 h	94017 mk
MYEL- ja MATA maksut		7745 mk

3. Yleiskustannus

5 % 20936 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		18607 mk
poistot, koneet ja kalusto		89628 mk
poistot, salaojitukset		3385 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		4652 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		27693 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1015 mk
maatilavakuutus		2837 mk
korkovaatimus	6 %	72064 mk

Kananmunien tuotantokustannuksesta vähennetään

teuraskanojen arvo 2143 kpl 3324 mk

Kananmunien tuotantokustannus 10,83 mk/kg

Liite 2 (6/6).

Broilerin tuotantomalli (mama-mallia varten)

Tilan kokonaispinta-ala 20 ha, kevätvehnää 10 ha ja ohraa 10 ha

Mallin hehtaarisadot: kevätvehnä 4000 kg, ohra 3900 kg

Koko maan broilerinlihantuotanto 42 390 000 kg (siipikarjanliha)

Tarvitaan 224 kappaletta broilerinlihantuotantotiloja ko lihamäärän tuottamiseen

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		20 ha
Eläinmäärä		7*25000 kpl
Tuotettu lihaa		189000 kg

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus

kylvösiemen, kevätvehnä	2500 kg	5500 mk
kylvösiemen, ohra	1900 kg	3610 mk
suomensalpietari	7195 kg	7319 mk
kalkki	8000 kg	1920 mk
rikkakasvintorjunta	50 l	2050 mk
korrenvahvistaja	5 l	340 mk
untuvikot	175000 kpl	334250 mk
kasvatusrehu	360000 kg	687600 mk
lastaus (vuokratyö)		55900 mk
sähkö	50000 kwh	19920 mk
polttoöljy	55900 l	69875 mk
voiteluöljy	27 kg	185 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	20 ha	10600 mk

2. Työkustannus

viljelijäperheen palkka	2790 h	111600 mk
MYEL- ja MATA maksut		12222 mk
palkkatyö	500 h	33200 mk

3. Yleiskustannus

48402 mk

4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus

poistot, tuotantorakennukset		43817 mk
poistot, koneet ja kalusto		28832 mk
poistot, salaojitukset		3157 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		10954 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		9521 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		947 mk
maatilavakuutus		4515 mk
korkovaatimus		138056 mk

Broilerinlihan tuotantokustannus

8,7 mk/kg

Liite 3 (1/7). Luomutuotannon tilamallit

Luomurehviljan tuotantomalli, A ja B -tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta ruista 13,33 ha, kevätvehnää 13,33 ha ja kesantoa 13,34 ha

Mallin hehtaarisadot: ruis 2000 kg ja kevätvehnä 2900 kg

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		40 ha
Vilja-ala		26,66 ha
Kesantoala		13,34 ha
Tuotettu viljaa		63000 kg
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, ruis	2133 kg	10547 mk
kylvösiemen, kevätvehnä	3667 kg	7753 mk
kylvösiemen, viherkesanto	267 kg	4366 mk
kalkki	16000 kg	3840 mk
sähkö	12504 kwh	4735 mk
polttoöljy	1192 l	1625 mk
voiteluöljy	15 kg	105 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	13 ha	994 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	27 ha	17269 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	37 h	5285 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	646 h	24966 mk
MYEL- ja MATA maksut		13122 mk
3. Yleiskustannus		
	8,2 %	12617 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		3187 mk
poistot, koneet ja kalusto		25182 mk
poistot, salaojitukset		6433 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		797 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		8392 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1930 mk
maatilavakuutus		719 mk
korkovaatimus	6 %	63162 mk
Luomuleipäviljan tuotantokustannus		3,42 mk/kg

Liite 3 (2/7).

Luomurehviljan tuotantomalli, A ja B -tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 40 ha, josta ohraa 13,33 ha, kauraa 13,33 ha ja kesantoa 13,34 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 2500 kg ja kaura 2700 kg

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		40 ha
Vilja-ala		26,66 ha
Kesantoala		13,34 ha
Tuotettu viljaa		69000 kg
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, kaura	2400 kg	3804 mk
kylvösiemen, ohra	2533 kg	4190 mk
kylvösiemen, viherkesanto	267 kg	4366 mk
kalkki	16000 kg	3840 mk
sähkö	12504 kwh	4735 mk
polttoöljy	1204 l	1642 mk
voiteluöljy	15 kg	105 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	13 ha	994 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	27 ha	17269 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	41 h	5782 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	641 h	24793 mk
MYEL- ja MATA maksut		13122 mk
3. Yleiskustannus		
	8,2 %	12555 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		3624 mk
poistot, koneet ja kalusto		31511 mk
poistot, salaojitukset		6433 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		906 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		10621 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1930 mk
maatilavakuutus		889 mk
korkovaatimus	6 %	65718 mk
Luomurehviljan tuotantokustannus		3,16 mk/kg

Liite 3 (3/7).

Luomurehviljan tuotantomalli, A ja B -tukialue

Tilan kokonaispeltoala 32,44 ha, josta kauraa 3,74 ha, ohraa 4,02 ha, säilörehua 13,18 ha ja laidunta 9,30 ha

Mallin hehtaarisadot: kaura 2500 kg, ohra 2300 kg, säilörehu 3500 ry, laidun 2900 ry

Tila tuottaa luomumaitoa 88381 l/vuosi

Tiloilla tuotetaan myös viljaa, joka on tilan sisäinen panos (kustannukset mukana mallissa)

Maidontuotantomalli tuottaa myös lihaa (poistolehvät) ja välitysvasikoita, joiden arvo vähennetään maidon tuotantokustannuksesta

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		32,44 ha
Lehmämäärä		16 kpl
Tuotettu maitoa		88 381 l

Tuotantokustannuserät:

1. Tarvikekustannus	määrä	
kylvösiemen, kaura	1078 kg	1708 mk
kylvösiemen, ohra	618 kg	1023 mk
kylvösiemen, nurmikasvit	193 kg	5544 mk
kalkki	12978 kg	3115 mk
säilöntäaine	985 l	4334 mk
säilörehumuovi	59 kg	857 mk
kivennäisrehu	1238 kg	3317 mk
muu kotieläinkustannus		14146 mk
sähkö	24339 kwh	9217 mk
polttoöljy	813 l	1109 mk
voiteluöljy	10 kg	71 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	9 ha	5985 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	13 h	1873 mk
rikkakasviharaus (vuokratyö)	9 ha	492 mk
heinänpaalaus (vuokratyö)	18075 kg	1778 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	3451 h	133400 mk
MYEL- ja MATA maksut		9794 mk
3. Yleiskustannus	4,1 %	12914 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		27716 mk
poistot, koneet ja kalusto		45592 mk
poistot, salaajitukset		5218 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		6929 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		14775 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaajat		1565 mk
maatilavakuutus		2508 mk
korkovaatimus	6 %	82942 mk
Luomumaidon tuotantokustannuksesta vähennetään sivutuotteet:		
poistolehvien arvo (liha)	1018 kg	14124 mk
välitysvasikat	12 kpl	6877 mk
Luomumaidon tuotantokustannus		4,26 mk/l

Liite 3 (4/7).

Luomunaudanlihan tuotantomalli, C1-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 37,05 ha, josta ohraa 10,96 ha ja säilörehua 26,09 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 2300 kg, säilörehu 3500 ry

Tila tuottaa luomunaudanlihaa vuodessa 9387 kg

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		37,05 ha
Eläinpaikkoja		60 kpl
Tuotettu lihaa		9387 kg
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, ohra	2082 kg	3443 mk
kylvösiemen,nummikasvit	235 kg	7046 mk
kalkki	14821 kg	3557 mk
säilöntäaine	2160 l	9504 mk
säilörehumuovi	130 kg	1879 mk
juomarehu	1320 kg	10296 mk
kivennäisseos	1560 kg	4181 mk
vasikat	61 kpl	53366 mk
muu kotieläinkustannus		12210 mk
sähkö	24817 kwh	9398 mk
polttoöljy	579 l	790 mk
voiteluöljy	7 kg	50 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	11 ha	584 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	15 h	2101 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	2531 h	97819 mk
MYEL- ja MATA maksut		100093 mk
3. Yleiskustannus		
	4,9 %	17351 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		25576 mk
poistot, koneet ja kalusto		45938 mk
poistot, salaojitukset		5959 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		6394 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		15022 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1788 mk
maatilavakuutus		2663 mk
korkovaatimus	6 %	95276 mk
Luomunaudanlihan tuotantokustannus		47,87 mk/kg

Liite 3 (5/7).

Luomuporsaan tuotantomalli, C1-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 50,60 ha, josta ohraa 20,94 ha, kauraa 15,49 ha ja kesantoa 14,17 ha
Mallin hehtaarisadot: ohra 2300 kg ja kaura 2500 kg

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		50,6 ha
Emakkoja		60 kpl
Porsaita		1307 kpl
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, kaura	1394 kg	2210 mk
kylvösiemen, ohra	1990 kg	3290 mk
kylvösiemen, nurmikasvit	283 kg	4640 mk
kalkki	20241 kg	4858 mk
porsasrehu	12301 kg	30507 mk
valkuaistiiviste	44700 kg	95211 mk
porsaat, 22 kg	24 kpl	9527 mk
karjut	2 kpl	6000 mk
muu kotieläinkustannus		9000 mk
sähkö	40674 kwh	15403 mk
polttoöljy	2582 l	3522 mk
voiteluöljy	13 kg	89 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	14 ha	1057 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	36 ha	23593 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	1985 h	76738 mk
MYEL- ja MATA maksut		11029 mk
3. Yleiskustannus		
	3,8 %	17729 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		47432 mk
poistot, koneet ja kalusto		58752 mk
poistot, salaojitukset		8138 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		11858 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		19291 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		2441 mk
maatilavakuutus		4243 mk
korkovaatimus	6 %	140624 mk
Luomuporsaan tuotantokustannus		416 mk/kpl

Liite 3 (6/7).

Luomusianlihan tuotantomalli, C1-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 35,33 ha, josta ohraa 25,43 ha, kesantoa 9,89 ha

Mallin hehtaarisadot: ohra 2300 kg

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		35,33 ha
Eläinmäärä		2,5*150 kpl
Tuotettu lihaa		29830 kg
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, ohra	2416 kg	3996 mk
kylvösiemen, nurmikasvit	198 kg	3239 mk
kalkki	14130 kg	3391 mk
sikojen kasvatustiiviste	13500 kg	33480 mk
porsaasat, 22 kg	375 kpl	135375 mk
muu kotieläinkustannus		21000 mk
sähkö	39752 kwh	15054 mk
polttoöljy	865 l	1180 mk
voiteluöljy	11 kg	75 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	10 ha	738 mk
leikkuupuinti (vuokratyö)	25 ha	16470 mk
viljankuivaus (vuokratyö)	35 h	4878 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	1616 h	62471 mk
MYEL- ja MATA maksut		9980 mk
3. Yleiskustannus		
4 %		16646 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		15750 mk
poistot, koneet ja kalusto		35420 mk
poistot, salaojitukset		5681 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		3938 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		11917 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1704 mk
maatilavakuutus		1760 mk
korkovaatimus	6 %	76587 mk
Luomusianlihan tuotantokustannus		16,52 mk/kg

Liite 3 (7/7).

Luomukananmunan tuotantomalli, A-tukialue

Tilan kokonaispinta-ala 39,11 ha, josta ohraa 19,25 ha, kauraa 8,91 ha ja kesantoa 10,95 ha
Mallin hehtaarisadot: ohra 2500 kg ja kaura 2700 kg

	määrä	yhteensä
Tilan koko peltoala		39,11 ha
Eläinmäärä		2500 kpl
Tuotettu kananmunia		39000 kg
Tuotantokustannuserät:		
1. Tarvikekustannus		
kylvösiemen, ohra	3658 kg	6049 mk
kylvösiemen, kaura	1603 kg	2541 mk
kylvösiemen, nurmi	219 kg	3586 mk
kalkki	15643 kg	3754 mk
kanojen munitustiiviste	17550 kg	51773 mk
kanakalkki	7800 kg	4680 mk
kananpoikaset, 18 vko	2250 kpl	50625 mk
muu kotieläinkustannus		2750 mk
sähkö	30836 kwh	11677 mk
polttoöljy	2449 l	3341 mk
voiteluöljy	15 kg	102 mk
kesannon niitto (vuokratyö)	11 ha	817 mk
2. Työkustannus		
viljelijäperheen palkka	2557 h	98812 mk
MYEL- ja MATA maksut		10230 mk
3. Yleiskustannus		
	4,8 %	20635 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus		
poistot, tuotantorakennukset		18409 mk
poistot, koneet ja kalusto		95109 mk
poistot, salaojitukset		6289 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		4602 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		29303 mk
korjaus- ja kunnossapito, salaojat		1887 mk
maatilavakuutus		2934 mk
korkovaatimus	6 %	97012 mk
Kananmunien tuotantokustannus		13,43 mk/kg

Liite 4 (1/5). Puutarhatuotannon tilamallit

Vihannesviljelyn tilamalli*

*Mallin perusteet valkokaali, kiinankaali, porkkana, sipuli

Vihannesviljelyn tilamallin pinta-ala on keskim. 11,5 ha, josta vihannesalaa 2,2 ha ja kesantoa 2,1 ha

Tilamallin vihannestuotanto on 53 613 kg

Koko Suomen vihannestuotanto v. 1999 oli 167 812 400 kg (pinta-ala 7 367 ha)

Tarvitaan 3 130 tilamallin mukaista tilaa tuottamaan koko sato

	Määrä	Yhteensä		
Tilan koko peltoala		10,40 ha		
Vihannesala		2,32 ha		
Kesantoala		1,66 ha		
Tuotettu		60498 kg		
Tuotantokustannuserät:		v. 1999	v.1995	
1. Tarvikekustannus				
taimet, siemen, istukkaat	35534	9582 mk	9630 mk	
lannoite	2171 kg	3510 mk	3528 mk	
kalkki	2825 kg	612 mk	615 mk	
rikkakasvintorjunta	6 l	1066 mk	1071 mk	
tuhohyönteisten torjunta	3 l	828 mk	832 mk	
Desinfiointi		19 mk	19 mk	
sähkö	5700 kwh	2096 mk	1857 mk	
polttoöljy	1185 l	1534 mk	1359 mk	
Diesel	433 l	1841 mk	1631 mk	
voiteluöljy	11 l	99 mk	88 mk	
työvaatteet		499 mk	502 mk	
kauppakunn.tarv.		15290 mk	15367 mk	
Myyntituot. ostopaht	53613 kpl	13690 mk	13759 mk	
2.Työkustannus				
viljelijäperheen palkka	1525 h	96019 mk	84017 mk	
MYEL- ja MATA maksut				
3.Yleiskustannus		7423 mk	7364 mk	
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus				
poistot, tuotantorakennukset		12389 mk	11733 mk	
poistot, koneet ja kalusto		12760 mk	12083 mk	
poistot, salaojitukset		329 mk	312 mk	
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		2493 mk	2361 mk	
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		5271 mk	4992 mk	
maatilavakuutus		850 mk	805 mk	
korkovaatimus	264434,8	6 %	15368 mk	14554 mk
Yhteensä		203 570 mk	188477 mk	
vihannesviljelyn keskimääräinen tuotantokustannus		3,53 mk/kg	3,12 mk/kg	

Liite 4 (2/5).

Marjan- ja hedelmätuotannon tilamalli*

* Mallin perusteet mansikka, herukka, omena

Tilamallin pinta-ala on 10 ha, josta marja- ja hedelmäalaa 5,8 ha ja kesantoalaa 0,5 ha

Tilamallin tuotettu sato on 30 333 kg

Koko Suomen marjan- ja hedelmäntuotanto oli v. 1999 14 841 800 kg (pinta-ala 6 582 ha)

Tarvitaan 489 tilamallin mukaista tilaa tuottamaan koko sato

	Määrä	Yhteensä ha(keskim.)	
Tilan koko peltoala		10,00 ha	
Marja/hedelmäala		4,79 ha	
Kesantoala		0,63 ha	
Tuotettu		22854 kg	
Tuotantokustannuserät:		v. 1999	v.1995
1. Tarvikekustannus			
siemenet, kesanto	6 yks	123 mk	124 mk
taimet	9455 kpl	14925 mk	14999 mk
lannoite	2935 kg	4980 mk	5005 mk
kalkki	5979 kg	1023 mk	1028 mk
turve	17 kg	458 mk	461 mk
vuotuinen kasvinsuojelu	32 l	6396 mk	6428 mk
taudit	14 l	1836 mk	1845 mk
tuhohyönteisten torjunta	2 l	259 mk	260 mk
sähkö	2147 kwh	432 mk	383 mk
polttoöljy	1983 l	2491 mk	2207 mk
Diesel	1056 l	5665 mk	5019 mk
voiteluöljy	25 l	201 mk	178 mk
työvaatteet		3609 mk	3627 mk
Konevuokrat	4003	2361 mk	2373 mk
kauppakunn.tarv.		11974 mk	12034 mk
Mynntituot. ostopaht	30333 kpl	8031 mk	8071 mk
2.Työkustannus			
viljelijäperheen palkka	1176 h	59634 mk	52180 mk
palkkatyö	5464 h	72494 mk	63432 mk
MYEL- ja MATA maksut			
3.Yleiskustannus		10850 mk	10904 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus			
poistot, tuotantorakennukset		14285 mk	13528 mk
poistot, koneet ja kalusto		24459 mk	23162 mk
poistot, salaojitukset		1115 mk	1056 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		2582 mk	2445 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		9566 mk	9059 mk
maatilavakuutus		1154 mk	1093 mk
korkovaatimus	486537 6 %	21810 mk	20654 mk
Yhteensä		282588 mk	261554 mk
Marjan- ja hedelmätuotannon keskimääräinen tuotantokustannus		15,62 mk/kg	11,44 mk/kg

Liite 4 (3/5).

Taimitarhatuotannon tilamalli*

* Mallin perusteena koristepensas

Tilamallin pinta-ala on 6,60 ha, josta satoikäistä koristepensasta 2,0 ha, ei-satoikäistä 2,0 ha odotus 1 v ja satokausi 1 v (Kauraa 2,6 ha)

Tilamallin sato on 81 000 kpl/tila

Koko Suomen koristepensasastuotantoala v. 1999 oli 696,1 ha

Tarvitaan 174 tilamallin kokoista tilaa tuottamaan koko sato

	Määrä	Yhteensä	
Tilan koko peltoala		6,60 ha	
Ala koristepensas		4,00 ha	
Kaura		2,60 ha	
Tuotettu		81000 kpl	
Tuotantokustannuserät:		v.1999	v.1995
1. Tarvikekustannus			
taimet	130000 kpl	283 833 mk	285252 mk
lannoite	3000 kg	5288 mk	5314 mk
kalkki	2000 kg	380 mk	382 mk
rikkakasvien torjunta	14 l	3738 mk	3757 mk
taudit	6 l	1501 mk	1509 mk
tuhohyönteisten torjunta	11 l	855 mk	859 mk
Desinfiointi		57 mk	57 mk
sähkö	24010 kwh	9666 mk	8564 mk
polttoöljy	3498 l	6746 mk	5977 mk
Diesel	243 l	984 mk	872 mk
voiteluöljy	45 l	534 mk	473 mk
työvaatteet		1304 mk	1311 mk
kauppakunn.tarv.	yks	23063 mk	23178 mk
2.Työkustannus			
viljelijäperheen palkka	2089 h	146251 mk	127970 mk
palkkatyö	1720 h	120400 mk	105350 mk
MYEL- ja MATA maksut			
3.Yleiskustannus		33346 mk	33513 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus			
poistot, tuotantorakennukset		33852 mk	32058 mk
poistot, koneet ja kalusto		28848 mk	27319 mk
poistot, salaojitukset		800 mk	758 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		6086 mk	5763 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		11401 mk	10797 mk
maatilavakuutus		1977 mk	1872 mk
korkovaatimus	600323 6 %	36019 mk	34110 mk
Yhteensä		756929 mk	717015 mk
taimitarhaviljelyn keskimääräinen tuotantokustannus		9,34 mk/kpl	8,85 mk/kpl

Liite 4 (4/5).

Koristekasvituotannon tilamalli* LEIKKORUUSU

* Laskentaperusteena leikkoruusu

Tilamallin kasviuoneala on 5000 m², ympärivuotista 4000 m² ja 1 kk talvilepo 1000 m², koko tila 2 ha

Tilamallin sato on 888 000 kpl/tila

Koko Suomen kasviuonekukatutuotanto v. 1999 oli 208 736 000 kpl

Tarvitaan 235 tilamallin kokoista tilaa tuottamaan koko sato

*leikkokukat, sipulikukat, ruukkukukat, viherkasvit, kesäkukan taimet yhteensä

	Määrä	Yhteensä	
Tilan koko peltoala		2,00 ha	
Ala leikkoruusu		5000 m ²	
Tuotettu		888000 kpl	
Tuotantokustannuserät:		v.1999	v.1995
1. Tarvikekustannus			
taimet	5600 kpl	74 620 mk	74993 mk
lannoite	4760 kg	22956 mk	23071 mk
taudit	9 l	1150 mk	1156 mk
tuhohyönteisten torjunta	31 l	12066 mk	12126 mk
sähkö	1440000 kWh	398520 mk	353089 mk
polttoöljy	180000 l	215865 mk	191256 mk
Kasvialustat	1866 kg	14048 mk	14118 mk
työvaatteet		818 mk	822 mk
Konevuokrat	4040 h	35670 mk	35848 mk
kauppakunn.tarv.		11929 mk	11989 mk
Myyntituot. ostopohja	888000 kpl	44770 mk	44994 mk
2. Työkustannus			
viljelijäperheen palkka	3007 h	186690 mk	163354 mk
palkkatyö	4997 h	310291 mk	271505 mk
MYEL- ja MATA maksut			
3. Yleiskustannus		48663 mk	48906 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus			
poistot, tuotantorakennukset		132894 mk	125851 mk
poistot, koneet ja kalusto		115815 mk	109677 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		68070 mk	64462 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		26790 mk	25370 mk
maatilavakuutus		15990 mk	15143 mk
korkovaatimus	2148244 6 %	128895 mk	122063 mk
Yhteensä		1 866 510 mk	1709793 mk
koristekasviviljelyn keskimääräinen tuotantokustannus		2,10 mk/kpl	1,93 mk/kpl

Liite 4 (5/5).

Kasvihuonevihannesten tilamalli*

* Laskennan perusteena tomaatti ja kurkku

Mallitilan kasvihuoneala on 2000 m², tilan koko pinta-ala 2 ha

Mallitilan sato on 78 000 kg/tila

Koko Suomen kasvihuonetuotanto v. 1999 oli 117 022 000 kg (pinta-ala 3 087 000 m²)

Tarvitaan 1500 mallitilan kokoista tilaa tuottamaan koko sato kilomäärässä mitattuna

Huom. sisältää kurkku, tomaatti, pehmeä keräsalaatti, rapea keräsalaatti, ruukkusalaatti ja muut

	Määrä	Yhteensä	
Tilan koko peltoala		2,00 ha	
Kasvihuoneala		2000 m ²	
Tuotettu		78000 kg	
Tuotantokustannuserät:		v.1999	v.1995
1. Tarvikekustannus			
taimet	5500 kpl	47 980 mk	48219 mk
lannoite	3366 kg	15 468 mk	15545 mk
taudit	63 yks	4 180 mk	4200 mk
tuhohyönteisten torjunta	105501 yks	7 720 mk	7759 mk
Desinfiointi	40 l	440 mk	442 mk
sähkö	19600 kwh	6 603 mk	5850 mk
polttoöljy	117000 l	139 742 mk	123811 mk
Kasvualustat	2667 kg	13 364 mk	13430 mk
työvaatteet		520 mk	523 mk
Konevuokrat	5020	21 642 mk	21750 mk
kauppakunn.tarv.		3 165 mk	3181 mk
Myyntituot. ostopahti	78000 kpl	0 mk	0 mk
2.Työkustannus			
viljelijäperheen palkka	1803 h	101 906 mk	89167 mk
MYEL- ja MATA maksut			
3.Yleiskustannus		14 134 mk	14205 mk
4. Omaisuudesta aiheutuva kustannus			
poistot, tuotantorakennukset		63 378 mk	60019 mk
poistot, koneet ja kalusto		8 865 mk	8395 mk
korjaus- ja kunnossapito, tuotantorakennukset		35 210 mk	33344 mk
korjaus- ja kunnossapito, koneet ja kalusto		1 525 mk	1444 mk
maatilavakuutus		5 236 mk	4958 mk
korkovaatimus	918 369	6 %	55 102 mk
Yhteensä		536 993 mk	508425 mk
kasvihuonevihannesten keskimääräinen tuotantokustannus		7,04 mk/kg	6,52 mk/kg

Liitteet Osa II

Liite 5 (1/1). Kotitalouksien kulutusmenoluokitus kansantalouden tilinpidossa (coicop) ja luokkien aggregointi

Aggregoitu ryhmä	COICOP	Nimike
	C01	ELINTARVIKKEET JA ALKOHOLIITTOMAT JUOMAT
	C011	Elintarvikkeet
	C0111	Leipä- ja viljatuotteet
1	C01111	Riisi
1	C01112	Jauhot ja suurimot
1	C01113	Perunajauhot
2	C01114	Ruokaleipä
2	C01115	Kahvileipä
1	C01116	Muut viljatuotteet
	C0112	Liha ja lihatuotteet
3	C01121	Naudanliha
4	C01122	Sianliha
5	C01123	Siipikarjan liha
6	C01124	Lammas, poro ym.
6	C01125	Riistan liha
7	C01126	Makkara
7	C01127	Lihäsäilykkeet, -einekset ja -valmisteet
7	C01128	Muut lihatuotteet
	C0113	Kala ja kalatuotteet
8	C01131	Tuore kala
8	C01132	Kalasäilykkeet ja -valmisteet
	C0114	Maito, juusto ja munat
9	C01141	Tinkimaito ja tuottajan kulutus
9	C01142	Maito ja maitojauhe
10	C01143	Hapanmaitotuotteet
10	C01144	Kerma
10	C01145	Juustot
11	C01146	Munat
	C0115	Rasvat ja öljyt
12	C01151	Voi ja voi-kasviöljyseokset
12	C01152	Margariini
12	C01153	Muut rasvat ja öljyt
	C0116	Hedelmät
13	C01161	Tuottajan hedelmät ja puutarhamarjat
13	C01162	Tuoreet hedelmät ja puutarhamarjat
13	C01163	Metsämarjat
13	C01164	Kuivatut hedelmät, pähkinät yms.
13	C01165	Hedelmä- ja marjasäilykkeet ja -valmisteet
	C0117	Kasvikset
16	C01171	Sienet
16	C01172	Tuottajan vihannekset ja juurekset
16	C01173	Tuoreet vihannekset ja juurekset
16	C01174	Vihannes- ja juuresvalmisteet
14	C01175	Tuottajan perunat
14	C01176	Perunat
15	C01177	Perunavalmisteet
	C0118	Sokeri, hillot, hunaja, suklaa ja makeiset
17	C01181	Sokeri
17	C01182	Hunaja
17	C01183	Hillot, siirappi ym
17	C01184	Makeiset ja suklaa
17	C01185	Jäätelö
	C0119	Muualla luokittelemattomat elintarvikkeet
18	C01190	Mausteet, rav.ainevalm., erittelemätön kul.
	C012	Alkoholittomat juomat
	C0121	Kahvi, tee ja kaakao
19	C01211	Kahvi
19	C01212	Tee
19	C01213	Kaakao
	C0122	Kivennäisvedet, virvoitusjuomat ja mehut
20	C01221	Kivennäisvedet ja virvoitusjuomat
20	C01222	Mehut
	C02	ALKOHOLIJUOMAT, TUPAKKA JA HUUMEET
	C021	Alkoholijuomat
	C0211	Väkevät alkoholijuomat
21	C02110	Väkevät alkoholijuomat
	C0212	Viini, siideri, long drinkit
21	C02120	Viini, siideri, long drinkit
	C0213	Olut
21	C02130	Olut

MTT:n selvityksiä -sarjan Talous-teeman julkaisuja

- No 7 Kröger, L. 2002. Osallistuva suunnittelu maatalouden ympäristöpolitiikassa – Viljelijöiden näkemyksiä osallistumisesta, vaikuttamismahdollisuuksista ja ympäristönhoidosta. 65 s., 1 liite.
- No 10 Tillgrén, S. & Kupiainen, T. 2002. Letuista samppanjaan – Mansikankuluttaja elämäntyyli-tutkimuksen näkökulmassa. 98 s., 5 liitettä.
- No 12 Niemi, J.K. 2002. Eläintautiriskien ekonomiaa. 39 s.
- No 13 Österman, P. 2002. Talvitomaatin tuotantokustannus ja kannattavuus. 24 s., 6 liitettä.
- No 14 Rantamäki-Lahtinen, L. 2002. Monta rautaa tulessa – Monialaisten tilojen vertailu muihin maaseutuyrityksiin. 40 s., 2 liitettä.
- No 19 Aakkula, J., Jokinen, P., Lankoski, L. & Nokkala, M. 2002. Kestävä kehitys – Pilottitutkimus tieto- ja viestintäteknologisen muutoksen vaikutuksista maatalouden kestävyteen. 80 s., 3 liitettä.
- No 20 Mustakangas, E. 2002. Maatalous menestyy, maaseutu menettää? Tapaustutkimus Etelä-Pohjanmaan maataloudesta. 66 s., 1 liite.
- No 24 Kuorikoski, R. 2002. Perunantuottaja vähittäis- ja tukkukaupan tavarantoimittajana. 57 s., 4 liitettä.
- No 25 Aro-Heinilä, E. 2002. Joulukinkun ekotehokkuus - tavanomaisen ja luonnonmukaisen tuotannon ekologinen selkäreppu sekä energiakulutus Etelä-Suomessa ja Tanskassa. 82 s.
- No 27 Risku-Norja (toim.). 2002. Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky. 112 s., 5 liitettä.

