

AGRICULTURAL
ECONOMICS
RESEARCH
INSTITUTE

Finland

Research reports

LANTBRUKS-
EKONOMISKA
FORSKNINGS-
ANSTALTEN

Undersökningar

Suomen maatalouden alueellinen sektorimalli Versio 1.0.

Heikki Lehtonen



TUTKIMUKSIA 224

Suomen maatalouden alueellinen sektorimalli Versio 1.0.

Heikki Lehtonen

MAATALOUDEN TALOUDELLINEN TUTKIMUSLAITOS
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH INSTITUTE, FINLAND
RESEARCH REPORTS 224

ISBN 951-687-013-9
ISSN 1239-8799

Esipuhe

Kvantitatiiviset mallit ovat yleisesti käytettyjä tutkimusmenetelmiä taloustieteissä. Ne voivat olla laajoja koko kansantaloutta tai jotain kansantalouden sektoria kuten maataloutta koskevia. Ne voivat olla myös hyvin rajoitettuja kuten vaikkapa yhtä tuotetta koskevia malleja. Tässä tutkimuksessa esitellään Suomen maatalouden sektorimalli, joka muodostuu maatalouden tuotannosta ja sen sijoittumisesta eri alueille sekä elintarvikkeiden kulutuksesta ja ulkomaankaupasta. Mallia tullaan käyttämään erityisesti politiikka-analyysiin.

Kvantitatiivisten mallien luominen on työläs tehtävä. Se vaatii paljon teoreettista pohjatietoa, mutta se vaatii ennen muuta paljon perustietoa. Malli on perusaineiston osalta hyvin laaja, eikä kaikkea tilastoaineistoa ole suoraan ollut saatavissa. Hyvin paljon aikaa onkin kulunut tilastoaineiston hankinnassa ja sovittamisessa mallin tarpeisiin. Sen lisäksi on jouduttu hankkimaan erilaisia parametrien estimaatteja eri aineistoista tai muutoin arvioimaan niitä.

Tutkimuksen tekijä DI Heikki Lehtonen on joutunut ratkaisemaan monia vaikeita ongelmia puutteellisten tilastojen perusteella. Kaikista mallin osista ei ole olemassa varsinaista tutkimusta, joten mallia varten on jouduttu tekemään subjektiivisia ratkaisuja. Tämä on kuitenkin hyvin yleistä kvantitatiivisten mallien käytössä. Malleista valmistuu ensin alustava versio, jota kehitetään edelleen sitä mukaa kuin uutta tilastoaineistoa ja uusia tutkimustuloksia valmistuu. Mallit ovat tuskin koskaan täysin valmiita. Mallien käyttö opettaa tekijäänsä parantamaan sitä jatkuvasti. Niin myös tässä esiteltävää mallia tullaan kehittämään edelleen. Uskon kuitenkin, että mallista on jo nykyisellään paljon hyötyä maatalouspolitiikan arvioinnissa.

Mallin rakentamisessa ovat olleet mukana tekijän lisäksi Hannu Linjakumpu, Juha Marttila ja allekirjoittanut. Työn viimeistelyssä on auttanut myös Panu Kallio. Jaana Ahlstedt on huolehtinut kuvioiden piirtämisestä ja julkaisun taittamisesta. Kaikille heille kuten ennen kaikkea Heikki Lehtoselle parhaat kiitokset tutkimuksen tästä vaiheesta. Tutkimus on saanut rahoitusta Mateus -tutkimusohjelmasta, mistä lausun kiitokset maa- ja metsätalousministeriölle.

Helsingissä toukokuussa 1998

Lauri Kettunen

SUOMEN MAATALOUDEN ALUEELLINEN SEKTORIMALLI. VERSIO 1.0.

HEIKKI LEHTONEN

A dynamic regional sector model of Finnish agriculture. Version 1.0.

Abstract. A dynamic regional model of Finnish agriculture (DREMFIA) has been constructed at the Finnish Agricultural Economics Research Institute. The model is primarily intended for agricultural policy analysis, but it can also be applied in other economic analyses, for example, in analysing the structural development and environmental effects of different agricultural policies. The first version of the model simulates agricultural sector up to year 2005, but the time span can be easily extended to year 2010. The model outcomes are product prices, agricultural production in each region, as well as imports and exports of agricultural products. The total agricultural income of farmers is calculated using the production variables, endogeneous prices, and agricultural subsidies.

Most products in the model are priced at the producer price level, but milk products and sugar are priced at the retail level. The model includes 18 different milk products and their regional processing activities. Armington-assumption is used to differentiate between domestic and imported products, which are assumed to be imperfect substitutes. It is assumed that export products and domestic products are homogeneous and Finland cannot affect the price level in the EU. Export cost functions are used to prevent large shortterm fluctuations in exports. Inflation and exogenous trends for consumption up to year 2005 represent general economic conditions and longterm consumer behaviour. Finland is divided into four main regions in the model. Consumption and the use of feed are aggregated per main region, and products can be transported between the main regions. Production is further divided into subregions according to different support areas. Consequently, there are 14 different production regions in the model.

The core of the model is an optimization model simulating the markets by maximising the consumer and the producer surplus. The optimisation model, which is solved for each year using the outcome of the previous year as the initial value, provides an annual market equilibrium. Restrictions are imposed for the production variables based on the production of the previous year. The restrictions represent short term technical and biological constraints in each production line. Use of feed may change endogeneously because of changes in the prices and agricultural support. The application of fertilisers depends on grain and fertiliser prices through crop yield functions. The use of other inputs per hectare or animal is fixed each year. The use of some inputs, like labour and capital, becomes gradually more efficient over the years according to the given nonlinear

trends. Crop and animal yields, as well as the prices of inputs, are fixed in each optimisation but they are given exogeneous trends in the dynamic model. Fixed costs are sunk in the early years of simulation but become gradually fully variable by 2005. Because of exogeneously given trends and assumptions, sensitivity analysis is needed in some cases when interpreting the model results. In later versions of the model, some exogeneous variables will be modelled as endogeneous.

Index words: Sector model, Finnish agriculture, consumer and producer surplus, Armington-assumption, dynamics, production, policy analysis

Sisällysluettelo

1. Johdanto	9
1.1. Työn tausta ja tavoite	9
1.2. Esityksen rakenne	10
2. Mallintamisen lähtökohdat ja tausta	11
2.1. Maatalouden taloudellisista malleista	11
2.2. Mallityypin valinta ja rajaukset	14
2.3. Maatalouden sektorimalleista yleisesti	15
2.4. Optimointimallien ongelmia ja niiden ratkaisuyrityksiä	17
2.5. Malliajattelu maataloussektorin mallintamisessa ja analyysissä	20
3. Käytettyjen menetelmien teoreettisista perusteista	22
3.1. Yleiset lähtökohdat	22
3.2. Ylijäämäkäsitteet	23
3.2.1. Kuluttajan ylijäämä	24
3.2.2. Tuottajan ylijäämä	26
3.3. Optimointi ja tasapaino	27
3.3.1. Pareto-optimaalisuus ja hyvinvointi	28
3.3.2. Päätöksenteon rationaalisuus	31
3.3.3. Tasapaino ja aika	32
4. Sektorimallin rakenne	32
4.1. Mallin osat ja toiminta	32
4.2. Optimointimalli	36
4.2.1. Kysyntäfunktioiden johtaminen	37
4.2.2. Rehuviljan ja maidon tuottajahinnat	43
4.2.3. Päätösmuuttujat, tuotteet, eläimet ja viljelykasvit	45
4.2.4. Kohdefunktio	46
4.2.5. Rajoitukset	50
4.2.6. Ulkomaankauppa	54
4.2.7. Tuet	57
4.2.8. Maitokiintiöiden kauppa	58
4.3. Kiinteät kustannukset	59
4.4. Panoskäytön muuttuminen	61
4.5. Satotason määräytyminen	63
4.6. Eläinten keskituotoksen kasvu	67
4.7. Tulosteet	67
4.8. Ohjelmointi ja tekninen toteutus	68

5. Tilastoaineisto ja tuotantokustannusten määrittäminen	72
5.1. Tärkeimmät tilastolähteet	72
5.2. Tuotantokustannukset ja tuotantopanosten käyttö	73
5.2.1. Kasvinviljelyn panoskäyttö	74
5.2.2. Kotieläintalouden panoskäyttö	75
5.2.3. Kiinteät kustannukset	76
5.3. Alueelliset kustannuserot	79
5.4. Rehunkäyttötiedot ja keskituotokset	83
5.5. Jalostuskustannukset ja ulkomaankauppa	84
5.6. Satotasofunktioiden parametrit ja lannoitus	86
6. Perusskenaarion määrittäminen	87
6.1. Johdanto	87
6.2. Perusskenaarion käsite ja merkitys dynaamisessa mallissa	88
6.3. Valitut skenaarioparametrit	90
6.3.1. Tuet ja yleinen kustannuskehitys	90
6.3.2. Skenaarioiden erot	91
6.4. Muut parametrit	96
6.4.1. Tuotantomuuttujien rajoitukset	97
6.4.2. Kulutuksen trendit ja vaihteluvälit	98
6.4.3. Vientikustannusfunktioiden kertoimet	101
6.5. Perusskenaarion kehitysura ja herkkyystarkastelu	101
6.5.1. Maidontuotanto	102
6.5.2. Naudanlihantuotanto	105
6.5.3. Sianlihantuotanto	107
6.5.4. Siipikarjanlihantuotanto	112
6.5.5. Kananmunien tuotanto	113
6.5.6. Kasvinviljely	115
6.5.7. Tuotot, kustannukset ja maataloustulo	123
6.5.8. Tuet	125
6.5.9. Tulosten yhteenveto	127
7. Muita sovellusmahdollisuuksia	130
7.1. Maatalouden rakennekehitys	131
7.2. Maatalouspolitiikan ympäristövaikutusten arviointi	132
8. Mallin jatkokehitys	133
8.1. Mallin vaihtoehdot ja heikkoudet	133
8.2. Poliittikatoimenpiteiden ja tuottavuuskehityksen välinen yhteys	134
8.3. Tuotantofunktioiden ja eri tuotantomenetelmien määrittäminen	135
8.4. Investoinnit ja tilatason päätöksentekomekanismit	137
8.5. Laajaperäisyysvaatimukset ja -lisät	138

9. Yhteenveto	138
Kirjallisuus	144
Liitteet	148

1. Johdanto

1.1. Työn tausta ja tavoite

EU:n maataloustukijärjestelmän odotetaan muuttuvan vuoden 2000 jälkeen siten, että hinnat laskevat ja suoran tuen osuus viljelijän tuloista kasvaa. EU:n tukijärjestelmän muutos vaikuttaa myös Suomen kansallisiin tukiin. Tuilla on ratkaiseva merkitys Suomen maatalouden ja elintarviketuotannon kannalta. Tuotteista saatavat hinnat eivät useimmissa tapauksissa kata tuotantokustannuksia, jolloin viljelijöiden tulot riippuvat tuista. Tukipolitiikalla on keskeinen vaikutus paitsi viljelijöiden tuloihin, myös hintoihin, tuotantomääriin, tuotannon sijoittumiseen ja osittain myös kulutukseen. On siksi tarpeen tarkastella muuttuvien markkinaolosuhteiden ja politiikkamuutosten vaikutuksia maataloudessa. Poliittikkavaikutusten arviointi on olennainen osa maatalouspoliittisten toimenpiteiden suunnittelussa.

Laajoja taloudellisia järjestelmiä tutkitaan yleisesti matemaattisin mallein. Aiemmat Suomen maataloutta kuvaavat mallit (esim. Kettunen 1981) tehtiin kuitenkin hyvin toisenlaisessa tilanteessa ja paljolti myös erilaisten ongelmien edessä kuin missä Suomen maatalous nyt on. EU-jäsenyyteen asti Suomen maatalous toimi pääosin suljetussa ja pitkälle säännellyssä järjestelmässä. Nyt maatalous ja elintarviketuotanto ovat avoimessa kilpailuasetelmassa muihin EU-maihin nähden. Suomen hintataso riippuu EU:n yleisestä hintatasosta. Maatalouden taloudellisessa analyysissä ja politiikkavaikutusten arvioinnissa tarvitaan aiempaa markkinalähtöisempää lähestymistapaa.

Mikäli tukipolitiikan vaikutuksia tutkitaan pelkästään esim. tuotteittain tai yksittäisin tilamallein käyttäen kiinteitä hintoja, voidaan tehdä vääriä johtopäätöksiä. Tiettyihin yksittäisiin maataloustuotteisiin tai -tuoteryhmiin keskittyvät osittaismarkkinamallit voivat nekin antaa voimakkaasti vääristyneen kuvan tukipolitiikan vaikutuksista, sillä eri tuotannonalat ovat riippuvuussuhteissa toisiinsa ja kilpailevat samoista tuotantoresursseista. On siis mallinnettava maatalousmarkkinat ja hinnanmuodostus riittävän laajasti ja yksityiskohtaisesti. Maatalous on myös riippuvainen muusta kansantaloudesta, mutta maatalouden vaikutus muuhun kansantalouteen on Suomessa vähäinen. Tärkeimmät kansantaloudelliset kytkennät tulee kuitenkin ottaa huomioon.

Suomen maataloudesta ei ole aiemmin ollut käytettävissä alueellista sektorimallia. MASSU-malli (Kettunen 1981) on koko maatalouden rekursiivinen kuvaus, joka tuottaa tulevaisuuden skenaarioita mm. erilaisin hinta- ja tulo-oletuksin. Hannu Törmän ja Thomas Rutherfordin malli (1993) on puolestaan koko kansantalouden käsittävä yleinen tasapainomalli, jolla on tutkittu EU-integraation vaikutusta myös maatalouteen. Seuraavassa esiteltävä sektorimalli on maatalouden osalta huomattavasti aikaisempia suomalaisia malleja laajempi ja yksityis-

kohtaisempi. Maailmalta löytyy paljon esimerkkejä eri maiden politiikka-analyysissä käytetyistä malleista (joita ovat tarkastelleet mm. Bauer ja Henrichsmeyer 1989). Tämän tutkimuksen lähtökohtana on ollut erityisesti Ruotsissa kehitetty sektorimalli (Apland ja Jonasson 1992).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut laatia Suomen olosuhteisiin soveltuva maatalouden alueellinen sektorimalli maatalouden yleisen taloudellisen analyysin ja politiikka-analyysin tueksi. Mallilla on tarkoitus tutkia erityisesti eri politiikkavaihtoehtojen vaikutuksia maataloustuotannon laajuuteen ja sijoittumiseen Suomessa. Mukana ovat maatalouden päätuotantosunnat, elintarvikkeiden kulutus ja maataloustuotteiden ulkomaankauppa. Malli kuvaa sektorin sisäiset riippuvuudet kysynnän, tarjonnan, tukipolitiikan ja maatalouden tulonmuodostuksen välillä. Tällä koko maatalouden kattavalla mallilla voidaan tehdä näin paitsi politiikka-analyysiä, myös arvioida esimerkiksi kysynnässä, kustannuskehityksessä ja tuotantoteknologiassa tapahtuvien muutosten vaikutuksia. Tavoitteena on siksi riittävän yleinen, laaja ja käyttömahdollisuuksiltaan monipuolinen malli. Tässä vaiheessa ei voida kuitenkaan paneutua vielä kaikkiin tuotannonalakohtaisiin yksityiskohtiin, vaan tavoitteena on toimiva kokonaisuus ja runko yksityiskohtaisemman jatkotyöskentelyn pohjaksi.

1.2. Esityksen rakenne

Lyhyt katsaus maataloutta kuvaaviin taloudellisiin malleihin esitetään luvussa 2.1. Perusteluja mallityypin valinnalle ja keskeisille rajauksille tehdään luvussa 2.2. Kirjallisuudesta voidaan löytää monia eri tapoja mallintaa maataloussektoria (luku 2.3). Tässä työssä esiteltävä sektorimalli on syntynyt paljolti yrityksistä välttää staattisen optimointimallin pahimmat ongelmat. Näitä ongelmia ja niiden yleisimpiä ratkaisuyrityksiä, sikäli kuin ne ovat relevantteja tämän tutkimuksen kannalta, käsitellään lyhyesti luvussa 2.4. Matemaattisen mallinrakentamisen perusajatuksia suhteessa maatalouden mallintamiseen tarkastellaan luvussa 2.5.

Esitettävän sektorimallin pääkomponenttina on tuottajan ja kuluttajan ylijäämän summaa maksimoiva staattinen optimointimalli, jonka teoreettista taustaa, peruskäsitteitä (ylijäämäkäsitteet ja kohdefunktio), oletuksia ja ongelma-kohtia selvitetään luvussa 3. Mallintamisen lähtökohtana ei tässä työssä kuitenkaan ole maatalouden staattinen tasapainotila, vaan luvussa 4 esitetään laaja dynaaminen malli, jossa kehitys etenee vuosittain perättäisten epätasapainotilojen kautta. Staattinen optimointimalli ratkaistaan peräkkäisille vuosille siten, että edellisen vuoden ratkaisua käytetään seuraavan vuoden alkuarvona ja muutokset edellisvuodesta ovat rajoitettuja. Maatalouden sisäinen dynamiikka ja biologis-tekninen kehitys sekä vaihteittain muuttuva tukipolitiikka otetaan huomioon. Mallin pääkomponentteja tarkastellaan ensin lyhyesti luvussa 4.1 kokonaisuuden hahmottamiseksi. Eri osia tarkastellaan yksityiskohtaisesti luvuis-

sa 4.2-4.6. Mallin herkkyyttä ulkomaiselle hintatasolle on merkittävästi vähennetty määrittelemällä kotimainen ja ulkomainen tuote eri tuotteiksi (Armington-oletus), eli kuluttajien oletetaan näkevän kotimaiset ja ulkomaiset tuotteet eri tuotteina, jotka voivat korvata toisiaan. Näin ollen luvussa 4.2 esitetty malli on sovellus perinteisestä staattisesta optimointimallista, jossa kotimaiset ja vastaavat ulkomaiset tuotteet ovat homogeenisia (vrt. Hazell ja Norton 1986, Apland ja Jonasson 1992).

Luvussa 5 esitetään tilastolähteet ja käytetyt menetelmät tuotantokustannusten määrittämisessä. Kaikkia mallin parametreja ei voida estimoida tilastoista (esim. tulevaisuuden kulutustrendit), vaan niiden suhteen on tehtävä aiempaan kehitykseen, olemassaoleviin selvityksiin sekä osittain subjektiiviseen arviointiin perustuvia valintoja. Näitä valintoja tehdään ns. perusskenaariota määritettäessä, johon liittyyvää problematiikkaa käsitellään luvussa 6. Perusskenaariota käytetään vertailukohtana eri politiikkavaihtoehtoja arvioitaessa, joten perusskenaarion valinnalla on tärkeä merkitys mallin soveltamisessa. Poliittikkaskaenaariot poikkeavat valitusta perusskenaariosta tukien, hintojen, kiintiöiden ym. politiikkatoimenpiteiden osalta. Valitun perusskenaarion herkkyyttä eri oletuksille selvitetään valitsemalla esimerkinomaisesti neljä vaihtoehtoista skenaariota, joista kukin poikkeaa valitusta perusskenaariosta yhden kehitysolettamuksen suhteen (luvat 6.3-6.5). Tulosten vertailu antaa samalla lukijalle konkreettisen kuvan perusskenaarion valinnan merkityksestä ja mallin käytöstä. Valittu perusskenaario ei ole lopullinen lähtökohta eri poliittikkaskaenaarioiden tutkimiselle, vaan sen oletuksia tullaan myöhemmissä tutkimuksissa joiltain osin tarkistamaan.

Tässä julkaisussa ei arvioida vaihtoehtoisia poliittikkaskaenarioita. Tarkempaa politiikka-analyysiä eri poliittikkavaihtoehtojen vaikutuksista esitetään myöhemmin erillisissä julkaisuissaan, joissa asiaanliittyvää problematiikkaa voidaan esitellä laajemmin.

Luvussa 7 esitellään eräitä muita mallin sovellusmahdollisuuksia. Toteutetulla sektorimallilla voidaan tutkia paitsi yleisten taloudellisten muutosten vaikutuksia maatalouteen, myös maatalouden rakennekehitystä ja maatalouspolitiikan ympäristövaikutuksia. Luvussa 8 pohditaan lyhyesti mallin jatkokehitystä. Lyhyt yhteenveto esitetään luvussa 9.

2. Mallintamisen lähtökohdat ja tausta

2.1. Maatalouden taloudellisista malleista

Matemaattisia taloudellista käyttäytymistä kuvaavia malleja käytetään yleisesti erilaisten taloudellisten muutosten ja politiikkatoimenpiteiden vaikutusten tarkasteluun. Jotkut mallityypit on kehitetty omaan, tarkasti rajattuun käyttötarkoi-

tukseensa, kun taas toiset ovat yleisempiä ja soveltuvat laajempien kysymysten, kuten esim. politiikkavaikutusten arviointiin. Maataloutta kuvaavat mallit voidaan jaotella useammallakin eri tavalla. Yksi tapa on puhua erikseen kansainvälisen maatalouskaupan malleista, maatalouden makrotason malleista, sektori-malleista, yksittäisiin maataloustuotteisiin keskittyvistä osittaismarkkinamalleista sekä tilatason malleista (Jensen 1996, s. 8).

Kansainvälisen kaupan malleilla tutkitaan maataloustuotteiden kauppavirtojen muutoksia taloudellisten tai kauppapoliittisten muutosten seurauksena. Lähestymistapana käytetään useimmiten yleistä- tai osittaistasapainoa. Makrotason mallit ovat koko kansantaloutta kuvaavia yleisiä tasapainomalleja, joissa maatalous on useimmiten yksi varsin karkeasti aggregoitu sektori. CGE -mallinnustapa (Computable General Equilibrium), josta yhtenä esimerkkinä Törmä ja Rutherford 1993, saa yhä enemmän suosiota kansantaloutta mallinnettaessa. Sektoritason mallit, jotka kuvaavat maataloustuotannon kaikkia päätuotantosuuntia yhtenä kokonaisuutena, ovat useimmiten osittaistasapainon käsitteeseen perustuvia (lineaarisia tai epälineaarisia) optimointimalleja tai ekonometrisia malleja. Maatalouden osittaismarkkinamallit kuvaavat vain tiettyä maataloustuotteiden ryhmää ilman vuorovaikutussuhteita muihin maatalouden tuotantosuuntiin. Tämäntyyppisten mallien käyttöalue on yleensä kapea ja tarkoin rajattu, koska maatalouden eri tuotantosuunnat ovat vuorovaikutuksessa keskenään esim. rehuntuotannon ja käytettävissä olevan peltopinta-alan osalta. Tilatason mallit ovat tavallisesti lineaariseen optimointiin tai yksinkertaiseen tuloslaskentaan perustuvia malleja tilatason päätöksenteon tueksi. Usein tilatason malleilla tutkitaan myös politiikka-vaikutuksia (esim. Hiiva 1996).

Lähestymistapana sektori- ja makrotason sekä kansainvälisen kaupan malleissa käytetään useimmiten yleistä- tai osittaistasapainoa. Molemmilla lähestymistavoilla on sekä etuja että haittoja, joita on punnittava suhteessa niihin kysymyksiin, joihin rakennettavalla mallilla haetaan vastauksia. Osittaistasapainomallit kuvaavat tarkasti lopputuotteita ja niihin kohdistuvia politiikka-toimenpiteitä eri tuoteryhmissä, mutta tuotannontekijämarkkinoiden kuvaus on usein hyvin suppea tai puuttuu kokonaan. Usein tarkastelun kohteena oleva sektori ei ole lainkaan riippuvuussuhteessa muihin kansantalouden sektoreihin eikä siksi sektorin ulkopuolelta saatavien panosten, kuten työn, pääoman tai energian, hintoihin. Sektorin sisällä eri tuotteet ja panokset voivat korvata toisiaan ja niiden hinnat voivat muuttua. Samoin tuotantoresurssit voivat siirtyä eri tuotteiden valmistukseen ainoastaan sektorin sisällä. Toisaalta yksittäiset kansantalouden sektorit, kuten maatalous, ovat usein hyvin pieniä suhteessa muuhun kansantalouteen, jolloin sektorin vaikutukset muihin kansantalouden sektoreihin ovat hyvin vähäisiä. Tällöin myös takaisinkytkentä muusta kansantaloudesta on hyvin heikko, eikä kansantaloudellisten kytkentöjen huomioonotamisella ole juurikaan vaikutusta mallin tuloksiin (Tyers ja Anderson 1992,

s. 198). Mikäli kansantaloudessa ei tapahdu suuria muutoksia, osittaistasapaino on riittävä yksittäisen pienen sektorin kuvaamiseen. Osittaistasapainomallien etuna on lisäksi yksinkertaisempi rakenne ja parempi hallittavuus, jolloin tulokset ovat helpommin tulkittavissa. Osittaistasapainomalleihin voidaan helpommin lisätä dynaamisia ja stokastisia piirteitä kuin laajoihin ja rakenteltaan jäykkiin yleisiin tasapainomalleihin (Hubbard 1995, s. 165). Tavaroiden, panosten ja resurssien kokonaismäärä voi osittaistasapainomallissa kasvaa (Silberberg 1990, s. 491-493).

Yleisissä tasapainomalleissa koko kansantalouden tavaroiden ja resurssien määrä on yleensä vakio (ellei kyseessä ole nimenomaan kasvumalli). Pääpaino on tuotannontekijämarkkinoiden ja kansantalouden sektoreiden välisillä vuorovaikutussuhteilla, minkä vuoksi yleinen tasapaino on käyttömahdollisuksiltaan laaja-alaisempi lähestymistapa kuin osittaistasapaino. Sektoreiden väliset yhteydet määrittävät CGE-tyyppisissä toteutuksissa kansantalouden panos-tuotos-taulukon ja erilaisten mallirakenteiden kautta. Jokainen sektori vaatii tuotteiden valmistuksessa panoksia muilta sektoreilta sekä työvoimaa ja pääomaa, jotka voivat liikkua sektoreiden välillä. Kaikkien tuotteiden hinnat määräytyvät yhtäaikaaisesti sektoreiden välisen vuorovaikutuksen perusteella (Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 559). Vapaa kilpailu johtaa teoriassa optimaaliseen tuotanto- ja kulutusallokaatioon ja resurssien käyttöön sektoreiden kesken, jolloin kokonaisyhyvinvointi maksimoituu (Silberberg 1990, s. 492-493; Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 570). Yleisten tasapainomallien puutteena voidaan pitää yleensä karkeasti aggregoituja lopputuoteryhmiä. Aggregointi on usein välttämätöntä, ettei malli kasvaisi liian suureksi ja vaikeasti hallittavaksi. Aggregoinnin seurauksena maatalouden eri tuotantosuuntien ja eri maataloustuotteiden väliset vuorovaikutukset voivat jäädä hyvin vähäisiksi (Tyers ja Anderson 1992, s. 156-157). Yleisiin tasapainomalleihin ja erityisesti CGE-tyyppisiin malleihin, tiettyjen politiikkatoimenpiteiden, kuten kesantomääräysten, kiintiöiden ja yksikkötukien mallintaminen on usein hankalaa. Tämä johtuu siitä, että CGE-malleissa kaikilla talouden sektoreilla yritys voi tuottaa vain yhtä tuotetta (Banse ja Tangermann 1996, s. 5).

Yleisen tasapainomallin käyttö maatalouden taloudellisessa- ja politiikka-analyysissä on perusteltua ja suositeltavaa silloin, jos kansantaloudessa tapahtuu samaan aikaan suuria muutoksia tai jos maatalous on huomattava osa kansantaloutta ja vaikuttaa vahvasti koko kansantalouden kehitykseen (Brockmeier ym. 1996). Tällöin osittaistasapainomallit ja yleiset tasapainomallit voivat antaa toisistaan selvästi poikkeavia tuloksia, koska kansantalouden eri sektoreiden välinen tasapaino voi muuttua. Tämä on tullut ilmi esim. tutkittaessa kansainvälisen maatalouskaupan vapauttamisen vaikutuksia kehitysmaihin sekä EU-integraation mahdollisia vaikutuksia Itä-Euroopan maihin ja erityisesti niiden maatalouteen (Hubbard 1995, s. 165-166; Banse ja Tangermann 1996).

2.2. Mallityypin valinta ja rajaukset

Nyt luotavan mallin tulee rakenteeltaan soveltua Suomen nopeasti muuttuvan elintarvikesektorin kuvaamiseen. Mallin tulee kuvata maataloussektorin taloudellisia riippuvuuksia ja tukipolitiikkaa riittävän yksityiskohtaisesti, jotta erilaisia politiikkavaihtoehtoja pystytään arvioimaan. Tukijärjestelmä määrittelee tuet ja kiintiöt tuote-, pinta-ala- ja eläinkohtaisesti alueittain. Tämä pakottaa mallintamaan maataloustuotteiden tuotannon yksityiskohtaisesti. Varsinaisten politiikka-toimenpiteiden (esim. tukien, kiintiöiden ym.) vaikutukset, joita mallilla on ensisijaisesti tarkoitus tutkia, riippuvat lukuisista samaan aikaan vaikuttavista ja muuttuvista tekijöistä. Kilpailun, ulkomaankaupan, kuluttajien mieltymysten ja maatalouden tuottavuuskehityksen tulee siksi olla keskeisellä sijalla mallinrakennuksessa.

Tässä tutkimuksessa päädyttiin rakentamaan sektorimalli yleisen tasapainomallin sijasta. Kun tutkitaan maatalouspolitiikan vaikutuksia yksityiskohtaisesti maatalouden eri tuotannonaloihin eri alueilla, ei ole mielekäästä mallintaa maataloutta yksityiskohtaisesti osana yleistä tasapainomallia. Tähän on montakin syytä. Maatalous on taloudellisena ja teknisenä järjestelmänä jo yksinään hyvin laaja. Jos yleiseen tasapainomalliin, joka jo yleispätevyytensä vuoksi on rakenteeltaan sektoritason mallia monimutkaisempi, otetaan mukaan lukuisia eri tuotteita, useita alueita ja maatalouden tukijärjestelmä, päädytään hyvin suureen ja monimutkaiseen malliin. Monia alueita käsittävän yleisen tasapainomallin rakentaminen on vaikeaa ja työlästä jo sen takia, että kaikkien kansantalouden sektoreiden panos-tuotos-taulukot pitää tuottaa erikseen kaikille alueille. Maatalous ja sen eri tuotannonalat tulee panos-tuotos-tauluissa hajottaa eri tuotantosuuntiin, joilla on erilaiset kytkennät muihin kansantalouden sektoreihin. Yleisten tasapainomallien perusrakenne ei anna kovin hyviä mahdollisuuksia tukijärjestelmän yksityiskohtaiselle mallintamiselle. Tulokset voivat olla vaikeasti tulkittavissa mallin laajuuden ja rakenteen takia. Lopputuloksena olisi edelleen staattinen kokonaisuus, jolloin dynaamiset kehitystekijät jäisivät huomiotta.

Yleisten tasapainomallien mallirakenteet vaativat useita tilastoaineistosta estimoituja parametrien estimaatteja (ks. esim. Törmä ja Rutherford 1993), joiden käyttö nykyisissä nopeasti muuttuvissa olosuhteissa saattaa olla harhaanjohtavaa. Hintasuhteet muuttuivat merkittävästi EU-jäsenyyden astuessa voimaan. Maataloustuotteiden hinnat laskivat kymmeniä prosentteja. Hinnanlaskua korvaavat pääasiassa eläin- ja hehtaarikohtaiset tuet. Maatalouden sopeutuminen EU:n maatalouspolitiikkaan on jatkuva prosessi, ja lisää politiikkamuutoksia on tulossa. Maatalouden toimintaympäristö on kokonaan toisenlainen kuin ennen EU-jäsenyyttä. Tämä näkyy myös viljelijöiden ja kaikkien markkinaosapuolien asenteissa ja toimintavaroissa. Menneen kehityksen perusteella valitut mallirakenteet ja niiden parametrien estimaatit eivät ole luotettavia arvioitaessa tulevien politiikkamuutosten vaikutuksia.

Yksityiskohtaisen taloudellisen ja politiikka-analyysin kannalta on perusteltua rakentaa maataloudelle oma osittaisapainomallinsa. Tutkittaessa tukipolitiikan vaikutuksia maatalouden tuotantoon, sen sijoittumiseen ja maataloustuloon, tärkeimmät riippuvuus-suhteet kansantalouteen tulee kuitenkin ottaa huomioon. Tutkimusongelman kannalta ei ole paljoakaan merkitystä maatalouden vähäisillä vaikutuksilla muuhun kansantalouteen. Takaisinkytkentä muusta kansantaloudesta maatalouteen on heikko. Sen sijaan kansantalouden suorat vaikutukset maatalouteen ovat huomattavat, ja niistä tärkeimpiä voidaan mallintaa osittaisapainomallin sisällä. Merkittävimmät kansantaloudelliset kytkennät maatalouden kannalta ovat kulutus, yleinen kustannuskehitys ja tuet, joilla on yhteys valtiontalouteen. Eri elintarviketuotteiden kulutukselle voidaan osittaisapainomallissa asettaa trendit. Tämä on sikäli perusteltua, että todellisuudessa pitkän ajan kulutustrendit johtuvat enemmän muista kuin taloudellisista tekijöistä. Mikäli kansantaloudessa ei tapahtu suuria muutoksia, kulutustrendit eivät merkittävästi muutu. Samoin yleinen kustannuskehitys voidaan asettaa eksogeenisesti. Tukijärjestelmä on pääosin EU:n yleinen tukijärjestelmä, johon Suomen vaikutusmahdollisuudet ovat hyvin pienet. EU on lisäksi määrännyt kansallisten tukien ylärajat. Ainut liikkumavara tässä suhteessa on maksaa kansallista tukea enimmäismääriä vähemmän. Tukien leikkauksia voidaan kohdentaa eri tavalla eri tuotantosuintien kesken. Tässä tutkimuksessa tuet, joiden vaikutuksia tutkitaan, oletetaan eksogeenisesti annetuiksi.

2.3. Maatalouden sektorimalleista yleisesti

Sanalla sektorimalli ei ole täysin vakiintunutta sisältöä maatalousekonomian piirissä. Kirjallisuudesta voidaan löytää eri asiayhteyksissä erilaisia määritelmiä. Maataloussektorin voidaan katsoa käsittävän paitsi itse maataloustuotantoa, myös jalostusta, kauppaa, tuotantopanoksia valmistavaa teollisuutta ja palveluita. Minimivaatimus näyttäisi olevan se, että kaikki tärkeimmät maataloustuotannon alat ovat mukana (Bauer 1988a, s. 4; Hazell ja Norton 1986, s. 125).

Maatalouden sektorimalli on luonteeltaan multi-input-multi-output-malli (sisältäen monia panoksia ja monia tuotteita), joka määrittelee eri tuotannonalojen sisäisiä ja välisiä kytkentöjä. Tuotannonalojen väliset kytkennät erottavat sektorimallit yksittäisiä tuotteita tai tuoteryhmiä sisältävistä osittaismarkkinamalleista. Riippuvuudet eri tuotannonalojen välillä tekevät maataloussektorista yhden kokonaisuuden ja mahdollistavat kokonaisvaltaisen taloudellisen ja politiikka-analyysin.

Sektorimalleilla tehtävä politiikka-analyysi etenee siten, että ensin malli kalibroidaan tunnettuun perusvuoteen, eli mallin antaman tuotannon tulee vastata perusvuoden tuotantoa annetuilla tuilla ja hinnoilla. Sitten määritellään vaihtoehtoinen politiikkaskenaario, jossa on erilaiset tuet, hinnat tai kiintiöt kuin perusskenaariossa. Malli tuottaa vaihtoehtoiselle politiikkaskenaariolle uuden

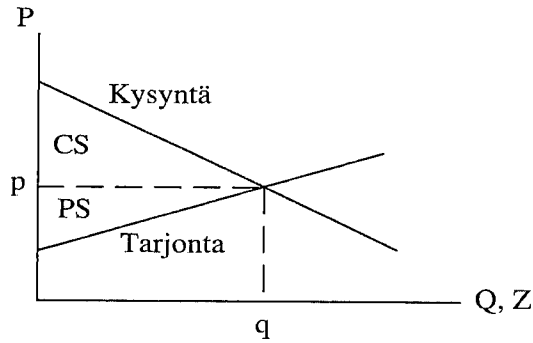
tasapainotilanteen, jossa on uudet hinnat, kulutus ja tuotanto. Poliittikkamuutosten vaikutuksista voidaan tehdä johtopäätöksiä vertaamalla poliittikkaskenaarion tuloksia perusskenaarioon.

Toteutustavaltaan ja perusrakenteeltaan maatalouden sektorimallit voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: ekonometrisiin malleihin ja optimointimalleihin. Molempia on sovellettu maatalouteen enimmäkseen erikseen, mutta jonkin verran on tekniikoita yhdistämällä yritetty hyötyä molempien tekniikoiden parhaisista puolista (Bauer 1988a, s. 17-18).

Useimpien ekonometristen mallien teoreettinen perusta on sama kuin optimointimalleissakin, eli markkinaosapuolet maksimoivat voittoaan tiettyjen rajoitusten vallitessa. Globaalia kohdefunktiota ei kuitenkaan tarvita, kuten optimointimalleissa, vaan eri tuotantosuuntia kuvaavat yhtälöryhmät voidaan estimoida esim. dualiteettiteoriaan perustuen olettamalla eri markkinaosapuolien optimoivan voittoa. Tätä vastaavat tasapainoehdot voidaan asettaa yhtälömuodossa siten, että rajatuotto on sama kaikilla tuotteilla. Yhtälöryhmät ratkaistaan endogeenisten muuttujien suhteen siten, että ehdot täyttyvät. Tällöin eri tuotantosuunnat kilpailevat keskenään tuottaen optimaalisen tuotantoalokaation ja tietyn pitkän aikavälin tasapainotilan (Jensen 1996, s. 23-25, 70). Eriasteinen epätasapaino (markkinaosapuolet eivät ole täysin sopeutuneet vallitseviin hintasuhteisiin) erilaisten viiveiden vuoksi on kuitenkin havaittu luonteenomaiseksi maataloussektorille, joten ongelma muodostuu mallin oletus tasapainotilanteesta. Tämä on tosin yhteistä kaikille tasapainomalleille. Epätasapainon ja tuotannollisten viiveiden vuoksi maatalouden sektorimalliin tulisi saada mukaan dynamiikkaa. Aikariippuvuus voidaan käsitellä ekonometriassa dynaamisilla mallirakenteilla, joiden parametrit määrätään estimoinnein ja testein. Dualiteetti-teoriaan perustuvissa ekonometrisissa malleissa aikariippuvuuden mallintaminen on kuitenkin vaikeaa, koska taustaoletuksena on staattinen optimointi. Myös tuotantoteknologian kuvaus tuottaa ongelmia ekonometrisissa malleissa (Bauer 1989a, s. 12, 15).

Ongelmana ekonometrian käytössä Suomen maatalouden sektorimallin luomisessa on se, että ekonometrinen malli tilastoaineistosta estimoituine parametreineen ja mallirakenteineen ei kuvaa luotettavasti maataloutta, jonka hintasuhteet ja koko toimintaympäristö ovat ratkaisevasti muuttuneet EU-jäsenyyden seurauksena. Ekonometriset menetelmät vaativat pitkän jakson tilastoaineistoa mallirakenteiden valintaa ja parametrien estimointia varten, joten ainakin puhtaasti ekonometrisiin menetelmiin perustuva mallintaminen on tässä tapauksessa poissuljettu vaihtoehto. Poikkileikkausaineistoa tai 2-3 viimeisen vuoden tilastoaineistoa käytettäessä ekonometrisen mallin rakenteiden valinta olisi paljolti mielivaltaista.

Optimointimallit eivät ole tilastoaineiston suhteen yhtä vaativia, vaan käyttävät tyypillisesti poikkileikkausaineistoa, kuten esim. CGE-mallit. Vapaan kilpailun markkinoiden toimintaa kuvaavissa staattisissa optimointimalleissa mark-



Kuvio 2.1. Kysyntä ja tarjonta sekä kuluttajan ja tuottajan ylijäämä.

kinatasapaino haetaan maksimoimalla tuottajien ylijäämän (PS) ja kuluttajien ylijäämän (CS) summaa (kuviota 2.1). Tämänkaltaiset optimointimallit rakentuvat neoklassisille kysynnän, tarjonnan, taloudellisen tehokkuuden ja tasapainon käsitteille. Näin voidaan niukallakin aineistolla laskea tietyn kohdefunktion kannalta optimaalinen tuotantoalokaatio tasapainoehdojen (kysyntä=tarjonta kaikille tuotteille) vallitessa.

Optimointimalleissa voidaan hyödyntää suoraan erilaista teknistä tai aprioritietoa, kuten esim. jo olemassa olevia kustannuslaskelmia maatalouden eri tuotannonaloilla. Tuotantoteknologia, tukijärjestelmä, kiinteät tuotannontekijät ja riippuvuudet eri tuotannonalojen välillä (esim. viljantuotannon ja kotieläintalouden) voidaan mallintaa yksityiskohtaisesti, mikä on usein vaikeaa ekonometrisilla malleilla (Bauer 1989a, s. 15). Optimointi antaa tehokkaan kulutus- ja tuotantoalokaation. Näin voidaan tutkia tukipolitiikan ja lukuisten muiden muutosten vaikutuksia tuotannon määrään, sijoittumiseen ja maataloustuloon pitkällä aikavälillä. Optimointimallin tuottamat tulokset ovat helposti tulkittavissa rationaalisen taloudellisen käyttäytymisen tuloksiksi, jolloin niiden voidaan ajatella näyttävän ainakin suuntaa odotettavissa olevalle kehitykselle.

2.4. Optimointimallien ongelmia ja niiden ratkaisuyrityksiä

Neoklassinen talousteoria olettaa, että tuottajat (yleensä yritykset) maksimoivat voittoa ja kuluttajat hyötyään. Täydellisen kilpailun vallitessa kukaan yksittäinen kuluttaja tai tuottaja ei voi vaikuttaa hintoihin. Teoreettiset oletukset johtavat siihen, että talouden ajatellaan tasapainomalleissa toimivan yhden suuren optimointimallin tavoin (Silberberg 1990, s. 492-493). Todellisuus ei kuitenkaan täysin noudata teoreettisia oletuksia. Esimerkiksi viljelijät eivät ole pelkästään voiton maksimoijia eivätkä markkinat toimi kitkattomasti. Optimointi, joka on ratkaisumenetelmänä implisiittisesti tai eksplisiittisesti mukana kaikissa tasapainomalleissa, on tämän vuoksi jo itsessään ongelmallinen. Näin on

erityisesti silloin, kun tuotantoteknologia on Leontief-tyyppistä, eli oletetaan kiinteät panos-tuotos-kertoimet ja lineaariset rajoitteet. Optimointimalli voi tällöin olla herkkä pienillekin hintasuhteiden muutoksille. Tästä seuraa optimointimallin taipumus tuotannon epärealistisen voimakkaaseen erikoistumiseen alueiden kesken. Pienikin muutos tuotantokustannuksissa voi saada aikaa suuren muutoksen tuotannon sijoittumisessa.

Mallin käyttäytymisen kannalta keskeisten kysyntä- ja tarjontafunktioiden parametrien estimaattien määrittäminen tilastoaineistosta voi olla hankalaa. Estimaattien etumerkit voivat vaihdella estimoitavasta ajanjaksosta riippuen. Kysynnän hintajoustojen tulee olla negatiivisia (laskeva kysyntäkäyrä hinnan funktiona) ja tarjontajoustojen positiivisia (nouseva tarjontakäyrä hinnan funktiona), jotta kuluttajien ja tuottajien ylijäämien summan maksimointi on mahdollista (kuvio 2.1). Usein turvaututaan subjektiivisesti asetettuihin asiantuntija-arvioihin tai joustot lainataan vastaavista ulkomaisista malleista (esim. Apland ja Jonasson 1992, s. A20).

Optimointimallien testaamiseen ja validointiin ei ole yleisesti hyväksytyjä perusteita ja menetelmiä, vaikka erilaisia testejä onkin käytetty (Hazell ja Norton 1986, s. 269-273). Mittareina on pidetty esim. mallin antamia rajakustannuksia ja kapasiteettirajojen varjohintoja suhteessa todellisiin hintoihin ja tuotantopanosten käyttömääriä suhteessa todellisiin. Yleensä tuotantomäärät ovat pääasiallisen huomion kohteena mallin hyvyttä arvioitaessa. Tasapainoanalyysissä malli kalibroidaan ensin tunnetulle perusvuodelle, eli mallin antamien tuotantomäärien tulee vastata todellisuutta tai trendiarvoja tunnetuilla tuilla ja hinnoilla. Tämä on usein mahdotonta jo siitä syystä, että valittu perusvuosi ei vastaa pitkän aikavälin taloudellista tasapainoa, toisin kuin optimointimalli ja tasapainoanalyysi yleensä olettaa. Tällöin mallin soveltaminen vaihtoehtoihin politiikkaskenaarioihin käy vaikeaksi. Käytännössä mallin antamat tuotantotasot eroavat todellisista vaihtelevassa määrin, niin että mallintajalle tulee kiusaus hyväksyä suurempia poikkeamia pienivolyymisille tuotteille kuin suurivolyymisille. Tässä suhteessa ei ole mitään absoluuttista mittaria mallin hyvydelle, mutta yleensä on käytetty joko absoluuttista tai suhteellista keskipoikkeamaa todellisiin tuotantolukuihin nähden. Myös ekonometrian Theil-indeksiä on käytetty. Mikään testi ei yksinään todista mallin hyvyttä, mutta voi osoittaa alueita, joilla malli kaipaa kehittämistä. Vaikka mallin tulosten mukainen tuotantoallokatio olisikin joiltain olennaisilta osiltaan lähellä havaittua todellisuutta, on kokonaan eri asia, vastaavatko mallin reaktiot erilaisiin muutoksiin todellisuutta eli onko malli lainkaan käyttökelpoinen analyysityökaluna. Tapauskohtaisesti on arvioitava, sisältääkö malli ne todellisuutta kuvaavat piirteet, riippuvuudet ja kytkennät, jotka kussakin tilanteessa ovat ratkaisevia ongelmanasettelun kannalta. Tämän arvioiminen on tosin aina edessä myös ekonometrisillä malleilla. Vaikka mallirakenteet ja parametrien merkitsevyydet todettaisiin tilastoaineiston valossa hyväiksi, myös ekonometrisestä mallista voivat kokonaan puuttua monet poli-

tiikka-analyysin kannalta olennaiset kytkennät ja riippuvuudet.

Kirjallisuudessa ja useissa mallintamisprojekteissa on kehitetty monia menetelmiä, joilla optimointimalli saadaan tuottamaan perusvuotta vastaava tuotantorakenne (ks. esim. Hazell ja Norton 1986). Lyhyen tähtäimen politiikka-analyysi- ja ennustemalleja varten on kehitetty menetelmiä, joilla optimointimalli saadaan tuottamaan täsmälleen jotakin perusvuotta vastaava tilanne erimuotoisten kustannus- ja tarjontafunktioiden avulla (Howitt 1995). Funktioiden parametreja säätämällä (kalibroimalla) malli pakotetaan tuottamaan perusvuotta vastaava ratkaisu. Yleensä on käytetty kustannusfunktioita, joissa on vain yksi muuttuja. Funktiomuodon ja selittävän muuttujan valinta on usein mielivaltaista. Menetelmällä voidaan saada suhteellisen hyvä ennuste 1-2 vuodeksi, jos oletettu kustannustekijä (ei välttämättä sama kuin selittävä muuttuja) vaikuttaa edelleen. Poikkeamaa ei kuitenkaan voida osoittaa johtuvaksi jostain tietystä syystä, eikä näin ollen saada selville niitä rakenteellisia riippuvuuksia, jotka poikkeaman mahdollisesti aiheuttavat (Bauer ja Kasnakoglu 1990, s. 281). Jo yksinään kylvökauden sääolot voivat eri vuosina suuresti vaihdella, minkä vuoksi kalibrointi-menetelmä ei ole mielekäs keski- tai pitkän ajan analyysiin.

Toinen tapa perusvuotta vastaavan alueellisen tuotantorakenteen tuottamiseksi on lisätä kohdefunktioon riskikäyttäytymistä kuvaavat termit (Hazell ja Norton 1986, s. 238). Riskiasenneparametreja sopivasti säätämällä voidaan saada aikaan todellisuutta vastaava tilanne. Riskikäyttäytyminen vähentää lisäksi mallin herkkyyttä pienille kustannusmuutoksille. Riskiasenneparametrien asettaminen on kuitenkin mielivaltaista ilman laajoja tilatason tutkimuksia. Alueellisesti edustavien riskiasenneparametrien määrittäminen on silloinkin hankalaa. Vaarana on, että mielivaltaisesti (kalibrointitarkoituksessa) asetetut riskiparametrit hallitsevat merkittävästi mallin käyttäytymistä.

Jonasson ja Apland (1997) ovat käyttäneet kunkin tuotantosuunnan perusyksikkönä yksittäistä maatilaa eläimiseen ja pinta-aloineen. Tällöin on mahdollisuus määritellä tilakohtaisia laajaperäisyysrajoituksia ja -lisiä, joita ei voi mallintaa sektorimalleissa, joissa päätösmuuttujat on määritelty aluetasolla. Tilat on edelleen jaettu ryhmiin tuotantoteknologian mukaan. Menetelmä vaatii laajan tilatason aineiston yksityiskohtaisen käsittelyn käyttäen lineaariseen optimointiin perustuvaa epäparametrista tehokkuusanalyysiä. Eri tehokkuuskertoimilla voidaan säädellä sektorin tehokkuutta siten, että mallin ratkaisu valittuna perusvuonna vastaa todellisuutta. Näin toteutetun mallin on todettu tuottavan paremmin todellisuutta vastaavia reaktioita hintamuutoksille kuin aikaisempi sektorimalli. Myös tuotannon erikoistuminen alueiden välillä on vähäisempää kuin perinteisessä staattisessa optimointimallissa (Apland ja Jonasson 1992). Lähestymistavan heikkoutena on kuitenkin paljon resursseja vaativa tilatason aineiston muokkaus ja mallin staattisuus (Jonasson ja Apland 1997, s. 30). Myös oletus tasapainosta ja tunnettua perusvuotta vastaavan ratkaisun tuottaminen tiettyjä tehokkuusparametreja säätämällä on ongelmallista.

Optimointimalli olettaa kaiken selittyvän puhtaasti taloudellisilla tekijöillä, eli tietyn kohdefunktion optimoinnin oletetaan täysin selittävän sektorissa tapahtuvat ilmiöt. Maatalous on kuitenkin laaja ja monimutkainen kokonaisuus monine hitaustekijöineen ja viiveineen. Staattinen optimointi ei selitä tyydyttävällä tavalla maatalouden ilmiöitä, jotka ovat luonteeltaan dynaamisia. Jos tyydytään mallintamaan maataloussektoria pelkästään staattisella optimointimallilla, voidaan ainoastaan korjailla mallin "oireita". Optimointi antaa staattista tilannetta vastaavan ratkaisun, joten tulosten tulkinta on syytä tehdä laajemmassa kokonaisuudessa ottaen huomioon optimoinnin luonne ja tehdyt oletukset.

Staattisessa optimointimallissa, kuten yleensä tasapainoanalyysissä, uuteen tasapainoon johtava kehitys jää kuvaamatta. Taloudellinen sopeutuminen muuttuvaan tukipolitiikkaan voi viedä aikaa useita vuosia, jolloin samanaikaisesti voi tapahtua muita, tukipolitiikasta osittain riippumattomia muutoksia. Nämä muutokset voivat kokonaan kääntää kehityskulun, ja siksi maatalouden kehityksen ja kilpailukyvyn kannalta keskeiset kehitystekijät tulee ottaa myös politiikka-analyysissä huomioon (Apland ym. 1994, s. 126). Tällaisia tekijöitä ovat esim. kuluttajien preferenssien muuttuminen, satotasojen, kotieläinten keskituotosten ja rehuhuötösuhteen kehitys, tuotantopanosten (esim. työ) tehokkaampi käyttö sekä kiinteiden kustannusten pieneneminen yksikköä kohti keskitilakoon kasvun tai muun tuotannon rationalisoinnin seurauksena. Maataloussektorin monien erityispiirteiden ja jatkuvien muutosten vuoksi tavoitteena tulee olla dynaaminen malli, jossa eri tuotannonalojen erilaiset aikajänteet ja kehityslinjat voidaan ottaa huomioon. Samalla joistakin staattisen optimoinnin ongelmista voidaan päästä eroon.

Maatalouden sektorimalleja kehitettäessä on havaittu, että tiettyjen maatalouden erityispiirteiden mallintaminen (kuten sisäinen dynamiikka ja erilaiset viiveet eri tuotannonaloilla) lisää mallien selitysvoimaa (Bauer 1989a, s. 337-338). Dynamisointi antaa mahdollisuuden ottaa erilaiset ajalliset kehityslinjat sekä tuotannolliset viiveet osaksi analyysiä. Dynaamisessa, moniperiodisessa mallikokonaisuudessa muuttuva tukipolitiikka yhdessä muiden kehitystekijöiden kanssa tuottavat erilaisia kehitysuria mahdollisine käännekohtineen.

2.5. Malliajattelu maataloussektorin mallintamisessa ja analyysissä

Kirjallisuudesta voidaan löytää lukuisia eri maissa toteutettuja sovelluksia maatalouden sektorimalleista monine paikallisine muunnelmineen ja erityispiirteineen. Ei ole kuitenkaan olemassa valmista mallia, joka sellaisenaan soveltuisi kaikkiin, esim. Suomen olosuhteisiin ja joka antaisi vastaukset kaikkiin maataloutta koskeviin kysymyksiin. Kuhunkin malliin on otettava mukaan ne riippuvuus-suhteet, kytkennät ja muuttujat, joilla on merkitystä ongelmanasettelun kannalta. On välttämätöntä täsmentää ja konkretisoida ongelmanasettelua ja siltä pohjalta kartoittaa maataloussektoriin vaikuttavia tekijöitä eikä tyytyä pelkästään

määrätyn mallityypin tarjoamiin mahdollisuuksiin. Myös ongelmanasettelu voi ajan myötä muuttua. Mallia voidaan myöhemmin täydentää lisäämällä ja poistamalla siitä eri komponentteja.

Ennen mallintamista on päätettävä, mihin kysymyksiin halutaan saada vastauksia mallin avulla. Tulee selvittää, mitä tietoja mallista halutaan saada ulos ja mihin niitä käytetään. Oleellista on yksilöidä myös ne kysymykset, joihin mallista ei voi saada vastauksia (Hazell ja Norton 1986, s. 273). Yleinen virhe on, että mallilla yritetään selittää asioita, joita siinä ei ole lainkaan mukana. Tämä voi johtua siitä, että projektin alussa ei ole huolellisesti kartoitettu, mitä kaikkea mallilta halutaan. Aluksi tulee selvittää mallin kaikki mahdollinen käyttö ja tarkoitus, mihin tuloksia käytetään ja miten niitä tulkitaan, jotta mallin tarkoitus jatkokehitystä ajatellen tulisi selväksi. On esimerkiksi tärkeää pohtia, mitä maatalouden sidosryhmiä (esim. valtiontalous, tuotantopankkia valmistava teollisuus, elintarviketeollisuus jne.) otetaan mukaan tarkasteluun. Selvitystyön pohjalta arvioidaan, mitkä tekijät ovat keskeisiä käsillä olevassa ongelmanasettelussa.

Kaikessa mallintamisessa on tehtävä yksinkertaistavia oletuksia. Mallin lopputuloksia on tarkasteltava suhteessa tehtyihin oletuksiin. Koska maatalous taloudellisena järjestelmänä on jo sinällään hyvin monimutkainen ja riippuvainen lukuisista maatalouden ulkopuolisista tekijöistä, on välttämätöntä tarkentaa kysymyksenasettelua ja tehdä oletuksia. Ei ole mahdollista mallintaa kattavasti ensin koko maataloussektoria tuottajalta kuluttajalle ja vasta sitten hakea mallista vastauksia esillä oleviin kysymyksiin. Taloudellisen mallin suunnittelu, rakentaminen ja käyttö on usein iteratiivinen prosessi, jossa kysymyksenasettelua ja mallia jatkuvasti tarkennetaan. Kriteerinä on, kuinka hyvin malli vastaa annettuihin kysymyksiin ja kuinka paljon mallin käyttö lisää ymmärrystä tutkittavista ilmiöistä. Toisaalta mallin tulee olla riittävän yleinen ja helposti muunneltavissa eri käyttötarkoituksiin, koska maataloudesta voidaan löytää useita eri ongelmakokonaisuuksia. Samasta mallista voidaan saada vastauksia moniin, mutta harvoin kaikkiin esillä oleviin kysymyksiin. Siltä osin kuin malli sopii erilaisten ilmiöiden tutkimiseen, siitä voidaan kehittää eri versioita eri käyttöalueille. Vastaavasti samoihin kysymyksiin voidaan hakea vastauksia ja selvyyttä useillakin eri malleilla, jotka lähestyvät samaa asiaa eri näkökulmista. Joidenkin mallien tuloksia voidaan käyttää lähtöarvoina toisissa malleissa. Esimerkiksi staattisen optimoinnin tuloksia voidaan käyttää laajemmassa dynaamisessa mallikokonaisuudessa tai esim. yleisen tasapainomallin tuloksia osittaistasa-painomallin ulkoisten parametrien määräämiseen.

Välttämättä ei ole järkevää yrittää rakentaa yhtä suurta mallia, joka antaisi vastaukset kaikkiin esitettyihin kysymyksiin. Voi olla parempi rakentaa vain tiettyihin kysymyksiin keskittyviä malleja, jotka voivat omalta osaltaan antaa esillä oleviin kysymyksiin merkittävästi lisävalaistusta ja lisätä maataloussektorin ilmiöiden ymmärtämystä. Ajattelulle ja asioiden todelliselle ymmärtämiselle ei ole eduksi toimia vain yhden mallin ja sen kiinteän rakenteen ja logiikan varas-

sa. Suuren ja monimutkaisen mallin tulosten tulkitseminen ja ymmärtäminen on usein vaikeampaa kuin pienten ja perusrakenteeltaan yksinkertaisten mallien. Toisaalta suuret mallit voivat antaa tarkasteltaviin asioihin kaivattua kokonaisnäkemyksiä, mikäli sen tulokset ovat helposti tulkittavissa.

Yleisesti on todettu, että maatalouden sektorimallin luominen on jatkuva pitkäjänteistä työtä vaativa prosessi, jossa hyöty ja ymmärrys kasvavat ajan myötä (Bauer 1988a, s. 18). Koska tutkijoiden käsitys maataloussektorin monien syy-seuraus-suhteiden luonteesta kehittyy jatkuvasti mallityöskentelyn aikana, mallista saatava todellinen hyöty kasvaa, jos mallia jatkuvasti päivitetään ja käytetään, eikä sen luominen ole vain kertaluonteinen projekti.

Ennen kuin malli on teknisenä järjestelmänä edennyt soveltamisvaiheeseen, on jouduttu tarkistamaan käsityksiä monista kokonaisuuden kannalta olennaisista asioista. Yhtenä merkittävänä malliprojektin antina on usein jo pelkästään se, että tiedostamattomat ja aiemmin itsestäänselvyyksinä pidetyt käsitykset ja ajattelutavat joutuvat kriittiseen tarkasteluun. Mallintaminen on siihen osallistuville merkittävä oppimisprosessi. Mitä enemmän mallilla tehdään todellista analyysiä, sitä enemmän mallin rakentajille ja käyttäjille kertyy kokonaisnäkemyksiä tutkittavasta ilmiöstä ja sen eri osien merkityksistä. Malli toimii parhaimmillaan tämän oppimisprosessin välineenä ja toimivaksi osoittautuneen tarkastelutavan kiteytymänä, joskaan matemaattiseen malliin ei resurssien tai menetelmien puolesta ole aina mahdollista sisällyttää kaikkia toivottuja rakenteita ja ominaisuuksia.

Matemaattiset mallit ovat hyödyllisiä erityisesti laajojen järjestelmien analyysissä. Mallin avulla voidaan tutkia yksityiskohtaisesti monien eri tekijöiden vaikutuksia yhdessä tai erikseen, huomioiden samalla kaikki tärkeimmät riippuvuussuhteet. Ilman matemaattista mallia vuorovaikutusten tutkiminen ja kokonaisuuden hahmottaminen on monissa tapauksissa hankalaa. Eri osien välinen vuorovaikutus on helpommin hallittavissa matemaattisen mallin avulla kuin pelkästään kvalitatiivisen analyysin keinoin. Matemaattinen malli täsmällisesti määriteltynä riippuvuussuhteineen auttaa analyysiä tekevää henkilöä ymmärtämään kokonaisuutta ja sen osien välisiä suhteita.

3. Käytettyjen menetelmien teoreettisista perusteista

3.1. Yleiset lähtökohdat

Taloudelliset mallien taustalla on aina sarja valintoja ja ratkaisuja, jotka perustuvat erilaisille oletuksille ja teoreettisille käsitteille. Mallien tuloksia tulee aina arvioida suhteessa kaikkiin tehtyihin oletuksiin. Myös vallitsevan talousteorian vakiintuneiden oletusten pätevyyttä tarkasteltavassa systeemissä tulee arvioida,

ja poikkeamat oletuksista tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnessa. Seuraavassa tarkastellaan ja arvioidaan sektorimallin taustalla olevia keskeisiä teoreettisia käsitteitä ja oletuksia. Samalla esitetään perusteluja tehdyille valinnoille ja mallin rakenteelle, joka esitetään luvussa 4.

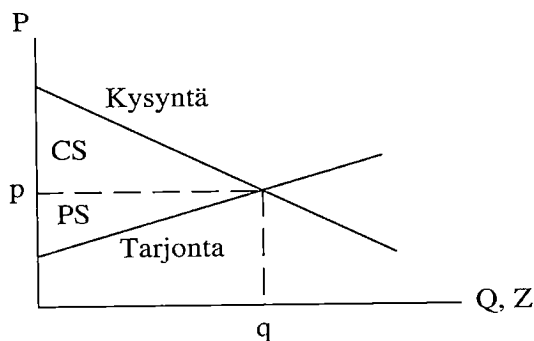
Rakennettavan sektorimallin täytyy olla teoreettisesti johdonmukainen kokonaisuus ja sen tulokset täytyy voida tulkita mielekkäällä tavalla, ts. tulosten tulee olla perusteltavissa rationaalisen taloudellisen käyttäytymisen tuloksiksi. Toisaalta mallin tulosten tulee vastata riittävän hyvin todellisuutta ja mallin tulee pystyä selittämään sen ilmiöitä. Tällöin joudutaan tekemään rajankäyntiä ns. valtavirtataloustieteen ja ns. empiirisen taloustieteen piiriin kuuluvien vaihtoehtovirtausten välillä. Edellistä leimaa apriorismi ja jälkimmäisiä deskriptiivinen realismi (Hillinger 1996, s. 28). Vallitseva talousteoria painottaa matemaattisia ja loogisia suhteita ja rationaalista käyttäytymistä.

Tässä työssä lähtökohtana on ollut vallitseva valtavirtataloustiede ja sen oletukset rationaalisesta käyttäytymisestä, joiden tuloksena markkinatasapaino määräytyy. Oletukset ovat jossain määrin kiistanalaisia mallinnettaessa maataloutta ja sen monia erityispiirteitä. Tuotannon lyhyen aikavälin tekniset ja biologiset rajoitukset ja päätöksenteon viiveet sekä riskinkarttaminen aiheuttavat poikkeamia täydellisen kilpailun mukaisesta markkinatasapainosta. Tämän vuoksi on otettu muutama askel vaihtoehtoisen empiirisen taloustieteen suuntaan, jossa on enemmän tilaa dynamiikalle ja epätasapainolle.

3.2. Ylijäämäkäsitteet

Tässä työssä esiteltävä maatalouden sektorimalli perustuu taloudellisille ylijäämäkäsitteille. Ylijäämätarkastelulla on sekä etuja että haittoja maataloussektoria kuvattaessa. Nämä liittyvät paljolti taloudellisiin hyödyn ja ylijäämän käsitteisiin yleensä, niiden mittaamiseen ja vertailuun yksilöiden kesken.

Sektorin ylijäämä, jota hyvinvointiteoriassa käytetään hyvinvoinnin mittana, voidaan jakaa tuottajien ja kuluttajien ylijäämään (ks. esim. Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 113-115, 255-256, 276-312). Kuluttajan ylijäämä (CS) on käänteisen kysyntäkäyrän ja hintasuoran väliin jäävä alue ja tuottajan ylijäämä (PS) käänteisen tarjontakäyrän ja hintasuoran väliin jäävä pinta-ala (kuvio 3.1). Tuottajan ja kuluttajan ylijäämät riippuvat kysyntä- ja tarjontafunktion parametreista. Tässä esityksessä, kuten yleensä ylijäämien maksimointiin perustuvissa malleissa, tyydytään laskennallisista syistä kysyntä- ja tarjontafunktioiden lineaariseen approksimaatioon. Parametrien katsotaan pätevän koko hinta- ja määrä-akseleilla (P,Q), vaikka todellisuudessa linearisointi on mielekästä tehdä vain tietyn pisteen lähiympäristössä. Kulutustaso ja siitä käänteisen kysyntäfunktion mukaan määräytyvä hintataso voidaan erikseen rajata, jolloin koko hyvinvointitarkastelu tapahtuu vallitsevan markkinatasapainon läheisyydessä ja mallin kysyntä- ja tarjontareaktiot voivat olla todellisuutta vastaavia.



Kuvio 3.1. Kysyntä ja tarjonta sekä kuluttajan ja tuottajan ylijäämä.

Kuluttajan ylijäämää ei voida suoraan havaita tai mitata eikä sillä ole suoraa yhteyttä tuloihin. Kuluttajan ylijäämä syntyy kuluttajan maksuhalukkuuden ja todellisen hinnan erotuksesta. Tuottajien ylijäämä eli alue PS sen sijaan vastaa maataloustuloa, jos tarjontakäyrän (rajakustannuskäyrän) katsotaan ottavan huomioon myös tuet (käyrä siirtyy tukien kasvaessa oikealle) ja kiinteät kustannukset (käyrä ei lähde origosta). Jotta ylijäämät olisivat päteviä mittoja tuottajien ja kuluttajien hyödyille, on tehtävä oletuksia kuluttajista ja tuottajista.

3.2.1. Kuluttajan ylijäämä

Täydellisen kilpailun vallitessa kuluttajien valinnat määräävät suunnan maataloussektorin kehitykselle. Kuluttajan kysyntäfunktio ja ylijäämä ovat johdettavissa kuluttajan hyötyfunktioista. Yleisesti oletetaan, että kuluttaja saa kuluttamistaan hyödykkeistä tietyn hyödyn, joka käsitteenä liittyy kaikkiin hyödykkeisiin. Hyöty ja hyvinvointi ovat kuitenkin subjektiivisia käsitteitä, joita ei voida suoraan havaita, eikä eri yksilöiden hyötyjä voida suoraan verrata toisiinsa.

Ennen kuin voidaan määrittää kuluttajien kysyntäfunktioita tai hyötyfunktioita, joudutaan tekemään oletuksia kuluttajien käyttäytymisestä. Perusoletuksena kuluttajan teoriassa on rationaalinen kuluttaja, joka maksimoi hyötyä tulojensa puitteissa. Suurempi määrä hyödykkeitä on kuluttajan mielestä parempi kuin pienempi, mutta yksittäisestä tuotteesta saatava rajahyöty laskee kulutuksen kasvaessa. Mitä enemmän jotain tuotetta kulutetaan, sitä vähemmän kuluttaja on valmis lisäämään ko. tuotteen kulutusta toisten tuotteiden kustannuksella. Kuluttajalla on eri hyödykkeiden kesken mieltymyksiä, preferenssejä, ja hän kykenee valitsemaan haluamansa hyödykkeet mistä tahansa joukosta hyödykkeitä. Kuluttaja kykenee lisäksi asettamaan tuotteet keskinäiseen järjestykseen mieltymystensä mukaisesti ja on halukas korvaamaan mitä tahansa hyödykettä jollain määrällä toista hyödykettä. Samahyötykäyrät ja -pinnat (useamman kuin yhden tuotteen tapauksessa) ovat konvekseja, ts. millä tahansa tuotteiden väli-

sellä samahyötykäyrällä tuotteesta saatava rajahyöty (rajakorvaussuhde) laskee kulutuksen kasvaessa. Mitä enemmän jotain hyödykettä kulutetaan, sitä vähemmän kuluttaja on valmis lisäämään ko. hyödykkeen kulutusta muiden hyödykkeiden kustannuksella. Tästä seuraa, että hyötyä maksimoitaessa kulutus asettuu tasolle, jossa tuotteiden x_1 ja x_2 välinen rajakorvaussuhde (*MRS*) on yhtä suuri kuin hintojen p_1 ja p_2 suhde (Silberberg 1990, s. 303-308; Varian 1992, s. 94-96).

$$(3-1) \quad MRS = \frac{dx_2}{dx_1} = - \frac{p_1}{p_2}$$

Kuluttajan hyötyfunktio on kvasikonkaavi, eli tuotteesta saatava rajahyöty pienenee kulutuksen kasvaessa. Oletuksena on, että kaikilla kuluttajilla on hyötyfunktiot, jotka ovat kaikkialla differentioituvia, aidosti kasvavia ja aidosti kvasikonkaaveja. Tämä takaa, että lineaarisesti rajoitetulle (tulorajoitus) hyödynmaksimointiongelmalle on olemassa yksikäsitteinen ratkaisu. Tämä määrittely on yleensä sopusoinnussa myös kuluttajien havaitun käyttäytymisen kanssa (Silberberg 1990, s. 176-180, 307-308).

Kun hyötyfunktioita, jolla on em. ominaisuudet, maksimoidaan tietyn tulorajoituksen vallitessa, saadaan kysyntäfunktiot ensimmäisen ja toisen asteen ehtojen avulla (Silberberg 1990, s. 308-310). Kuluttajilta vaaditaan ainoastaan kykyä asettaa eri hyödykkeet tai hyödykekorit keskinäiseen järjestykseen, ei kykyä arvioida tuotteiden absoluuttista hyvyttä. Tällöin hyötyfunktion funktiomuoto voidaan valita vapaasti, kunhan hyötyfunktio on konkaavi ja samahyötykäyrät ja -pinnat konvekseja.

Kun on saatu määritettyä em. ehdot täyttävä kysyntäfunktio, kuluttajan ylijäämää voidaan mitata kysyntäfunktion alle jäävänä pinta-alana. Kuitenkin, kun tarkastellaan samanaikaisesti useampaa kuin yhtä hyödykettä ja samanaikaisesti useampia hintamuutoksia ja muutoksia kuluttajan ylijäämässä, kysyntäkäyrän alle jäävä pinta-ala ei ole yleisesti pätevä ylijäämän mitta. Kuluttajan ylijäämä riippuu yleisessä tapauksessa hintamuutosten keskinäisestä järjestyksestä. Voidaan osoittaa, että kysyntäkäyrän alle jäävä pinta-ala on oikea kuluttajan ylijäämän mitta vain, jos kuluttajan hyötyfunktio on joko homoteettinen tai kvasilineaarinen (Johansson 1991, s. 42-47; Silberberg 1990, s. 597). Kvasilineaarissa tapauksessa koko ostovoiman muutos vaikuttaisi vain yhden tuotteen kysyntään muiden tuotteiden kysynnän pysyessä ennallaan. Homoteettisen hyötyfunktion tapauksessa tietynsuuruinen kuluttajan tulojen suhteellinen muutos aiheuttaa täsmälleen samansuuruisen suhteellisen muutoksen jokaisen hyödykkeen kysynnässä (Johansson 1991, s. 44). Näin esim. 10 prosentin tulojen kasvu (elintarvikkeisiin käytettävältä osalta) saisi aikaan 10 prosentin kasvun kaikkien tuotteiden kysynnässä.

Kumpikaan oletus ei ole täysin realistinen kuluttajan käyttäytymismalliksi todellisessa maailmassa. Kvasilineaarisuus ei yleisesti päde, koska kuluttaja ei välttämättä esim. tulojen pienessä vähennä vain yhden tuotteen kulutusta, vaan voi jakaa vähennyksen useampien tuotteiden kesken. Myöskään homoteettisuus ei yleisesti päde, koska tulojen muutos ei vaikuta kaikkien tuotteiden kulutukseen yhtä paljon, vaan eri elintarvikkeiden tulojoustot poikkeavat toisistaan. Kuluttaja muuttaa kulutustaan tulojen muuttuessa eli on halukas vaihtamaan hyödykkeitä toisiinsa. Tämä on yleinen empiirinen havainto ja modernin kuluttajateorian perusoletus (Silberberg 1990, s. 304-306).

Homoteettisilla hyötyfunktioilla on ominaisuus, joka helpottaa merkittävästi kuluttajan reaktioiden mallintamista: Eri tuotteiden väliset korvaus- eli substitutiojoustot ovat riippumattomia tulotasosta eli hyötyfunktion tasosta (Johansson 1991, s. 44). Tuotteiden kulutuksen välisen samahyötykäyrän kulmakerroin $dx_2/dx_1 = -(p_1/p_2)$ pysyy samana hyöty- ja tulotasosta riippumatta eli kun liikutaan pitkin mitä tahansa origosta lähtevää nousevaa suoraa. Tällä suoralla tuotteiden hintasuhde pysyy vakiona eli kuluttaja on valmis vaihtamaan tuotteita x_1 ja x_2 samassa suhteessa tulotasosta riippumatta. Tällöin tuotteiden välinen korvausreaktio ja substitutiokerroin pysyy samana kaikilla hyötytasoilla. Homoteettisuusoletus on perusteltavissa, jos tulomuutokset ovat vähäisiä, eikä korvausreaktio muutu tulojen pienten muutosten seurauksena.

Kun oletetaan hyötyfunktio homoteettiseksi, voidaan määrätä substitutiokertoimet eri tuotteiden välille. Tässä työssä tätä mahdollisuutta on käytetty hyväksi määrittelemällä kotimaiset ja vastaavat ulkomaiset elintarviketuotteet epätäydellisiksi substituuteiksi. Tällöin kuluttaja näkee kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen (esim. naudanlihan) jossain määrin eri tuotteina. Tämä ei vielä sinällään tarkoita, että kuluttaja suosisi kotimaisia tuotteita. Kuluttajille voidaan määritellä erikseen kotimaisuuspreferenssi asettamalla kotimaisen tuotteen kysyntäfunktio ulkomaista tuotetta korkeammalle tasolle. Substitutiokerroin vaikuttaa siihen, kuinka helposti kotimainen ja ulkomainen tuote voivat korvata toisiaan.

3.2.2. Tuottajan ylijäämä

Perusoletuksena on rationaalinen ja voittoa maksimoiva tuottaja, jolle ei oleteta konkaavia hyötyfunktiota eikä rajahyödyn (hyöty viimeisestä saadusta lisämar-kasta) katsota muuttuvan hyötytason muuttuessa. Muilla kuin taloudellisilla hyödyillä ei ole arvoa tuottajille.

Tuottajan ylijäämä, joka kuviossa 3.1 on alue PS eli hintasuoran ja käänteisen tarjontakäyrän (rajakustannuskäyrän) välinen pinta-ala, on mielekäs käsite vain lyhyellä aikavälillä. Tuottaja voi saada tuotteistaan muuttuvia kustannuksia korkeampaa hintaa vain, jos kiinteiden tuotannon tekijöiden tarjonta on kiinteä lyhyellä aikavälillä. Mikäli kaikki tuotantopanokset ovat muuttuvia ja helposti

hankittavissa, kuka tahansa voi välittömästi hankkia tarpeelliset tuotantopanokset ja tuottaa hyödykkeen muuttuvien kustannusten hinnalla, eikä tuottaja voi saada tuotteistaan tuotantokustannuksia korkeampaa hintaa. Tuottajan ylijäämää laskeuttaessa tulee kiinteät kustannukset olettaa uponneiksi kustannuksiksi (ks. esim. Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 255), jotka eivät vaikuta tuottajan lyhyen tähtäimen päätöksentekoon.

Ylijäämä koituu tuottajan hyväksi kiinteiden tuotannontekijöiden omistamisen perusteella. Pitkällä aikavälillä kaikki tuotannontekijät ja kustannukset ovat muuttuvia, jolloin ylijäämä häviää (Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 262; Hanley ja Spash 1993, s. 41). Pitkällä aikavälillä tuotannontekijät voivat myös vaihtaa omistajaa, joka voi saada ylijäämän itselleen perimällä vuokraa. Tuottajan ylijäämä on siten yläraja vuokran suuruudelle lyhyellä aikavälillä eli kiinteille tuotannontekijöille ja niiden omistajille kiinteiden kustannusten jälkeen jäävää osuutta (Hanley ja Spash 1993, s. 41).

Tuottajan ylijäämän määritelmä koskee lyhyen aikavälin käyttäytymistä, mikä sulkee pois kiinteiden tuotantokustannusten käsittelemisen muuttuvina ylijäämätarkastelussa. Tuottajan kannalta pitkän aikavälin optimi (voitonmaksimointitehtävän ratkaisu) on eri kuin lyhyen aikavälin, mutta pitkän ajan optimia ei saavuteta ilman lyhyen aikavälin optimia. Pitkän aikavälin optimiin mennään lyhyen aikavälin optimin kautta. Tämän vuoksi lyhyen aikavälin kustannuskäyrän katsotaan yleisesti ohjaavan markkinaosapuolten käyttäytymistä pitkän aikavälin optimin suuntaan (Samuelson 1983, s. 34-36). Pitkän aikavälin käyttäytymisen selittämiseen tarvitaan kuitenkin muita välineitä kuin ylijäämätarkastelu. Tarvitaan dynaaminen malli, joka kuvaa kiinteiden tuotannontekijöiden kulumista ja jossa kiinteät kustannukset tulevat ajan myötä päätöksentekoon mukaan.

3.3. Optimointi ja tasapaino

Markkinoiden käyttäytymistä voidaan kuvata optimointimallilla, joka maksimoi tuottajien ja kuluttajien yhteenlaskettua ylijäämää. Rajoituksina optimointitehtävällä ovat taseyhtälöt ja tuotantokapasiteettia, teknologiaa, tuotantopanosten käyttöä, kiintiöitä ym. rajoituksia koskevat ehdot. Ratkaisuna saadaan täydellisen kilpailun mukainen markkinatasapaino. Maataloustuet ovat julkisen vallan markkinainterventioita, joilla on vaikutuksia markkinatasapainoon ja siten kuluttajien ja tuottajien ylijäämiin. Samanlaisia vaikutuksia voi tulla myös ulkomaankaupasta. Niiden vaikutuksesta tuotanto ja kulutus muuttuvat sektorin sisällä siten, että päädytään jälleen uuteen markkinatasapainoon ja rajoitusten puitteissa optimaaliseen tuotantoallokointiin (Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 276-312). Julkinen valta voi siten halutessaan vaikuttaa toimenpiteillään tulonjakoon sektorissa.

Hypoteesina on, kuten yleensä tasapaino- ja osittaistasapainomalleissa, että eri markkinaosapuolet maksimoivat hyötyään tai voittoaan, mutta kukaan yksittäinen tuottaja tai kuluttaja ei voi yksinään vaikuttaa hintoihin (Silberberg 1990, s. 492-493). Tämä on edellytyksenä markkinatasapainolle, jossa tuotteen hinta on sama kuin tuotannon rajakustannus. Tuottajien ja kuluttajien ylijäämän maksimointi johtaa täydellisen kilpailun mukaiseen markkinatasapainoon ja ennustaa sektorin ja eri markkinaosapuolten reaktioita (Hazell ja Norton 1986, s. 160-162, 167-168; Silberberg 1990, s. 492-493). Esimerkiksi maataloustuloa maksimoivalla optimointimallilla ei olisi paljoakaan käyttöä analyysin tukena nykytilanteessa, (joka ei tosin vastaa täydellistä kilpailua, mutta muistuttaa sitä aiempaa enemmän), koska markkinat kokonaisuudessaan eivät toimi tavoitteena maataloustulon maksimointi.

Optimointimallia käytetään maatalouden taloudellisessa analyysissä yleensä siten, että ensin malli ratkaistaan jonakin valittuna ja tunnettuna perusvuonna ja tehdään sitten erilaisia skenaarioajoja muuttamalla eri parametreja. Erilaisten ajojen ratkaisuja verrataan perusvuoden ratkaisuun. Muutokset suhteessa perusvuoteen voidaan tulkita johtuvan muutetuista parametreista ja siten ennustavan odotettavissa olevia muutoksia todellisessa maailmassa. Muuttamalla esimerkiksi maataloustukia, tuotantoteknologiaa, tuotantopanosten hintoja, ulkomaankaupan hintoja, kysynnän hintajoustoja tai esimerkiksi alueellisia kapasiteetti- rajoituksia, voidaan optimointimallilla tutkia paitsi yksittäisten muutosten vaikutuksia markkinoilla myös eri tekijöiden yhteisvaikutuksia. Kohdefunktion maksimoinnin tarkoituksena on simuloida *tehokkaita markkinoita* (ks. esim. Pindyck ja Rubinfeld 1995, s. 283-285, 587-588), joten eri skenaarioajojen ratkaisujen voidaan katsoa ennakoivan markkinoiden reaktioita erilaisissa muutostilanteissa.

Tasapainotila, jonka optimointitehtävä määrää, edustaa osittaistasapainoa eikä yleistä tasapainoa. Vaikka hinnat ovatkin mallissa endogeenisia, kuluttajien tulot eivät ole. Jos tulot ovat endogeenisia, kysyntäfunktioiden taso siirtyy tulojen mukana. Kysyntäfunktiot voidaan määritellä riippuviksi tulotasosta myös osittaistasapainomallissa, vaikka tulot olisivatkin eksogeenisia. Näin voidaan tehdä skenaarioita tulotason vaikutuksesta maataloussektorin kehitykseen. Tällöin jää kuitenkin avoimeksi se, kuinka suuri osa kuluttajan tulojen muutoksesta todella vaikuttaa elintarvikemenoihin, koska talouden muita sektoreita ei ole mukana (Hazell ja Norton 1986, s. 162, 206-210).

3.3.1. Pareto-optimalisuus ja hyvinvointi

Klassisen hyvinvointiteorian ensimmäisen perusväittämän mukaan täydellisen kilpailun olosuhteissa sektori pyrkii kohti Pareto-optimaalista kulutus- ja tuotantoalokaatiota, ts. olotilaa, jossa kenenkään hyötyä ei voi parantaa muuten kuin ainoastaan jonkun toisen kustannuksella. Teoriassa tämänkaltainen *tehokas*

tuotanto- ja kulutusallokaatio syntyy siten, että lukuisa määrä markkinaosapuolia käy kauppaa keskenään, kunnes kenenkään saamaa hyötyä ei voi parantaa huonontamatta jonkun toisen hyötyä. Siinä vaiheessa kun ei löydy kahta osapuolta, jotka voisivat hyötyä vaihdannasta, kauppaa ei enää käydä. Hyvinvointiteorian toisen perusväittämän mukaan jokaista Pareto-optimaalista allokaatiota kohti on olemassa täydellisen kilpailun mukainen allokaatio, eli jokainen tehokas Pareto-piste voi syntyä täydellisen kilpailun tuloksena (Silberberg 1990, s. 587-589; Stokey ja Lucas 1989, s. 25-27; Varian 1992, s. 326).

Koko yhteiskunnan tai sektorin hyvinvoinnin maksimoiva tuotantoallokaatio on välttämättä Pareto-optimaalisten allokaatioiden joukossa. Voidaan osoittaa, että yleisillä kuluttajan käyttäytymistä kuvaavilla olettamuksilla Pareto-optimaalisten ratkaisujen joukko ja täydellisen kilpailun tuottamat allokaatiot ovat yhteneviä (Stokey ja Lucas 1988, s. 441-444). Tällöin on perusteltua käyttää optimointimallia markkinatasapainon simulointiin.

P.A. Samuelson, joka ensimmäisenä muotoili markkinat tasapainoon rajoitetuksi optimointiongelmaksi, kielsi kohdefunktion ja sen maksimoinnin tuottaman tasapainon hyvinvointitulokinnan normatiivisena mittana (Samuelson 1983, s. 52-53). Hän ei myöskään asettanut yhtä tiukkoja oletuksia tuottajan käyttäytymisestä tai kilpailun täydellisyydestä kuin luvussa 4.2 todettiin. Vaaditaan ainoastaan, että yksittäinen tuottaja tai kuluttaja ei voi yksin vaikuttaa hintoihin ja että hän on voittoa maksimoiva (Samuelson 1983, s. 82, 87-89). Hän voi lisäksi olla myös riskiä karttava ja arvostaa muitakin kuin taloudellisia tekijöitä. Näissäkin olosuhteissa markkinat pyrkivät kohti teoreettista tasapainoa (Samuelson 1952, s. 293-298; Samuelson 1983, s. 23; Hazell ja Norton 1986, s. 161-162). Mitä lähempänä todellisuus on luvun 3.2 oletuksia, sitä paremmin optimointimallin mukaiset markkinat vastaavat todellisuutta.

Poikkeamat oletuksista aiheuttavat poikkeamia optimointitehtävän mukaisesta tasapainosta. Yleisesti täydellinen kilpailu tuottaa markkinatasapainon, joka edustaa yhtä tehokasta tuotantoallokaatiota, Pareto-optimia. Erilaisia tehokkaita tuotantoallokaatioita, Pareto-optimeja, on ääretön määrä Pareto-pinnalla. Kahden markkinaosapuolen tapauksessa tehokkaan markkinatasapainon voidaan olettaa löytyvän osapuolten hyötyjen väliseltä samahyötykäyrältä (Samuelson ja Nordhaus 1984, s. 487; Baumol 1977, s. 503-506). Kuitenkin optimointimalli antaa tulokseksi vain sen tuotantoallokaation, jolla tuottajien ja kuluttajien *ylijäämien painottamaton summa* maksimoituu, ja se on vain yksi monista tehokkaista tuotantoallokaatioista. Tähän pisteeseen ei todellisuudessa päästä, ellei rahan arvo ole sama kaikille markkinaosapuolille. Eli yhden kaupanäkännistä saadun tai menetetyn markan (joissa hyötyä mitataan) täytyy olla yhtä arvokas kaikille osapuolille optimointimallin antamaan kulutus- ja tuotantoallokaatioon pääsemiseksi. Tästä ei ole kuitenkaan mitään takeita, eikä eri yksilöiden hyötyjen vertailu ole yksikäsitteistä. Jos esimerkiksi kuluttajat saavat tuonnin lisäyksestä hyödyn (ylijäämän) S , joka on markkamääräisesti yhtä suuri

kuin tuottajien ylijäämän menetys $-S$, painottamattoman optimointimallin mukaan ylijäämien muutokset kompensoivat täysin toisensa. Jos tuottajien rajahyöty on λ_1 ja kuluttajien λ_2 , sektorin hyvinvoinnin muutokseksi saadaan

$$(3-2) \quad \Delta W = \lambda_1 S - \lambda_2 S = S (\lambda_1 - \lambda_2).$$

Todellinen hyvinvoinnin muutos sektorissa voi siis olla positiivinen, negatiivinen tai nolla (Johansson 1991, s. 48-49). Sen vuoksi kohdefunktiolle ei pidä antaa normatiivista hyvinvointitulkintaa eikä sen perusteella pidä arvioida esim. eri politiikkatoimenpiteiden absoluuttista hyvyyttä keskenään. Kohdefunktion maksimoinnin tuottamaa tasapainotilaa ei pidä myöskään pitää tavoitteena, jossa kansalaisten todellinen kokonaishyvinvointi välttämättä maksimoituisi.

Tuottajista oletetaan, että rajahyöty on vakio hyödyn tasosta riippumatta, eli tuottajien oletetaan olevan riskineutraaleja hyödyn maksimoijia. Tämän voidaan katsoa pätevän koko sektorin mittakaavassa, jossa tuottajien tarjonta on alueittain aggregoitu. Yksittäisen tuottajan suhteen riskineutraalius ei ole luonteva oletus. Tuottajan rajahyödyn suuruus riippuu tulotasosta ja olemassaolevan tuotannon laajuudesta riskikäyttäytymisen kautta. Koko maataloussektorin tasolla on suuri määrä tuottajia ja kuluttajia. Jos tuottajia ja kuluttajia on suuri määrä ja muutokset markkinoilla suhteellisen pieniä, tuotannon sopeutuessa pienten askelten kautta tuottajien rajahyöty ei keskimäärin paljoa muutu. Koska on lukuisia rahoitusasemaltaan ja tehokkuudeltaan erilaisia tuottajia, pienikin hintojen tai tukien nousu saa pienen osan heistä investoimaan. Jos kuitenkin tapahtuu voimakas markkinahäiriö, jossa tuotanto esim. kasvaa voimakkaasti uudelle tasolle, joudutaan tilanteeseen, jossa monet tuottajat investoivat ja heidän hyötyfunktionsa muuttuu (riski kasvaa). Tällöin hyötyjen samanarvoistaminen johtaa harhaan markkinatasapainoa ja sen mukaista tuotantoalokaatiota ennustettaessa. Periaatteessa ylijäämien painottaminen rajahyödyillä voisi tällaisessa tapauksessa saada optimointimallin käyttäytymään enemmän todellisuutta vastaavalla tavalla.

Painotetaan kuluttajien ylijäämää $CS(Q)$ (Q = kulutus) kuluttajien rajahyödyllä eli λ_1 :llä ja tuottajien ylijäämää $PS(Q)$ tuottajien rajahyödyllä eli λ_2 :lla. Tasapainotilanteessa kulutuksen ja tuotannon muutoksesta aiheutuva kohdefunktion eli painotetun ylijäämän muutos on nolla. Kaavassa (3-3) W on hyvinvointi, WP on kuluttajan maksuvalmius, P tuotteen hinta ja MC tuottajan rajakustannus.

$$(3-3) \quad \frac{d}{dQ} W = \lambda_1 WP + (\lambda_2 - \lambda_1)P - \lambda_2 MC = 0$$

Tällöin tuotteen hinta ja tuotannon rajakustannus poikkeavat markkamääräisesti toisistaan, mikä ei vastaa täydellisen, vaan epätäydellisen kilpailun mukaista tasapainoa. Jos esimerkiksi tuottajien ylijäämää painotetaan kuluttajien ylijää-

mää enemmän, tuottajat voivat kuluttajia enemmän vaikuttaa hintoihin, jolloin myös tuotteen hinta on korkeampi kuin marginaalikustannus. Rajahyötyjä λ_1 ja λ_2 vaihtelemalla voidaan jäljitellä erilaisia kilpailutilanteita. Mallin käyttäytyminen riippuu silloin ratkaisevasti asetetuista painoista, joille on vaikea löytää empiiristä perustaa. Rajahyötyjen valinta on käytännössä mielivaltaista, ja pienikin muutos rajahyödyissä saattaa muuttaa markkinatasapainoa merkittävästi, jolloin tulosten tulkinta on vaikeaa.

Kun oletuksena on täydellinen kilpailu, tuotteen hinta on sama kuin marginaalikustannus, jolloin tulokset ovat helposti tulkittavissa rationaalisen käyttäytymisen tuloksiksi. Koska eri osapuolten rajahyötyjä on mahdoton mitata tai arvioida, on yksinkertaisinta olettaa, että rajahyödyt ovat samat ja että optimointimalli kuvaa todellisia markkinapaineita. Luvussa 4 esiteltävässä sektorimallissa on oletuksena täydellinen kilpailu. Erikseen voidaan arvioida, mitkä tekijät hidastavat kehitystä mallin tuottaman ratkaisun suuntaan.

3.3.2. Päätöksenteon rationaalisuus

Vallitseva talousteoria ja tasapainoanalyysi perustuu siihen olettamukseen, että yksilöt maksimoivat hyötyään ja yritykset voittoaan. Tämä olettamus esitetään usein itsestään selvänä rationaalisen käyttäytymisen mallina: kukaan järkevästi toimiva yksilö tai muu taho ei valitse kahdesta vaihtoehdosta huonompaa. Tätä olettamusta ei voida käytännössä todistaa eikä kumotakaan – lähes mikä tahansa käyttäytyminen voidaan selittää tiettyjen sisäisten preferenssien kannalta optimaaliseksi (Fusfield 1996, s. 308).

Olettamus hyödyn tai voiton maksimoinnista johtaa tasapainon käsitteeseen: vaihdantaa ja kauppaa käydään niin kauan kuin jokin osapuoli voi hyötyä vaihdannasta. Kun kenelläkään ei ole enää mahdollisuutta ja kannustinta kaupan käyntiin, ollaan tasapainotilassa. Elleivät yksilöt todellisuudessa maksimoivat voittoaan tai hyötyään, koko tasapainon käsite menettää jossain määrin merkityksensä, eivätkä todellisuus ja teoreettinen markkinatasapaino vastaa toisiaan.

Optimointi liioittelee taloudellisen käyttäytymisen rationaalisuutta. Tämä on tullut ilmi myös maatalouden sektorimalleja rakennettaessa (luku 2.4). Pienetkin tuotantokustannuserot voivat joissain tapauksissa johtaa tietyn tuotteen tuotannon siirtymiseen yhdelle alueelle. Riskikäyttäytymisen mallintaminen jossain määrin parantaisi tilannetta, eikä tuotannon sijoittuminen olisi silloin herkkä pienille kustannus- tai tukimuutoksille. Koska aluekohtaisten riskiparametrien asettaminen on ilman tarkkoja tutkimuksia paljolti mielivaltaista, luvussa 4 esitettävässä mallissa ei riskinkarttamista ole mallinnettu. Tällöin tuotantomuutokset voidaan perustella kustannus-, tuki- ja satotaseroilla, eivätkä mielivaltaisesti asetut riskiasenneparametrit hallitse mallin käyttäytymistä. Tuotannon muutokset lyhyellä aikavälillä ovat kuitenkin sidottuja biologisteknisiin rajoituksiin, jotka ovat erilaiset eri tuotantosuunnissa.

3.3.3. Tasapaino ja aika

Aika on erityisen ongelmallinen tasapainokäsitteen kannalta. Koska todellisuudessa on monia dynaamisia ja satunnaisia muutosvoimia, markkinaosa-
puolten pyrkimys kohti optimia saattaa johtaa kokonaan toisenlaiseen loppu-
tulokseen kuin alunperin oli haluttu (ns. "second best position"). Eri toimenpi-
teillä voi olla markkinoilla kokonaan toisenlaisia seurauksia kuin oli kuviteltu.
On myös mahdotonta tarkasti arvioida kuinka kauaksi halutusta optimipisteestä
lopulta päädyttiin, koska myös optimipiste on muuttunut muuttuneiden olosuh-
teiden takia (Fusfield 1996, s. 309).

Ajan mittaan yksilöt oppivat tekemään itsensä kannalta yhä parempia valin-
toja. Oppiminen on jatkuvien muutosten takia jatkuva prosessi. Samoin talou-
dellinen kehitys on enemmän muutostilassa oleva evolutionaarinen, muuttuva
prosessi kuin staattinen tasapainotila. Oppiminen ja voitonmaksimointi ajavat
markkinoita kohti tasapainotilaa, mutta muutokset pitävät systeemin liikkeessä.
Kilpailua markkinoilla voidaan pitää enemmän aktiivisena taloudellisesta käyt-
täytymisestä ja voitontavoittelusta aiheutuvana prosessina, jossa hinta on ajan
funktio, kuin tietynä täydellistä kilpailua muistuttavana staattisena markkina-
rakenteena, jossa kauppaa käydään kiintein tasapainohinnoin (Hart 1996, s. 292).
Tästä syystä tässä tutkimuksessa on päädytty dynaamiseen malliin, jossa ole-
tuksena ei ole staattinen tasapainotila, vaan sarja peräkkäisiä epätasapainotiloja.
Tuotannon biologistekniset rajoitukset ja tuotannolliset viiveet estävät sektoria
saavuttamasta tasapainoa lyhyellä aikavälillä.

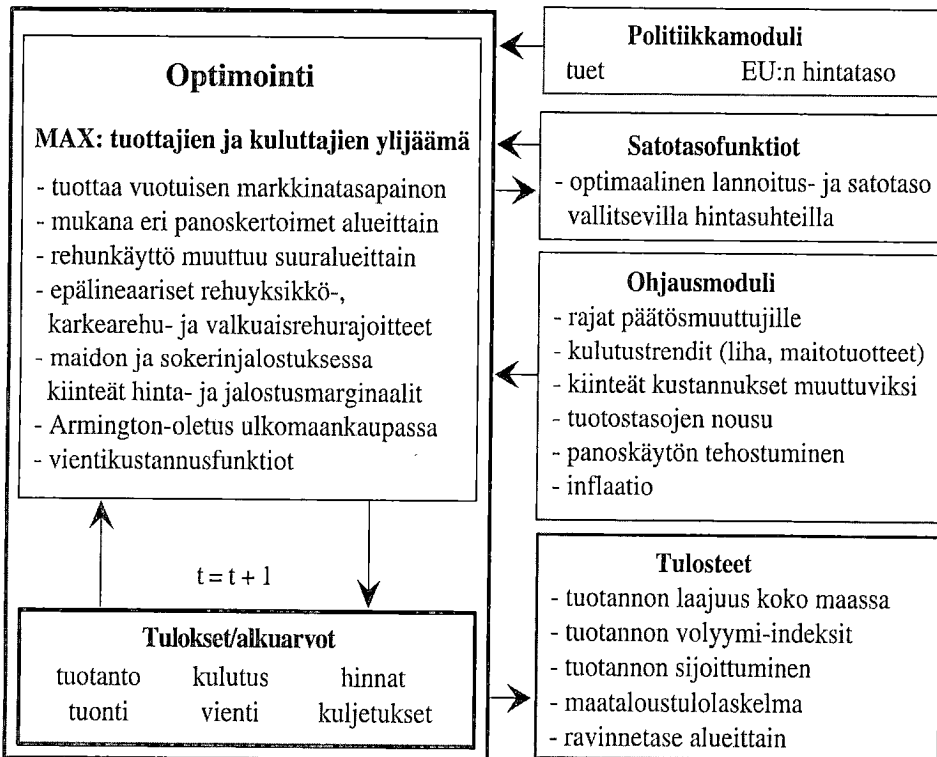
4. Sektorimallin rakenne

4.1. Mallin osat ja toiminta

Tässä työssä on toteutettu laaja dynaaminen malli, jonka perusrakenne on esitet-
ty kuviossa 4.1. Mallin ytimenä on markkinoiden käyttäytymistä kuvaava opti-
mointimalli, joka maksimoi tuottajien ja kuluttajien ylijäämää rajoituksina
markkinatasapaino (tarjonnan tulee kattaa kysyntä), kiintiöt ja päätösmuuttujien
vuotuiset muutosrajat. Optimointimalli ratkaistaan erikseen joka vuodelle käyt-
täen alkuarvona edellisen vuoden ratkaisua. Biologis-teknisten rajoitusten ja
viiveiden sekä kiinteiden tuotannontekijöiden takia vuotuiset muutokset tuotan-
nossa on rajoitettu suhteessa edelliseen vuoteen, joten optimoinnin tuloksena
saatua vuotuista markkinatasapainoa tulee pitää enemmän taloudellisena epätasa-
painotilana kuin staattisena pitkän aikavälin tasapainona. Poliitiikan, teknolo-
gian, kulutuksen ja ulkomaankaupan muutokset aiheuttavat jatkuvia muutoksia
markkinoilla. Optimointimalli antaa vuosittaisen markkinareaktion ja ohjaa sek-
toria tasapainon suuntaan. Maatalouden oletetaan sopeutuvan peräkkäisten

epätasapainotilojen kautta. Vaikka muutokset ovat lyhyellä aikavälillä rajoitettuja, pitkällä aikavälillä muutosmahdollisuudet ovat merkittävät, mikäli muutosta ajavat hintasuhteet ja politiikka vaikuttavat riittävän pitkään. Pitkällä aikavälillä myös kiinteät tuotantotekijät voivat sopeutua, jolloin muutokset ovat suurempia kuin lyhyellä aikavälillä. Mallin ensimmäinen versio tuottaa maataloustuotannon kehitysuran vuodesta 1995 vuoteen 2005.

Mallissa on mukana maatalouden kaikki keskeiset tuotannonalat kuten kasvinviljely (mukana vain tärkeimmät viljelykasvit), maidontuotanto, naudan-, sian- ja siipikarjanlihantuotanto sekä kananmunantuotanto. Suomi on jaettu neljään suuralueeseen (liite 1): Etelä-Suomi, Sisä-Suomi, Pohjanmaa ja Pohjois-Suomi. Aluejaon perusteena on ollut se, että suuralueet olisivat luonnonolosuhteiltaan ja tuotantorakenteeltaan sisäisesti mahdollisimman yhdenmukaisia. Näin vältetään pahimmilta aggregointivirheilä. Samaa aluejakoa on käytetty MTTL:ssä aiemmin, mm. rakennekehitystutkimuksissa (Niemi ym. 1995). Suuralueiden sisällä tuotanto jakautuu edelleen 2-5 alialueeseen tukivyohejaon mukaisesti. Tämä mahdollistaa pääosiltaan tarkan tukijärjestelmän kuvauksen. Kaikkiaan



Kuvio 4.1. Sektorimallin perusrakenne.

tuotannollisia alueita on mukana 14. A- ja B-alueiden saaristo ja Ahvenanmaa ovat mukana yhtenä kokonaisuutena. Tästä aiheutuu pientä epätarkkuutta, koska esimerkiksi maidon siirtymäkauden tuet ovat erilaisia Ahvenanmaan pääsaaren kunnissa kuin ulkosaaristossa. C-alueiden saaristoa, jossa tuotanto on hyvin vähäistä, ei ole otettu mukaan lainkaan.

Kulutus ja rehunkäyttö määräytyvät suuralueittain, mutta lannoitus- ja sato- tasot määräytyvät erikseen kaikille 14 tuotannolliselle alueelle. Sokerin ja maito- tuotteiden, joita on mallissa kaikkiaan 18 kappaletta, jalostus määräytyy suur- alueittain. Loppu- ja välituotteet liikkuvat suuralueitten välillä tietyin kuljetus- kustannuksin. Ulkomaankauppaa käydään kultakin suuralueelta kiintein EU:n keskihinnoin. Kotimaan hinnat, jotka ovat sidoksissa EU:n hintatasoon, mää- räytyvät tuottajahintatasolla lukuun ottamatta sokeria ja maitotuotteita, joiden hinnat määräytyvät vähittäishintatasolla. Maidon tuottajahinta sekä maito- tuotteiden ja sokerin jalostuskustannukset johdetaan vähittäishinnoista kiinteiden marginaalien avulla. Tuotanto, kustannukset, kulutus, ulkomaankauppa, hinnanmuodostus ja koko maatalouden tukijärjestelmä on mallinnettu yksi- tyiskohtaisesti.

Muita kansantalouden sektoreita ei ole mukana mallissa, mutta kansan- taloudellisia kytkentöjä kuvataan implisiittisesti kulutustrendien, kysynnän hintajoustojen ja työtunnin hinnan avulla. Tuotantopanosten hintojen nousu, joka riippuu kansantalouden yleisestä kustannuskehityksestä, on otettu huomi- oon.

Optimointiin syötetään tiedot politiikka- ja ohjausmoduleista. Optimointi käyttää edellisen vuoden tuotanto-, vienti- ja tuontimääriä lähtötietoina kuluvan vuoden markkinatasapainon hakemisessa. Vuotuiset muutosrajat, jotka ovat eri- laisia eri tuotantosuunnissa, saadaan ohjausmodulista. Optimointimoduli antaa vuosittain tuotannon, hinnat ja ulkomaankaupan koko maan tasolla ja alueittain. Näiden avulla lasketaan optimoinnin ulkopuolella maataloustulo, tuotannon vo- lyyymi-indeksit ja alueittainen keskimääräinen ravinnetase hehtaaria kohti. Opti- maalinen lannoitteiden käyttömäärä alueittain eri vuosina lasketaan optimoinnin ulkopuolella käyttäen lannoitteiden ja kasvituotteiden hintoja sekä typpi- lannoituksen suhteen määriteltyjä satotasofunktioita.

Politiikasta osittain riippumattomat kehitystekijät annetaan ohjausmodulista eksogeenisten muuttujien avulla. Niitä ovat tuotannon ja rehunkäytön suurim- mat vuotuiset muutosrajat tuotantosuunnittain, uponneet kustannukset, pitkän ajan kulutustrendit, kulutuksen sallitut vaihteluvälit, satotason ja keskituotosten kehitys, panoskäytön tehostuminen ja tuotantopanosten hintakehitys.

Politiikkamodulista syötetään optimointiin politiikkaskenaariot. Tukiskenaariot muodostuvat tunnetuista tuista siirtymäkauden alkuvuosina sekä olettamuksista sen jälkeisistä tuista. Tietyissä politiikkaskenaarioissa tulee ottaa huomioon sekä tukien että EU-hintojen muutos. Erillisissä skenaarioissa voidaan tutkia pelkästään EU-hintojen vaikutuksia.

Sektorimallista saatavat kehitysurat riippuvat tietyissä tilanteissa olennaisesti annetuista muutosrajoista. Läheskään aina tuotantomuutokset eivät ole sallitun muutosvälin suuruisia, varsinkaan kotieläintaloudessa, jossa rehunkäyttö voi muuttua. Tästä aiheutuvat epälineaariset muuttujat ja rajoitteet (luku 4.2) tasoittavat tarjontareaktioita. Sen sijaan kasvinviljelyssä panos-tuotos-suhteet ovat optimointimallissa kiinteät. Tiettyjen viljelykasvien tuotanto voi herkästi muuttua koko sallitun vaihteluvälin verran, varsinkin jos tuotanto ei ole sidoksissa kotieläintalouteen. Muutoksen suuruus riippuu silloin annetusta muutosrajasta. Muutosten suuruus voi olla erilainen eri muutosrajoja käytettäessä, muutosten suunta sen sijaan ei. Tutkittaessa eri politiikkavaihtoehtojen vaikutuksia maatalouteen on tärkeää pitää muutosrajat samoina kaikissa sektorimallilla tehtävissä politiikka-ajoissa.

Tuotanto sijoittuu mallissa parhaille alueille suhteellisen edun mukaisesti kapasiteettirajojen puitteissa. Kasvinviljelyä sitovat alueelliset peltoalarajoitteet ja maidontuotantoa alueelliset maitokiintiöt. Poistot on määritelty hehtaaria ja eläintä kohti, jolloin tuotannon kasvu merkitsee kasvavia kiinteitä kustannuksia. Tuotannon siirtymistä hillitsevät lisäksi kuljetuskustannukset suuralueiden välillä. Tästä huolimatta tuotannon sijoittuminen voi olla herkkä kustannuseroille. Ne tuotantosunnat, jotka eivät ole sidoksissa kotieläintalouteen ja joissa panos-tuotos-suhteet ovat kokonaan kiinteitä (Leontief-teknologia), hyvinkin pienet kustannuserot alueiden välillä voivat muuttaa tuotannon sijoittumista.

Voidaan asettaa kyseenalaiseksi, hakeutuuko tuotanto asetettujen muutosrajojen puitteissa sellaisille alueille, että lyhyen tähtäimen (yhden vuoden) yhteenlaskettu tuottajien ja kuluttajien ylijäämä maksimoituu. Todellisuudessa markkinat eivät toimi niin tehokkaasti, että pienetkin erot kustannuksissa muuttavat tuotannon sijoittumista. Tuottajat eivät tunne todellisia kustannuksiaan pennien tarkkuudella, mutta matemaattisessa optimointimallissa jopa pennien murto-osat saattavat kiinteitä panos-tuotos-suhteita käytettäessä aiheuttaa muutoksia. Viljelijöillä on todellisuudessa myös muita perusteita viljelypäätöksilleen kuin esim. pelkkä kasvikohtainen kannattavuus. Tilan maalajit ja sopiva viljelykierto voivat olla syynä jopa kannattamattomaan tuotantoon osalla peltoalasta, jos vastaavasti muulla viljelyalalla voidaan kasvattaa tuottoisia kasveja. Tällaisia tekijöitä ei sektorimallissa voida kaikilta osin huomioida. Optimointi perustuu oletukseen vapaasta kilpailusta ja täydellisestä informaatiosta, mikä on lopputuloksia tarkasteltaessa otettava huomioon.

Tuotannon muutosten ja sijoittumisen kitkatekijöitä on vuotuisten muutosrajojen lisäksi mallinnettu määrittelemällä tarjontafunktiot tuotantopanoksille. Tuotantopanosten tarjontafunktioiden käyttö hillitsee tuotannon erikoistumista tietyille alueille pienten kustannusmuutosten seurauksena. Mikäli tuotanto laajenee koko maassa tai tietyllä alueella, joidenkin tuotantopanosten hinnat voivat nousta. Vastaavasti siellä, missä tuotanto laskee, panoshinnat voivat laskea. Tämä vähentää mallin herkkyyttä kustannuseroille, mikä tuo mallin lähemmäksi

todellisuutta. Toistaiseksi mallin ensimmäisessä versiossa tarjontajoustoja ei ole asetettu, vaan panoshinnat ovat optimointimallin sisällä edelleen kiinteät. Tuotantopanosten tarjontajoustojen asettaminen vaatii tuekseen empiiristä aineistoa.

Tuotantopanosten hinnat voivat muuttua myös optimointimallin ulkopuolella. Näin tapahtuu inflaation vaikutuksesta joka asetetaan mallissa eksogeenisesti. Myös teollisuusrehujen hinnat voivat muuttua vuoden viiveellä raaka-ainehintojen muuttuessa.

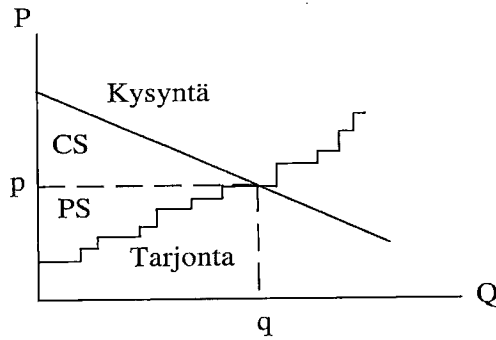
Mallin dynaamisuus ja vuotuiset muutosrajat estävät nopeat muutokset tuotannon kokonaismäärässä ja sijoittumisessa. Tuotannon määrä ja sijoittuminen voivat muuttua merkittävästi, mikäli alueiden väliset kustannus- ja tukierot pysyvät suhteellisesti samoina riittävän pitkään. Koska tuet, tuotantopanosten hinnat ja tuottavuus voivat muuttua sektorimallissa joka vuosi, alueiden suhteellisten kustannus- ja tukierojen säilyminen ja siitä aiheutuva tuotannon nopea erikoistuminen ei ole yhtä todennäköistä kuin staattisissa malleissa. Tuotannon laajuutta ja sijoittumista säätelevät mallissa lisäksi alueittaiset kokonaispeltoalat ja alueelliset maitokiintiöt.

Sektorimallilla voidaan tutkia paitsi eri politiikkavaihtoehtojen, myös muiden tekijöiden, kuten esim. lopputuotteiden ja tuotantopanosten hintakehityksen ja maatalouden tuottavuuskehityksen vaikutuksia maataloustuotannon määrään, sijoittumiseen ja maataloustuloon. Mallilla voidaan myös tutkia, kuinka suurta tuotantokustannusten laskua tarvitaan, jotta maataloustuotannon laajuus säilyisi tietyllä tasolla erilaisilla tukiratkaisuilla. Tämän pohjalta voidaan pohtia käytännön toimia maatalouden kilpailukyvyyn parantamiseksi koko maassa ja alueittain ja edelleen arvioida eri toimien vaikutusta ja tehokkuutta.

4.2. Optimointimalli

Markkinoita simuloidaan maksimoimalla tuottajien ja kuluttajien ylijäämien summaa ($CS =$ kuluttajien ylijäämä ja $PS =$ tuottajien ylijäämä kuviossa 4.2) markkinatasapaino- ja resurssirajoitusten puitteissa. Rajoituksina optimointitehtävällä ovat markkinatasapainoa (kysyntä = tarjonta), tuotantokapasiteettia, kiintiöitä, viljelykiertoa ym. rajoituksia kuvaavat ehdot. Kutakin tuotantoaktiiviteettia vastaavat pääsääntöisesti tietyt kiinteät panokset ja tuotokset (Leontief-teknologia). Eläinten ruokinta kuitenkin optimoituu mallin sisällä hintasuhteiden mukaan. Riittävä valkuais- ja rehuyksikkömäärä sekä nautaeläinten karkearehun saanti turvataan. Lannoitus hehtaaria kohti on yksittäisen optimointimallin sisällä kiinteä, sillä optimaalinen lannoitustaso määritetään optimointimallin ulkopuolella hintasuhteiden mukaan käyttäen lannoitusvastefunktioita.

Optimointimallin ratkaisu riippuu kysynnän ja tarjonnan reaktioista määritelyjen rajoitusten vallitessa. Maataloustuet ovat julkisen vallan markkinainterventioita, joilla on vaikutuksia markkinatasapainoon sekä kuluttajien ja tuottaji-



Kuvio 4.2. Annettu kysyntäfunktio ja optimoinnin tuottama implisiittinen tarjontakäyrä.

en ylijäämiin. Samanlaisia markkinoihin vaikuttavia muutoksia voi tulla myös tuotantopanoksia valmistavasta teollisuudesta, kuluttajilta (muutokset kuluksessa tai kysynnän hintajoustoissa) tai ulkomaankaupasta. Tällöin kulutus, tuotanto ja hinnat muuttuvat asetettujen rajoitusten puitteissa siten, että uudessa markkinatasapainossa uusi tuotantoalokaatio on jälleen tehokas. Tuloksina optimointimallista saadaan endogeenisten muuttujien arvot eli hinnat, tuotanto ja kulutus alueittain, tuotteiden liikkeet alueiden välillä sekä vienti ja tuonti oletuksena vapaa kilpailu. Lineaarisilla rajoitteilla optimointi tuottaa polveikkaan tarjontakäyrän (kuvio 4.2). Ruokinnan muuttuminen optimointimallin sisällä ja siitä aiheutuvat epälineaariset rajoitukset kuitenkin tasoittavat tarjontareaktioita niin, että ne ei ole yhtä herkkiä hintasuhteille ja tuille kuin puhtaasti lineaarisissa malleissa.

4.2.1. Kysyntäfunktioiden johtaminen

Oletuksena on, että kotimainen ja vastaava ulkomainen tuote ovat epätäydellisiä substituutteja.

Kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen kysyntäfunktiot määritellään optimointimallissa seuraavasti (Dixit 1988).

$$(4-1) \quad Q_1 = A_1 - B_1 P_1 + K P_2$$

$$(4-2) \quad Q_2 = A_2 + K P_1 - B_2 P_2$$

Q_1 on kotimaisen ja Q_2 vastaavan ulkomaisen tuotteen kysyntä, P_1 kotimaisen ja P_2 ulkomaisen tuotteen hinta. Parametrit A_1 , A_2 , B_1 , B_2 ja K ovat positiivisia vakioita, joille pätee $(B_1 B_2 - K^2) > 0$ kun tuotteet ovat epätäydellisiä substituutteja.

Vastaavat käänteiset kysyntäfunktiot ovat

$$(4-3) \quad P_1 = a_1 - b_1 Q_1 - k Q_2$$

$$(4-4) \quad P_2 = a_2 - k Q_1 - b_2 Q_2.$$

Yhtälöiden (4-3) ja (4-4) parametrit ovat myös positiivisia ja vastaavasti $(b_1 b_2 - k^2) > 0$. Tämänmuotoinen kysyntäsystemi saadaan, kun maksimoidaan kuluttajien elintarvikekulutuksen hyötyfunktiota

$$(4-5) \quad U(Q_1, Q_2) = a_1 Q_1 + a_2 Q_2 - \frac{1}{2}(b_1 Q_1^2 + b_2 Q_2^2 + 2k Q_1 Q_2)$$

budjettirajoituksen (tulo = $P_1 Q_1 + P_2 Q_2$) vallitessa. Derivoimalla yhtälöä (4-5) muuttujien Q_1 ja Q_2 suhteen, saadaan yhtälöt (4-3) ja (4-4). Koska yhtälössä (4-5) kaikki parametrit ovat positiivisia, kysymyksessä on aidosti konkaavi hyöty-funktio.

Käänteisen kysyntäsystemin parametrit voidaan ilmaista suoran kysyntä-systemin parametreilla seuraavasti (Sheldon 1992, s. 116):

$$(4-6) \quad a_1 = \frac{A_1 B_2 + K A_2}{B_1 B_2 - K^2}; \quad a_2 = \frac{A_2 B_1 + K A_1}{B_1 B_2 - K^2}; \quad b_1 = \frac{B_2}{B_1 B_2 - K^2}; \quad b_2 = \frac{B_1}{B_1 B_2 - K^2}; \quad k = \frac{K}{B_1 B_2 - K^2};$$

Systeemeissä (4-1) ja (4-2) sekä (4-3) ja (4-4) on molemmissa kaksi yhtälöä ja viisi tuntematonta (A_1, A_2, B_1, B_2, K), joten on määriteltävä lisäehtoja parametrien laskemiseksi. Tuotteen kysynnän kokonaishintajousto voidaan määritellä pien-ten hintamuutosten vallitessa

$$(4-7) \quad \varepsilon = \frac{E_1}{E} (\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12}) + \frac{E_2}{E} (\varepsilon_{22} + \varepsilon_{21}),$$

missä $E = E_1 + E_2$ on kotimaisiin (E_1) ja ulkomaisiin (E_2) tuotteisiin käytetty tulo $P_1 Q_1 + P_2 Q_2$. ε_{11} on kotimaisen tuotteen kysynnän hintajousto oman hinnan suhteen, ε_{12} kotimaisen tuotteen kysynnän hintajousto ulkomaisen tuotteen hinnan suhteen, ε_{22} ulkomaisen tuotteen kysynnän hintajousto oman hinnan suhteen ja ε_{21} ulkomaisen tuotteen hintajousto kotimaisen tuotteen hinnan suhteen. Kukin joustokerroin lasketaan käyttämällä yhtälöä (4-8). Esimerkiksi kotimaisen tuotteen hintajousto ulkomaisen tuotteen hinnan suhteen lasketaan yhtälön (4-9) mukaisesti.

$$(4-8) \quad \varepsilon_{ij} = \frac{dQ_i}{dP_j} \frac{P_j}{Q_i}$$

$$(4-9) \quad \varepsilon_{12} = \frac{dQ_1}{dP_2} \frac{P_2}{Q_1} = K \frac{P_2}{Q_1}$$

Käyttämällä yhtälöiden (4-1) ja (4-2) kysyntäsystemiä, kokonaishintajoustoksi saadaan yhtälö (4-10). Sama voidaan ilmaista myös käänteisen kysyntäfunktion parametrein (yhtälö (4-11)).

$$(4-10) \quad \varepsilon = - \frac{(B_1 P_1^2 + B_2 P_2^2 - 2 K P_1 P_2)}{E}$$

$$(4-11) \quad \varepsilon = - \frac{E}{(b_1 Q_1^2 + b_2 Q_2^2 + 2 k Q_1 Q_2)}$$

Kotimaisen ja ulkomaisen tuotteen välinen substituutiojousto määritellään seuraavasti (ks. Chiang 1984, s. 304-305; Dixit 1988, s. 152).

$$(4-12) \quad \sigma = - \frac{d \log\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)}{d \log\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}$$

Jotta Q_1/Q_2 voitaisiin määritellä P_1/P_2 :n funktiona, kysyntäsystemin (4-3) ja (4-4) parametrien on täytettävä jokin P_1/P_2 :a määrittävä ehto. Tällainen on josinansa ylijäämätarkastelun kannalta välttämätön homoteettisuusehto: $dQ_2/dQ_1 = -(P_1/P_2)$. Oletetaan, että tulojen muuttuessa Q_1 ja Q_2 muuttuvat molemmat (homoteettisuusoletuksen mukaisesti) r :n verran. Tällöin kulutus on asettunut uuteen optimiarvoonsa muuttuneisiin tuloihin nähden, eli hyötyfunktion kokonaisdifferentiaali (hyödyn differentiaalinen muutos $P_1 dQ_1 + P_2 dQ_2$) on

$$(4-13) \quad dU(Q_1, Q_2) = r[(a_1 - b_1 r Q_1 - k r Q_2) dQ_1 + (a_2 - b_2 r Q_2 - k r Q_1) dQ_2] = 0.$$

Koska $dQ_2/dQ_1 = -(P_1/P_2)$, tästä saadaan suoraan ehto P_1/P_2 :lle:

$$(4-14) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{a_1 - b_1 r Q_1 - k r Q_2}{a_2 - b_2 r Q_2 - k r Q_1}.$$

Edelleen eliminoimalla r saadaan

$$(4-15) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{a_1}{r} - b_1 Q_1 - k Q_2 + a_1 - a_1}{\frac{a_2}{r} - b_2 Q_2 - k Q_1 + a_1 - a_2} = \frac{P_1 - (1 - \frac{1}{r}) a_1}{P_2 - (1 - \frac{1}{r}) a_2}$$

$$(4-16) \quad \Leftrightarrow P_1 a_2 = P_2 a_1.$$

Käyttämällä yhteyttä suorien ja käännteisten kysyntäfunktion parametrien välillä (4-6) homoteettisuusehto saadaan helposti muotoon

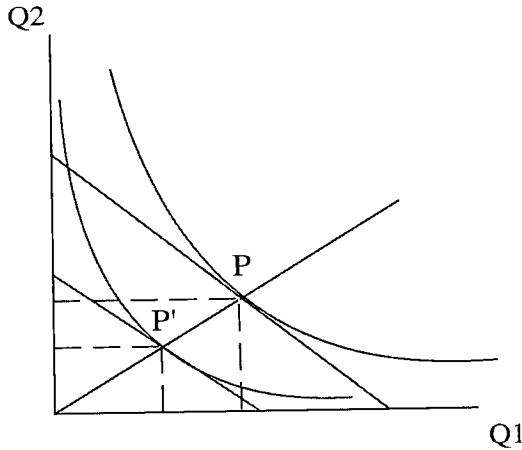
$$(4-17) \quad P_1(A_1 K + A_2 B_1) = P_2(A_2 K + A_1 B_2).$$

Nyt on saatu viisi yhtälöä viiden parametrin määrittämiseksi. Yhtälöä (4-12) täytyy kuitenkin vielä muokata, eli on muodostettava algebrallinen lauseke substituutiokerroimelle kysyntäfunktioiden parametrien funktiona. Ensinnäkin yhtälö (4-12) voidaan saattaa muotoon

$$(4-18) \quad \sigma = - \frac{\frac{P_1}{P_2} d\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)}{\frac{Q_1}{Q_2} d\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}.$$

Suhteen Q_1/Q_2 kirjoittamiseksi P_1/P_2 :n avulla turvaudutaan jälleen homoteettisuusoletukseen. Homoteettisen hyötyfunktion samahyötykäyrien kulmakertoimet (substituutiokerroimet) ovat vakioita pitkin origon kautta kulkevaa suoraa (kuvio 4.3), eli substituutiokerroin pysyy samana tulostasosta riippumatta (Johansson 1991, s. 44-45).

Homoteettisuusoletuksen mukaan origon ja mielivaltaisen pisteen P välisellä suoralla samahyötykäyrän kulmakerroin eli substituutiokerroin on vakio. Siten substituutiokerroin voidaan laskea missä tahansa origon ja pisteen P kautta kulkevalla suoralla, ja aina saadaan sama substituutiokerroimen arvo. Käyttämällä tätä ominaisuutta hyväksi, substituutiojousto voidaan yksinkertaisen algebrallisen manipulaation tuloksena (ks. esim. Lehtonen 1996, s. 28-30) kirjoittaa muotoon (vrt. Sheldon 1992, s. 122)



Kuvio 4.3. Hyötyfunktion homoteettisuus. Substituutiokerroin on sama pisteissä P ja P'.

$$(4-19) \quad \sigma = \frac{\frac{P_1}{P_2} (B_1 B_2 - K^2)}{(B_1 \frac{P_1}{P_2} - K)(B_2 - K \frac{P_1}{P_2})}$$

Näin on saatu viisi yhtälöä, joista kysyntäsystemin (4-1 ja 4-2) parametrit voidaan laskea yksikäsitteisesti. Antamalla alkuarvot hinnoille ja kulutukselle sekä hinta- että substituutiojoustoille suoran kysyntäsystemin parametrit voidaan laskea yhtälöistä (4-1), (4-2), (4-10), (4-17) ja (4-19). Käänteisen kysyntäsystemin parametrit voidaan laskea sijoittamalla suoran kysyntäsystemin parametrit muunnoskaavoihin (4-6). Viiden muuttujan ratkaiseminen analyttisesti viidestä monia toisen asteen termejä sisältävistä yhtälöistä on käsin laskettuna työläs ja suurta huolellisuutta vaativa tehtävä, mutta luonteeltaan kuitenkin yksinkertaista algebrallista manipulaatiota, joten välivaiheita ei esitetä tässä. Tuloksina saadaan lopulta seuraavat yhtälöt kysyntäfunktioiden (4-1 ja 4-2) parametreille, joista voidaan edelleen laskea käänteisen kysyntäfunktion parametrit käyttämällä muunnoskaavoja (4-6).

$$(4-20) \quad B_1 = -\varepsilon \frac{Q_1(P_1 Q_1 + P_2 Q_2 \sigma)}{P_1(P_1 Q_1 + P_2 Q_2)}; \quad B_2 = -\varepsilon \frac{Q_2(P_1 Q_1 \sigma + P_2 Q_2)}{P_2(P_1 Q_1 + P_2 Q_2)}$$

$$(4-21) \quad A_1 = Q_1(1 - \varepsilon); \quad A_2 = Q_2(1 - \varepsilon); \quad K = -\varepsilon \frac{Q_1 Q_2 (\sigma - 1)}{P_1 Q_1 + P_2 Q_2}$$

Yhtälöryhmän ratkaisun oikeellisuus voidaan varmistaa laskemalla ensin kysyntäfunktioiden (4-1) ja (4-2) parametrit käyttämällä hintojen ja kulutuksen alkuarvoja sekä hinta- ja substituutiojoustojen estimaatteja. Sijoittamalla sen jälkeen hintojen alkuarvot saatuihin kysyntäfunktioihin (4-1 ja 4-2) tuloksiksi saadaan alkuperäiset kulutusluvut, ja vastaavasti sijoittamalla alkuperäiset kulutusluvut saatuihin käänteisiin kysyntäfunktioihin (4-3 ja 4-4) saadaan tuloksiksi alkuperäiset hinnat.

Tuotteen kysynnän kokonaishintajousto tietyllä kulutus- ja hintatasolla määritellään markkinainformaatiosta tai asiantuntija-arviona. Ääretöntä lähestyvä substituutiokerroin merkitsee kaavan (4-12) mukaan täydellistä korvausreaktiota kotimaisen ja ulkomaisen tuotteen välillä. Tällöin tuotteet ovat kuluttajan mielestä täysin samanlaisia ja mielivaltaisen pieni hinnanmuutos saa kuluttajan siirtymään täysin jompaankumpaan tuotteeseen. Matalilla substituutiokertoimen arvoilla kotimaisen tuotteen hinta voi olla selvästi korkeampi kuin ulkomaisen ilman että kotimainen tuote juurikaan korvautuu ulkomaisella. Yhtä lailla on kuitenkin matalan substituutiokertoimen vallitessa mahdollista se, että ulkomainen tuote on selvästi kalliimpi kuin kotimainen ilman että ulkomainen korvautuisi kotimaisella juuri lainkaan. Matala substituutiokerroin merkitsee sitä, että kotimainen ja ulkomainen tuote ovat pitkälti erilaisia tuotteita eivätkä juurikaan vaikuta toistensa kysyntäfunktioihin. Substituutiojousto ei siis ole sama asia kuin kuluttajien kotimaisuuspreferenssi, joka tarkoittaa sitä, että kuluttaja on valmis maksamaan kotimaisesta tuotteesta ulkomaista enemmän. Tilanteessa, jossa kotimaiset tuotteet ovat ulkomaisia kalliimpia, substituutiojousto määrää, kuinka helposti kuluttaja siirtyy ulkomaiseen tuotteeseen. Tällöin myös substituutiojousto kuvaa kuluttajan kotimaisuuspreferenssiä.

Alaraja substituutiojoustoille on 1, jolloin parametri k systeemissä (4-3) ja (4-4) on nolla. Tällöin kotimainen ja ulkomainen tuote ovat täysin eri tuotteita eivätkä vaikuta toistensa kysyntään tai hintoihin millään tavalla. Jos substituutiojousto on pienempi kuin 1, k -parametri on negatiivinen, mikä ei käytetyn kysyntäsystemin kannalta ole mielekäs. Tällöin tuonnin kasvu aiheuttaisi kotimaisen hintatason nousun ja kuluttajan hyötyfunktion aito konkaavisuus voisi kumoutua. Vain vähän yli yhden oleva substituutiojousto tarkoittaa tuotteiden huomattavaa erilaisuutta ja sitä suuremmat substituutiojoustot tuotteiden huomattavaa samankaltaisuutta.

Kaikki kysyntäfunktiot kalibroidaan uudelleen joka vuosi edellisen vuoden kulutustasolle. Hinnat, joiden alkuarvot annetaan joka vuodelle erikseen kysyntäfunktioita kalibroitaessa, voivat muuttua vuosittain politiikkamuutosten tai EU-hintojen mukana. Optimointi ja kalibroidut kysyntäfunktiot tuottavat seuraava-

na vuonna uuden markkinareaktion, eli uudet hinnat, tuotantomäärät ja tuonnin, tarjonnan sopeutuessa muuttuneeseen tukipolitiikkaan, hintoihin tai kysyntään. Oletuksena on, että tuotanto sopeutuu muuttuvaan kulutukseen (trendiarvot annetaan ohjausmodulista), eikä joidenkin tuotteiden kulutuksen kasvu pitkällä aikavälillä nosta tuotteiden hintoja. Kysyntäfunktioiden kalibroiminen joka vuosi on välttämätöntä myös siksi, että monien elintarvikkeiden tuonti oli varsin vähäistä vuonna 1995. Mikäli kysyntäfunktioita ei kalibroitaisi vuosittain, joidenkin tuotteiden suuret substituutiokertoimet ja tuonnin voimakkaat muutokset suhteessa vuoden 1995 tuontimääriin saisivat aikaan suuria heilahteluja hinnoissa. Kysyntäfunktioiden kalibroiminen vuosittain merkitsee sitä, että kysyntä ja tarjonta sopeutuvat muuttuvaan markkinatilanteeseen, eikä kysyntäreaktioita määrää vuoden 1995 kysyntä- tuonti- ja hintatasolle kalibroidut kysyntäfunktiot.

4.2.2. Rehuviljan ja maidon tuottajahinnat

Viljoille on määritelty kysyntäfunktio vain siltä osin kuin kysyntä on varsinaista elintarvikekysyntää. Kysyntäfunktio on viljoista määritelty leipäviljalle, mallasohralle ja myös kauran ja ohran elintarvikekäytölle. Rehuvilja on mallissa väli tuote ja sen kysyntä on johdettua kysyntää. Koska rehuviljan kohdalla ei ole mielekästä puhua kuluttajan ylijäämästä, ei rehuviljalle ole määritelty kysyntäfunktiota. Mallissa ei ole määritelty erikseen kotieläintiloja, jotka rehuviljaa ostaisivat, eikä myöskään kasvinviljelytiloja, jotka myisivät rehuviljaa. Optimointimallin taseyhtälöissä (4.2.5) on ainoastaan määrätty, että rehun tulee riittää kotieläintuotantoon. Rehuntuotannossa otetaan huomioon kaikki viljelykustannukset. Rehuviljaa on mahdollista tuoda ja viedä EU:n keskihinnoin. Ohraa voidaan lisäksi myydä interventioon.

Rehuviljoille, eli ohralle ja kauralle, on määritelty hintafunktiot, jotta voidaan tarkastella rehuviljan hintojen muuttumista EU:n hintatason ja rehuviljan kotimaisen käytön muuttuessa.

Hintafunktiot on määritelty suuralueittain optimointimallin ulkopuolella eivätkä ne vaikuta optimointimallin käyttäytymiseen. Hintafunktiot ovat rakenteeltaan samanlaisia kuin edellä määritellyt kysyntäfunktiot (4-3 ja 4-4). Rehuviljojen hintafunktioiden parametrit lasketaan vastaavalla tavalla kuin kysyntäfunktioiden parametrit, kun tiedetään alkutilanteessa rehuviljan kokonaismenekki suuralueittain, tuonti, vallitseva hintataso ja lisäksi asetetaan jokin hintajousto ja substituutiojousto. Hintafunktiot kalibroidaan uudelleen joka vuosi käyttäen edellisen vuoden rehuviljan käyttö- ja tuontimääriä ja EU:n hintatasoa. Rehuviljan hintareaktiot riippuvat täysin asetetuista kysynnän hintajoudesta ja substituutiojoudesta, joita ei ole mallin nykyisessä versiossa empiirisesti estimoitu.

Koska rehuviljan hintafunktio ei ole mukana kohdefunktiossa lainkaan, hintafunktion mukainen rehuviljan hinta ei vaikuta kasvinviljelyyn tai kotieläintuotantoon optimointimallissa lainkaan. Merkityksellisiä molempien tuotannon-

alojen kannalta ovat rehuntuotannon kustannukset, muut kustannukset, loppu-
tuotteiden hinnat ja rehuviljan hinta EU:ssa.

Hintafunktioiden antamia hintoja, jotka voivat poiketa EU:n keskihinnoista rehuviljan käytön muuttuessa, käytetään kuitenkin optimointimallin ulkopuolella maataloustuloa (luku 4.8) ja teollisuusrehujen hintoja määritettäessä. Teollisuusrehujen hinnat ovat optimointimallin sisällä kiinteitä, mutta hinnat päivitetään joka vuosi laskemalla eri rehujen raaka-ainehinta rehuviljan edellisvuotisten hintojen ja kunkin teollisuusrehun koostumuksen perusteella. Osa teollisuusrehun hinnasta, joka nousee inflaation mukana, on muuta kuin raaka-aineen osuutta. Optimointimallin sisällä teollisuusrehun hinta on vakio, ja rehuviljan hinnan muutos, mikä määräytyy rehuviljan hintafunktion perusteella, näkyy teollisuusrehun hinnassa vasta seuraavana vuonna.

Maito, toisin kuin eri maitonesteet ja muut jalostetut maitotuotteet, on rehuviljan tavoin välituote, eikä sille ole määritelty kysyntäfunktiota. Maidon tuottajahinta lasketaan optimoinnin ulkopuolella maitojalosteiden hinnoista (jotka määräytyvät kysyntäfunktioiden perusteella), joista vähennetään markkamääräisesti vakiona pysyvä hintamarginaali. Hintamarginaalin avulla lasketaan tuotekohtainen raaka-ainehinta, joka muuttuu lopputuotteiden hintojen muuttuessa. Koska hintamarginaali on markkamääräisesti kiinteä, lopputuotteen hinnanmuutos siirtyy kokonaisuudessaan raaka-ainehintaan. Maidon tuottajahinta lasketaan eri lopputuotteiden raaka-ainehinnoista tuotantomäärillä painotettuna keskiarvona, kun tiedetään kurrin ja rasvan osuudet eri maitojalosteissa, sekä maitorasvan ja kurrin arvosuhde. Maidon hinnan muutokset voivat olla suhteellisen suuria, koska oletuksena ovat kiinteät hintamarginaalit. Maidon tuottajahinta riippuu lopputuotteiden maitotuotteiden kulutuksen rakenteesta (eri tuotteilla erilaiset hinnat ja hintamarginaalit), kysynnän hintajoustoista ja kulutuksen sallituista vaihteluväleistä (luku 6.3).

Saadulla tuottajahinnalla, joka lasketaan optimointimallin ulkopuolella, ei ole suoraa vaikutusta maidontuotantoon. Maidontuotannon menestys riippuu koko tuotantoketjusta. Olennaista on lopputuotteen tuottamiseksi tarvittavat kustannukset suhteessa lopputuotteen hintaan. Maidon tuottajahinta on maitosektorin sisäinen kustannuserä. Samoin kuin rehuviljan tuottajahinta, myös maidon tuottajahinta on laskettu siksi, että voidaan tarkastella sen muuttumista. Maidon tuottajahintaa tarvitaan myös maataloustulon laskemisessa, mikä tehdään optimointimallin ulkopuolella.

Sokerijuurikkaalle lasketaan tuottajahinta maataloustulon laskemista varten. Sokerin vähittäishinnasta vähennetään markkamääräisesti kiinteä vähittäiskaupan hintamarginaali ja jalostuskustannukset, jolloin saadaan jalostuksen saantokertoimien avulla sokerijuurikkaan tuottajahinta, jota käytetään maataloustulon laskemisessa.

4.2.3. Päätösmuuttajat, tuotteet, eläimet ja viljelykasvit

Päätösmuuttujiksi kutsutaan niitä optimointimallin sisäisiä muuttujia, jotka määrittävät kohdefunktion arvon ja jotka eivät määrydy toisten muuttujien perusteella. Päätösmuuttajat voivat kuitenkin olla rajoitettuja ja ne voivat riippua toisistaan esim. yhtälörajoitusten kautta. Tällaisia muuttujia ovat kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen kulutus suuralueittain, tuonti, vienti ja interventiomyynti suuralueittain, tuotteiden ja välituotteiden kuljetukset suuralueiden välillä, eri kasvien ja kesannoinnin pinta-alat sekä eläinmäärät suuralueiden eri alialueilla, sokerin ja eri maitotuotteiden jalostus suuralueittain ja eri rehujen käyttö kutakin eläintä kohti suuralueittain.

Päätösmuuttujien lukumäärä riippuu aluejaosta sekä tuotteiden, viljelykasvien, eri eläinluokkien ja rehuaineiden lukumäärästä. Lihatuotteita ovat naudan-, sian- ja siipikarjanliha. Maitotuotteita (18 kpl) ovat kevytmaito, kulutusmaito, rasvaton maito, muu maito, kevytpiimä, piimä, kevytjogurtti, jogurtti, kevytviili, viili, jäätelö, kevytkerma, kerma, maitojauhe, voi, edam-juusto, emmental-juusto ja muu juusto. Kananmunat ovat oma tuotteensa. Kasvinviljelytuotteita ovat vehnä, ruis, mallasohra, ohra (elintarvikekäyttö), kaura (elintarvikekäyttö), herne, tärkkelysperuna, ruokaperuna, sokeri ja öljykasvinsiemenet. Em. tuotteista maitotuotteet ja sokeri hinnoitellaan vähittäishintatasolla, muiden tuotteiden hinnat ovat tuottajahintoja.

Välituotteita ovat sokerijuurikas, raakasokeri, maito ja rehuviljat eli ohra, kaura ja sekavilja. Pieniä määriä ruista ja jonkin verran leipäviljäksi kelpaamatonta vehnää käytetään teollisuusrehuissa. Välituotteita ei optimointimallissa ole määritelty kysyntäfunktiota, vaan niiden kysyntä on johdettua kysyntää.

Viljelykasveja ovat vehnä, ruis, mallasohra, ohra, kaura, sekavilja, herne, tärkkelysperuna, ruokaperuna, sokerijuurikas, öljykasvit, kuivaheinä, säilörehu ja tuorerehu. Peltoa voidaan käyttää lisäksi avo- ja viherkesannointiin.

Kaikkia kasveja voidaan mallissa viljellä kaikilla alueilla seuraavin poikkeuksin. Vehnää, mallasohraa, öljykasveja, tärkkelysperunaa ja sokerijuurikasta ei viljellä tukialueilla C2 pohjoinen, C3 ja C4. Ruista ei viljellä tukialueella C4 eikä hernetä tukialueilla C3 ja C4. Kesannointi ei mallissa ole pakollista tukialueilla C3 ja C4 niiden pienen tilakoon vuoksi. Muille alueille on määritelty se osuus pinta-alasta jolle pätee kesannointipakko. Tämä osuus on laskettu käyttäen perusteena peltoalan jakautumista eri tilakokoluokkiin.

Eläimet jaetaan eri tuotantosuuntien kesken seuraavasti. Erikoistuneeseen naudanlihantuotantoon kuuluvat emolehmät, hiehot emolehmiksi, hiehot teuraaksi ja sonnit. Lypsykarjatalouteen kuuluvat lypsylehmät, hiehot lypsylehmiksi, hiehot teuraaksi, sonnit alle 15 kk ja sonnit yli 15 kk. Sikatalouteen kuuluvat lihasiat ja emakot. Kananmunantuotantoon kuuluvat munivat kanat. Siipikarjanlihan- tuotantoon kuuluvat siipikarjaemot ja muu siipikarja.

Päätösmuuttujina ovat erikseen alle ja yli 15 kuukautiset sonnit (lypsykarjasta), joilla on erilainen teuraspaino, rehunkäyttö, muut kustannukset ja tuet. Lypsy- ja emolehmistä tietty kiinteä osuus joutuu vuosittain teuraaksi. Jos lehmien lukumäärä kasvaa edellisvuodesta, teuraaksi menevien määrä laskee vastaavalla lukumäärällä. Jos taas lehmien lukumäärä laskee edellisvuodesta, teuraaksi menevien lehmien lukumäärä kasvaa vastaavalla määrällä. Täältäkin osin naudanlihan tuotanto vastaa pienellä viiveellä lehmämäärän muutoksiin.

Siemennettävien hiehojen ja lihakarjasonniinien lukumäärä riippuu suoraan saman vuoden lehmien lukumäärästä, lihasikojen lukumäärä saman vuoden emakkojen lukumäärästä ja muun siipikarjan lukumäärä saman vuoden siipikarjaemosten lukumäärästä. Munivien kanojen lukumäärä on itsenäinen päätösmuuttujansa. Vaikka tällaiset määrittelyt eivät vastaa biologisia tosiasioita (esim. kuluvana vuonna teurastetaan todellisuudessa miltei pelkästään edellisenä vuonna syntyneitä sonnivasikoita), ne ovat välttämättömiä, että lihan- ja munantuotannon kustannukset ja tuotot jaksottuisivat samalle vuodelle. Mallissa ei voida tehdä pitkän tähtäimen tuotanto- tai investointipäätöksiä.

Rehunkäyttö on määritelty erikseen jokaiselle em. eläimelle. Rehuaineita ovat ohra, kaura, sekavilja, ruis, vehnä, säilörehu, tuorerehu (sis. laidunrehun) ja rehuperuna. Teollisuusrehuja ovat tiiviste nautakarjalle, nautakarjan kivennäisaineet, tiiviste sioille, täysrehu nautakarjalle, porsasrehu, sian täysrehu, tiiviste sioille, sikojen kivennäisaineet, kanojen täysrehu, kanankalkki ja tiiviste siipikarjalle. Optimointimallissa lähes jokaisen rehuaineen käyttö voi muuttua jokaisen eläimen kohdalla jokaisella suuraluella, jolloin rehunkäyttömuuttujia on yhteensä 420.

Muiden tuotantopanosten käyttö eläintä ja hehtaaria kohti, samoin kuin hehtaarisadot ja eläintuotokset ovat kiinteitä optimointimallin sisällä. Tämä tarkoittaa sitä, että panos-tuotos-suhteet muussa kuin ruokinnassa ovat kiinteät (Leontief-teknologia).

4.2.4. Kohdefunktio

Markkinaosapuolien rationaalinen toiminta johtaa teoriassa kuluttajan ja tuottajan ylijäämän maksimointiin. Optimointitehtävälle on annettu markkinoita simuloiva tehtävä (Hazell ja Norton 1986, s. 160-162, 167-168; Silberberg 1990, s. 492-493). Mitä lähempänä todellisuus on täydellisen kilpailun perusoletuksia, sitä paremmin optimointimallin mukaiset markkinat vastaavat todellisuutta. Teoreettiset oletukset eivät täysin toteudu todellisuudessa. Voidaan kuitenkin osoittaa, että markkinat pyrkivät kohti optimointitehtävän mukaista tasapainoa, kunhan yksittäinen tuottaja tai kuluttaja ei voi yksin vaikuttaa hintoihin. Tuottaja on voittoa maksimoiva, mutta lisäksi hän voi olla riskiä karttava ja arvostaa jossain määrin myös muita kuin taloudellisia tekijöitä. (Samuelson 1952, 1983).

Seuraavissa yhtälöissä esiintyvät muuttujat, parametrit ja symbolit ovat seuraavat (muuttujat on merkitty isoilla ja symbolit ja parametrit pienillä kirjaimilla):

g	on suuralue (r kpl),
b	on suuralueen alialue (tukialue) (sr kpl),
i	tuote (n kpl),
k	tuotantopanos (m kpl),
z	välituote (n_r kpl),
j	tuotantoaktiiviteetti (s kpl),
f	rehuaine (nf kpl),
fu_f	rehuaineen f rehuyksikkökerroin,
$funits_j$	eläimen j suositusten mukainen rehuyksikkömäärä (vaihtoehtoisesti suositusten mukainen valkuais- tai karkearehumäärä),
Q_{gi}	tuotteen i kokonaiskysyntä suuralueella g ,
$Q1_{gi}$	kotimaisen tuotteen i elintarvikekulutus suuralueella g ,
$Q2_{gi}$	ulkomaisen tuotteen i elintarvikekulutus suuralueella g ,
$P1_{gi}$	kotimaisen tuotteen i hinta suuralueella g ,
$P2_{gi}$	ulkomaisen tuotteen i hinta suuralueella g ,
Z_{gk}	tuotantopanos k käyttö suuralueella g ,
$c1_{gk}$ ja $c2_{gk}$	tarjontafunktion parametrit tuotantopanos k suuralueella g ,
u_{gbkj} (u_{gkj})	on tuotantoaktiivisuuden j vaatima tuotantopanos k suuralueen g alialueella b (tai suuralueella g),
F_{gif}	on rehuaineen f eläimelle j vuodessa annettu määrä suuralueella g ,
SF_{gz}	on rehuviljan z tuotanto suuralueella g ,
V_{gz}	välituotteen z käyttö suuralueella g ,
w_{gz}	välituotteen z hinta suuralueella g ,
T_{ghi}	tuotteen i kuljetus suuralueelta g suuralueelle h ,
t_{ghi}	yksikkökustannus kuljetettaessa tuotetta i suuralueelta g suuralueelle h ,
X_{gbj}	tuotantoaktiivisuuden j (eläinmäärä tai pinta-ala) laajuus suuralueen g tukialueella b ,
e_{gbij} (e_{gij})	tuotteen i saantokerroin tuotettaessa tuotantoaktiivisuudella j suuralueen g tukialueella b (tai suuralueella g),
$supp_{bj}$	tuotantoaktiivisuudesta j maksettu tuki tukialueella b ,
$PROC_{gi}$	tuotteen i jalostus suuralueella g ,
pr_i	tuotteen i jalostuskustannus,
v_{iz}	välituotteen z menekki tuotteen i yksikköä kohti jalostettaessa tuotetta i
pr_i	tuotteen i jalostuskustannus alueella g (vain sokerille ja maitotuotteille),
E_{gi}	tuotteen i viety määrä suuralueelta g ,

ER_{gz}	välituotteen z viety määrä suuralueelta g ,
I_{gi}	tuotteen i tuotu määrä suuralueelle g ,
IR_{gz}	välituotteen z tuonti suuralueelle g ,
ep_i	tuotteen i hinta EU:ssa,
erp_z	välituotteen z hinta EU:ssa,
$INTR_{gi}$	tuotteen i myynti interventioon suuralueelta g ,
npr_i	tuotteen i interventiohintaa,
ftc_i	tuotteen i tuontikustannus,
ftc_z	välituotteen z tuontikustannus,
EXC_i	tuotteen i vientikustannus ja
EXC_z	välituotteen z vientikustannus

Kohdefunktio (4-22) on kysynnän suhteen toista astetta eli hinta, joka riippuu suoraan kysynnästä (yhtälöt 4-3 ja 4-4), asettaa kysynnän ja tarjonnan tasapainoon. Ainoastaan maitotuotteiden ja sokerin hinnat ovat vähittäishintoja, muut tuotteet on hinnoiteltu tuottajahintatasolla. Tämän vuoksi kuluttajan ylijäämä (CS), on ainoastaan maidon ja sokerin osalta varsinaista kuluttajan ylijäämää ja muiden tuotteiden kohdalla kaupan ja teollisuuden ylijäämää. Maidon ja sokerin kohdalla voidaan erottaa kuluttajan ylijäämä (CS), kaupan ja jalostavan teollisuuden ylijäämä (PSI) ja maataloustuottajien ylijäämä ($PS2$). Yhtälöt (4-22), (4-23) ja (4-24) on kirjoitettu tämän jaon mukaisesti. Kuluttajien ylijäämä (CS), jalostavan teollisuuden ja kaupan (PSI) ja maataloustuottajien ($PS2$) ylijäämät saadaan laskemalla eri tuotteiden ylijäämät yhteen kaikilta alueilta.

$$(4-22) \quad CS = \sum_{g=1}^r \sum_{i=1}^n [(a_{1gi} Y_{1gi} + a_{2gi} Y_{2gi} - 0.5b_{1gi} Y_{1gi}^2 - 0.5b_{2gi} Y_{2gi}^2 - kY_{1gi} Y_{2gi}) - P_{1gi} Y_{1gi} - P_{2gi} Y_{2gi}]$$

$$(4-23) \quad \begin{aligned} PS_I = & \sum_{g=1}^r [\sum_{i=1}^n P_{1gi} Y_{1gi} + P_{2gi} Y_{2gi} - \sum_{z=1}^{n_r} V_{gz} W_{gz} - \sum_{i=1}^n PROC_{gi} PC_i \\ & - \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^r t_{ghi} T_{ghi} + \sum_{i=1}^n INTR_{gi} npr_i + \sum_{i=1}^n (E_{gi} - I_{gi}) ep_i \\ & + \sum_{z=1}^{n_r} (ER_{gz} - IR_{gz}) erp_z - \sum_{i=1}^n (I_{gi} ftc_i + E_{gi} EXC_{gi}) \\ & - \sum_{z=1}^{n_r} (IR_{gz} ftc_z + ER_{gz} EXC_{gz})] \end{aligned}$$

$$(4-24) \quad PS_2 = \sum_{g=1}^r \sum_{z=1}^{nr} V_{gz} w_{gz} - \sum_{r=1}^g \sum_{k=1}^m (c_{1gk} Z_{gk} + 0.5c_{2gk} Z_{gk}^2) + \sum_{g=1}^r \sum_{b=1}^{sr} \sum_{j=1}^s X_{gbj} \text{supp}_{gj}$$

Niiden tuotteiden kohdalla, jotka hinnoitellaan tuottajahintatasolla (joita ei jalosteta) tämä jako ei kuitenkaan päde. Maataloustuottajien ylijäämää laskettaessa otetaan huomioon silloin tuet ja kustannukset PS_2 :sta sekä tuotteista saadut tuotot ja interventiomyynnit PS_1 :sta. Kaupan ja teollisuuden ylijäämä on vastaavasti CS (yhtälö 4-22) lisättynä viennin ja interventiomyynnin arvolla ja vähennettynä yhtälön (4-23) mukaisilla kuljetus-, vienti- ja tuontikustannuksilla sekä tuonnin arvolla.

Kun ylijäämät CS , PS_1 ja PS_2 lasketaan yhteen saadaan koko maataloussektorin ylijäämä eli maksimoitava:

$$(4-25) \quad \begin{aligned} TS = & \sum_{h=1}^r l \sum_{i=1}^n (a_{1gi} Q_{1gi} + a_{2gi} Q_{2gi} - 0.5b_{1gi} Q_{1gi}^2 - 0.5b_{2gi} Q_{2gi}^2 \\ & - kQ_{1gi} Q_{2gi}) - \sum_{k=1}^m (c_{1gk} Z_{gk} + 0.5c_{2gk} Z_{gk}^2) + \sum_{b=1}^{sr} \sum_{j=1}^s X_{gbj} \text{supp}_{gj} - \\ & \sum_{i=1}^n \text{PROC}_{gi} p c_i - \sum_{h=1}^r \sum_{i=1}^n t_{ghi} T_{ghi} + \sum_{i=1}^n \text{INTR}_{gi} n p r_i \\ & + \sum_{i=1}^n (E_{gi} - I_{gi}) e p_i + \sum_{z=1}^{nr} (ER_{gz} - IR_{gz}) e r_p z \\ & - \sum_{i=1}^n (I_{gi} f t c_i + E_{gi} \text{EXC}_{gi}) - \sum_{z=1}^{nr} (IR_{gz} f t c_z + ER_{gz} \text{EXC}_{gz}) \end{aligned}$$

missä TS on kohdefunktion arvo. Välituotteiden hinnat kumoutuvat kokonaisylijäämää laskettaessa. Merkitseviä ovat vain lopputuotteiden hinnat, tuet ja tuotantokustannukset. Kulutuksen ohella tuotanto- ja jalostusaktiivisuudet, rehunkäyttö eläintä kohti, kuljetukset ja ulkomaankauppa ovat päätösmuuttujia.

Joissain tapauksissa on perusteltua määritellä nousevia tarjontafunktioita kuvaamaan tuotantopanosten hinnannousua tuotannon laajentuessa. Nousevia käänteisiä kysyntäfunktiota on laajalti käytetty maatalouden sektorimalleja käsittelevässä kirjallisuudessa (Hazell ja Norton 1986, s. 201-206) ja yksittäisissä malleissa (Apland ja Jonasson 1992, s. 6).

Nousevia tarjontafunktioita voidaan määritellä esim. konetyötunneille. Konekapasiteetin rajallisuus aiheuttaa vuokra- ym. lisäkustannuksia tuotantomäärien nopeasti kasvaessa. Tämä pienentää tuottajan ylijäämän kasvua määrän kasvaessa, mutta tuottajan rajahyöty ansaitusta lisämarkasta pysyy silti samana, toisin

kuin kuluttajien rajahyöty ylijäämän suhteen. Kuluttajille pienenevä rajahyöty on yleinen käyttäytymistä kuvaava ominaisuus.

Kohdefunktioon on asetettu nouseva lineaarinen tarjontafunktio muotoa $R_{gk} = c1 + c2 * Z_{gk}$ (Z_{gk} on käytetty määrä ja R_{gk} panoksen k hinta suuralueella g). Parametrit $c1$ ja $c2$ voidaan katsoa päteväksi tietyllä (R, Z) -tasolla. Kun määritellään tarjonnan jousto h , voidaan laskea $c1$ ja $c2$. Tarjontajoustoilla on keskeinen vaikutus tuottajan ylijäämään ja mallin käyttäytymiseen, minkä vuoksi tarjontajoustojen tulee perustua huolelliseen empiiriseen analyysiin.

$$(4-26) \quad \eta = \frac{dZ_{gk}}{Z_{gk}} \frac{R_{gk}}{dR_{gk}} = \frac{R_{gk}}{Z_{gk} c2} \Leftrightarrow c2 = \frac{R_{gk}}{Z_{gk} \eta} \Rightarrow c1 = R_{gk} - c2 Z_{gk} = R_{gk} \left(1 - \frac{1}{\eta}\right)$$

Mallin ensimmäisessä versiossa tarjontajoustoja ei ole määritelty, vaan tuotantopanosten hinnat ovat kiinteitä. Tällöin $c1_{gk}$ on tuotantopanoksen k kiinteä hinta suuralueella g ja $c2_{gk}$ on nolla.

4.2.5. Rajoitukset

Kohdefunktiota maksimoidaan siten, että jokaisen tuotteen tarjonta kattaa kysynnän jokaisella alueella. Kysyntä (Q_{gi}) jakautuu kotimaisen tuotteen ja ulkomaisen tuotteen kysyntään, eli $Q_{gi} = Q1_{gi} + Q2_{gi}$. Yhtälö (4-27) on kotimaisen tuotteen taseyhtälö tuotteittain eri alueilla.

$$(4-27) \quad Q1_{gi} - \sum_{b=1}^{sr} \sum_{j=1}^s e_{gbij} X_{gbj} - \sum_{h=1}^r T_{hgi} + \sum_{h=1}^r T_{ghi} + E_{gi} \leq 0 \quad g = 1 \dots r, i = 1 \dots n$$

Kotimaisen tuotteen i kysyntä suuralueella g ($=Q1_{gi}$) voidaan tyydyttää vain kotimaan tuotannolla eli alueen omalla tuotannolla tai kotimaisen tuotteen kuljetuksina muilta alueilta. $e_{gbij} X_{gbj}$ tarkoittaa tuotteen i tuotantoa suuralueen g alialueella b tuotantoaktiivisuudella j (e_{gbij} on vastaava saantokerroin). Samaa tuotetta voidaan saada useista eri tuotantoaktiivisuuksista, esim. naudanlihaa saadaan sonneista, teurashiehoista ja lypsylehmistä sekä lihakarjasonneista, teurastetuista lihakarjahiehoista ja emolehmistä. Sianlihaa saadaan lihasioista ja emakoista. Jos $Q1_{gi}$ on maitotuote tai sokeri, tuotantoaktiivisuus $e_{gbij} X_{gbj}$ yhtälössä (4-27) on korvattava jalostusaktiivisuudella $PROC_{gi}$. T_{ghi} on tuotteen i kuljetus suuralueelta g suuralueelle h sekä E_{gi} tuotteen i vienti suuralueelta g . Ulkomaisen tuotteen kysyntä $Q2_{gi}$ voidaan tyydyttää vain tuontina ulkomailta, jolloin $Q2_{gi} = I_{gi}$.

Taseyhtälöt muodostetaan erikseen kotimaiselle ja ulkomaiselle tavaralle myös raaka-aineiden ja välituotteiden osalta. Yhtälö (4-28) on taseyhtälö väli-

tuotteille alueittain. Välituotteen z kokonaismenekki alueella g saadaan laske-
malla sen menekki kaikissa jalostustoiminnoissa. Välituotetta z voidaan tuottaa
alueella g (ja erikseen sen eri alialueilla b) tai tuoda muilta alueilta. Joissain
tapauksissa välituotetta, kuten raakasokeria, voidaan myös tuoda ulkomailta ja
viedä ulkomaille. Kotimaiset ja vastaavat ulkomaiset välituotteet (raakasokeri)
ovat keskenään homogeenisia. Taseyhtälöllä pidetään huolta jalostuksen tarvit-
seman raaka-aineen riittävydestä, tuotannon vaatimista tuotantopanoksista ja
asianmukaisesta kustannuslaskennasta.

$$(4-28) \quad \sum_{i=1}^n PROC_{gi} v_{zi} - \sum_{b=1}^{sr} \sum_{j=1}^s X_{gbj} e_{gbij} - \sum_{h=1}^r T_{hgz} + \sum_{h=1}^r T_{ghz} + ER_{gz} - IR_{gz} \leq 0 \quad g = 1..r, z = 1..n_r$$

Poikkeuksena muista tuotantopanoksista rehunkäyttö ei ole eläintä kohti kiin-
teä optimointimallin sisällä. Rehunkäyttö optimoituu rehuyksikkö-, valkuais-
aine- ja karkearehurojoitusten puitteissa niin, että yksittäisen rehuaineen käytön
sallitaan muuttua edellisvuodesta vain tietyn verran (syynä rehuntuotannon kiin-
teät tuotantontekijät). Riittävästä rehuyksikkömäärästä kullekin eläimelle pide-
tään alueittain huolta lineaarisella rehuyksikkörajoitteella

$$(4-29) \quad \sum_{f=1}^{nf} F_{gjf} fu_f \geq funits_j$$

missä F_{gjf} on rehuaineen f (joita nf kpl) eläimelle j vuodessa annettu määrä
suuralueella g , fu_f rehun f rehuyksikkökerroin ja $funits_j$ eläimen j vaatima
rehuyksikkömäärä vuodessa. Vastaavalla tavalla pidetään huolta nautaeläinten
karkearehutarpeesta (kuiva-ainekiloa rehuyksikköä kohti), joka voidaan tyydyt-
tää säilörehulla, laidunrehulla ja kuivaheinällä. Sikojen valkuaisarpeesta rehu-
yksikköä kohti pidetään huolta omalla vastaavanlaisella rajoituksella, kun tie-
detään eri rehujen sulavan raakavalkuaisen määrät. Vaihtoehtoina ovat sioilla
täysrehu ja vilja-tiiviste-ruokinta, joskin täysrehut sisältävät valkuaista suosi-
tuksia enemmän.

Sekä alueittainen eläinmäärä (erikseen jokaisella 14 tuotannollisella alueel-
la) että kunkin rehuaineen käyttö eläintä kohti suuralueittain ovat päätösmuuttujia.
Tällöin rehuviljan taseyhtälöstä (4-30) tulee epälineaarinen. Epälineaariset rajoi-
tukset tekevät mallin ratkaisun laskennallisesti raskaaksi, jonka vuoksi rehu-
käyttömuuttujat on määritelty vain suuralueittain. SF_{gz} on rehuviljan z tuotanto
alueella g (= rehuviljan z tuotanto yhteensä suuralueen g eri alialueilla b), X_{gbj}
eläinten j lukumäärä suuralueen g tukialueella b , F_{giz} rehuviljan z käyttö eläi-
melle j (eri eläimiä s kpl) suuralueella g , T_{hgz} viljan z kuljetus suuralueelta h
suuralueelle g , T_{ghz} viljan z kuljetus suuralueelta g suuralueelle h , E_{gz} rehuviljan z

vienti suuralueelta g ja I_{gz} rehuviljan z tuonti suuralueelle g . Rehuviljaa ei kuljeteta ristiin samojen suuralueiden välillä eli vain yhdensuuntainen kuljetus suuralueiden välillä on mahdollinen. Kotimainen ja ulkomainen rehuvilja ovat keskenään täysin homogeenisia, joten rehuviljaa ei tuoda ja viedä samanaikaisesti.

$$(4-30) \quad SF_{gi} - \sum_{b=1}^{sr} \sum_{j=1}^s X_{gbj} F_{gz} + \sum_{h=1}^r T_{hgz} - \sum_{h=1}^r T_{ghz} - E_{gz} + I_{gz} \geq 0 \quad g = 1 \dots r, z = 1 \dots n_r, j = 1 \dots s$$

Karkearehuista ainoastaan kuivaheinä voi liikkua alueiden välillä, mutta säilö- ja laidunrehu täytyy tuottaa paikallisesti. Rehuaineet voivat liikkua alueiden välillä. Tuotantopanoksilla ei käyda mallissa ulkomaankauppaa.

Ruokintaa säätelevät monet kiinteät tuotannontekijät, joten rehunkäyttö voi muuttua yhden vuoden aikana vain vähän. Ruokinta muuttuu merkittävästi vasta, kun muutosta ajavat hintasuhteet vaikuttavat riittävän pitkään. Ruokinta on lähtötilanteessa erilainen eri alueilla (tästä enemmän luvussa 5.2).

Kasvinviljelyssä tulee toteutua riittävä viljelykierto. Erityisesti rehuviljanviljelyllä on optimointimalleissa taipumusta liialliseen erikoistumiseen tietyille alueille. Käytännössä yksipuolinen viljely johtaa maan köyhtymiseen ja sato-tason laskuun, mitä ovat mallintaneet esim. Aplan ja Jonasson (1992). Sektorimallin tässä versiossa on tyydytty määrittelemään vain yksi alueellinen viljelykiertorajoite, jonka mukaan ohraa voidaan viljellä enintään puolella kunkin tuotannollisen alueen (yht. 14 aluetta) kokonaispinta-alasta.

Tuotanto vaatii tietyt muuttuvat tuotantopanosten määrät alueittain. Yhtälössä (4-31) u_{gbkj} on tuotantoaktiivisuuden j vaatima tuotantopanoks k suuralueen g alialueella b ja Z_{gk} on eri tuotantoaktiiviteeteissa käytetyn tuotantopanoksen k kokonaismäärä alueella g .

$$(4-31) \quad \sum_{b=1}^{sr} \sum_{j=1}^s u_{gbkj} X_{gbj} - Z_{gk} \leq 0 \quad g = 1 \dots r, k = 1 \dots m$$

Maataloustuotantoa rajoittavat lisäksi tietyt kiinteät tuotannontekijät, kuten alueittainen maksimipelto-ala ja maitokiintiöt. Sonnipalkkiokiintiötä ei ole mallinnettu, koska sonnien lukumäärä jää jo nykyisellään selvästi alle vallitsevan kiintiön. Suurinta sallittua peltokasvien perusalaa, öljykasvialaa tai LFA-yksiköiden kokonaismääriä ei ole mallinnettu omina rajoitteenaan, vaan ne käsitellään kohdefunktiossa erikseen (ks. 4.2.4).

Eri maitotuotteiden jalostus on suuralueittain rajoitettu (ks. luku 6.3.1). Tällä estetään maidonjalostuksen liiallinen erikoistuminen alueiden välillä. Muuten eri maitotuotteiden valmistus voisi keskittyä vain tiettyihin paikkoihin, mikä ei teknisesti ole mahdollista nykyiseen jalostuskapasiteetin sijaintiin nähden. Esi-

merkiksi nestemäisen maidon tuotanto ja juustonvalmistus voisivat optimi-ratkaisussa kokonaan eriytyä eri alueille. Jossain määrin, sikäli kuin se on realistista nykyiseen jalostuskapasiteetin sijaintiin nähden, maidonjalostuksen erikoistuminen ja keskittyminen sallitaan. Jalostuksen rajoitteiden vapauttaminen eli rajaton jalostuskapasiteetti edellyttäisi asianmukaiset kapasiteetin laajentamiskustannukset, joita koskevaa todellista dataa ei ole ollut käytettävissä.

Sokerinjalostuskiintiö on mallinnettu pelkästään rajoitteena. Jos kiintiö todellisuudessa ylittyy, ylitystä vastaava sokerimäärä joudutaan myymään maailmanmarkkinahinnalla. Tätä mahdollisuutta ei ole otettu mallissa huomioon, vaikka se olisikin täysin mahdollista. Tämä tuskin kuitenkaan on ongelma, koska Suomessa sokerin tuotantokustannukset ovat kokonaisuutena selvästi maailmanmarkkinahintoja korkeammat, eikä Suomi merkittävässä määrin tuota sokeria maailmanmarkkinoille.

Kaikki muuttujat ovat ei-negatiivisia. T_{ghi} on nolla kun $g=h$, eli malli ei ota huomioon kuljetuskustannuksia alueiden sisällä.

$$(4-32) \quad Q_1 g_i, Q_2 g_j, X_{gbj}, Z_{gk}, T_{ghi} \geq 0 \quad g = 1...r; h = 1...r; h_g; i = 1...n; j = 1...s; k = 1...m$$

Kaikki tuotantomuuttujat on lisäksi rajoitettu suhteessa edellisvuoteen ($X_{gbj}(t-1)$) määräämällä vuotuiset muutosrajat eli yläraja ja alaraja (kaavassa 4-33 W_y ja W_a). Ne on asetettu tuotannonaloittain subjektiivisen arvion perusteella taustana kuitenkin aikasarjat ja ennen muuta eri tuotantosuuntien biologis-tekniset rajoitukset (luku 6.2).

$$(4-33) \quad (1 - W_a) X_{gbj}(t-1) \leq X_{gbj}(t) \leq (1 + W_y) X_{gbj}(t-1)$$

Rajat määräävät suurimmat mahdolliset poikkeamat edellisvuodesta ja ilmentävät implisiittisesti eri tuotannonalojen sisäisiä aikajänteitä, viiveitä ja rajoituksia. Mallin käyttäytymisen kannalta mahdollisen muutosvälin suuruus on merkityksellinen erityisesti silloin, jos on määritelty vain yksi mahdollinen tuotantotapa (Leontief-teknologia), päätösmuuttujille lineaariset rajoitteet ja jos kytköksiä karjatalouteen ei juuri ole (esim. leipäviljan tuotanto). Mikäli tuotanto on kannattamatonta useana vuonna peräkkäin, lasku-uran jyrkkyys riippuu silloin asetetusta vuotuisesta alarajasta. Vastaava pätee ylärajan suhteen, jos tuotantoa kannattaa jollain alueella laajentaa useana vuonna peräkkäin.

Rehunkäyttö voi muuttua eri nopeudella eri eläimillä, ts. rehunkäytön vuotuiset muutosrajat ovat erilaiset eri eläimillä. Lehmien ja lypsylehmiksi kasvatettavien hiehojen suurin mahdollinen rehunkäytön muutos vuositason kunkin rehuaineen kohdalla on biologisten syiden takia asetettu alemmaksi kuin lihanautojen. Lehmien ruokintaa ei voida äkillisesti paljoo muuttaa lehmän ruuan-

sulatusjärjestelmän takia. Sikojen ja siipikarjan rehunkäytön muutos on lähinnä siirtymistä tiiviste-vilja-ruokinnan ja täysrehuruokinnan välillä.

Kulutus, eli kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen yhteenlaskettu kulutus ($Q_{gi} = QI_{gi} + Q2_{gi}$) on rajoitettu siten, että tärkeimpien elintarvikkeiden kulutustottumuksista johtuvat pitkän ajan kulutustrendit otetaan huomioon. Kyseeseen tulevat lähinnä muutokset maitotuotteiden ja lihan kulutuksessa. Eri maitotuotteiden kulutus kehittyy eri tavalla. Maitonesteiden kulutus laskee ja juustojen nousee. Useimmat mallin maitotuotteet on eritelty rasvaiseen ja vähärasvaiseen vaihtoehtoon. Kaikille 18 maitotuotteelle on määritelty kulutustrendi, jolloin myös suuntaus kohti vähärasvaisia maitotuotteita otetaan huomioon. Maitotuotteiden kulutuksen sallitaan muuttuvan asetetusta trendiarvostaan tietyn verran.

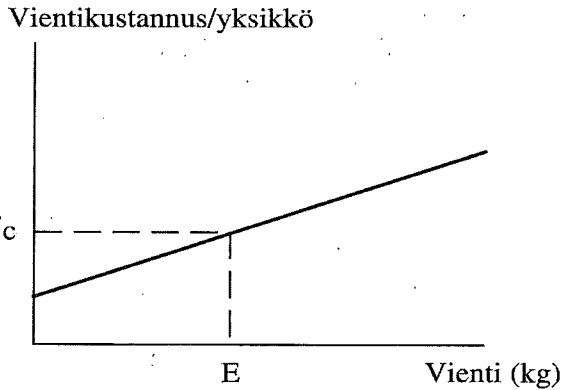
Samoin naudan-, sian- ja siipikarjanlihalle asetetaan kullekin oma kulutus-trendinsä. Kulutuksen annetaan poiketa trendiarvosta tietyn verran ylös- tai alaspäin vuosittain optimointimallin sisällä. Näin kuluttajan ylijäämää maksi-moidaan varsin pienen vaihteluvälin sisällä vuosittain, jolloin kuluttajan ylijää-män optimointia tärkeämpi ohjaava tekijä on annettu kulutustrendi.

Dynaamisessa mallissa on joiltain osin mahdollista mallintaa tuotannollisia viiveitä eksplisiittisesti. Lypsykarjatiljoilla kasvatettavien sonnien (jotka saatu lypsylehmistä) kokonaismäärä on rajoitettu puoleen edellisen vuoden lehmien lukumäärästä (vasikoista 50 % sonnivasikoita). Lihantuotanto vastaa siis pienel-lä viiveellä lehmämäärän muutoksiin. Tästä määrittelystä seuraa, että naudanlihan-tuotanto ei vaikuta mitenkään maidontuotantoon. Jos halutaan, että lihantuotannon tulot (tai tappiot) lasketaan maidontuotannon hyväksi, asia on helposti korjattu asettamalla lypsykarjatiljoilla kasvatettavien sonnien lukumäärä suoraan riippu-vaksi saman vuoden lypsylehmien lukumäärästä.

4.2.6. Ulkomaankauppa

Ulkomaankauppa oletetaan mallissa kokonaan Suomen ja muun EU:n väliseksi kaupaksi. Oletuksena on, ettei Suomi voi vaikuttaa EU:n hintoihin, jotka ovat mallissa eksogeenisia. Ulkomaankaupasta aiheutuu kuljetuskustannuksia, jotka mallissa lasketaan kiloa kohti. Tuonnissa näiden kustannusten oletetaan pysy-vän samoina tuontimääristä riippumatta. Maito- ja lihatuotteille ulkomaankau-pan kuljetuskustannus on suurempi kuin kasvinviljelytuotteille. Yksinkertaisuuden vuoksi mallissa on oletettu, että ulkomaankauppaa käydään vain yhden Etelä-Suomessa sijaitsevan sataman kautta. Sekä tuonnissa että viennissä, mikä-li kauppaa käydään muualta kuin Etelä-Suomesta käsin, tavara täytyy kuljettaa sataman ja ko. suuralueen välinen matka. Siksi myös kotimaan kuljetus-kustannuksilla on pieni vaikutus ulkomaankaupasta aiheutuviin kustannuksiin.

Vaikka kotimaiset ja vastaavat ulkomaiset tuotteet on määritelty kotimaisen kysynnän kannalta eri tuotteiksi, vientituotteet ovat kotimaisten tuotteiden kans-



Kuvio 4.4. Nousevat vientikustannukset viedyn määrän funktiona.

sa homogeenisia. Vientikustannukset EXC_{gi} , kaavassa 4-34 on määritelty lineaarisesti kasvaviksi suhteessa edellisen vuoden vientimääriin $E_{gi}(t-1)$ kulmakertoimella k_e (kuvio 4.4 ja kaava 4-34). ftc_i on tuotteen i perustason vientikustannus (= edellä esitetty ulkomaankauppakustannus) eli vientikustannus, jos vienti ei muutu edellisvuodesta. Tällä vähennetään viennin herkkyyttä hintojen ja tukien muutoksille.

$$(4-34) \quad EXC_{gi} = ftc_i + ftc_i k_e \frac{(E_{gi}(t) - E_{gi}(t-1))}{E_{gi}(t-1)}, \quad E_{gi}(t-1) > 0$$

$$EXC_{gi} = ftc_i, \quad E_{gi}(t-1) = 0$$

Lähtötilanteessa vientikustannusfunktiot kalibroidaan vuoden 1995 vientitasoille tietyllä vientikustannuksella. Vienti ei voi lyhyellä aikavälillä kasvaa nopeasti ilman huomattavia lisäkustannuksia. Sen sijaan jos tukipolitiikka tai muut syyt puoltavat jonkin tuotteen vientiä riittävän pitkän aikaa, vienti voi kasvaa useana vuonna kohtuullisin vientikustannuksin. Tämä määrittely tarkoittaa toisaalta sitä, että vientikustannukset pysyvät vakiona ellei vientimäärä muutu edellisvuodesta, ja toisaalta taas laskevat mikäli vientimäärät laskevat edellisvuodesta. Oletuksena on, että vienti tai tuonti eivät voi vaikuttaa EU:n hintatasoon. Vientikustannusten muutoksen ajatellaan johtuvan markkinointi-, järjestely- ym. kustannuksista.

Vientikustannussuoran kulmakerroin on perusteltua asettaa lihalla ja maitotuotteilla sekä kananmunilla korkeammaksi kuin kasvituotteilla, joiden markkinointikustannukset ovat varsin pienet. Kulmakerrointa ei voida kuitenkaan asettaa ykköstä suuremmaksi, koska silloin viennin suuresta suhteellisesta laskusta

edelliseen vuoteen verrattuna aiheutuisi negatiiviset vientikustannukset. Koska vientikustannukset ovat lisäksi vain murto-osa tuotteen hinnasta, nousevat vientikustannukset ovat varsin heikko kitkatekijä viennin kasvulle. Vienti voi edelleen kasvaa voimakkaastikin saman vuoden aikana, jos hintasuhteet tekevät sen kannattavaksi.

Edellä kuvatulla vientikustannusjärjestelyllä on saatu huomattavasti vähennettyä mallin herkkyyttä marginaalisen pienille hinta- tai kustannusmuutoksille. Järjestely on tarpeen erityisesti viljalle, joka on määritelty lähes homogeeniseksi ulkomaisen viljan kanssa, jolloin optimoinnin herkkyyys pienille muutoksille korostuu. Ilman vientikustannusfunktiota pienet, jopa vain pennin kymmenesosien suuruiset hinta- tai kustannusmuutokset voivat aiheuttaa satojen prosenttien äkillisiä muutoksia viennissä, mikä aiheuttaa myös huomattavia muutoksia esim. viljojen pinta-aloissa (viljelyssä Leontief-teknologia). On realistista olettaa viennin kasvattamisessa olevan lyhyellä aikavälillä muutaman pennin suuruisia kitkatekijöitä. Mikäli ne voitetaan, vienti voi kasvaa voimakkaasti, varsinkin jos suotuisat olosuhteet jatkuvat useana vuonna peräkkäin. Toisaalta vienti voi kokonaan nopeasti loppua, mikäli se on kannattamatonta. Vientikustannusten lasku kuvaa silloin markkinointipanostusten vähentämistä tai kokonaan lopettamista.

Yleisissä tasapainomalleissa paljon käytetty menettelytapa on vientituotteiden erottaminen kotimarkkinatuotteista (esim. Törmä ja Rutherford 1993). Vienti kiinnitetään perusvuoden tasolle käyttäen sopivaa substituutiojoustoja ja epälineaarisia transformaatiofunktioita. Tämä määrittely on erityisesti viljan kohdalla ongelmallinen. Ongelmana ei ole niinkään itse transformaatiofunktio, vaan mallin staattisuus. Vaarana on, että itse transformaatiofunktio ja substituutiokerroin hallitsevat vientikäyttäytymistä enemmän kuin todelliset hintasuhteet ja niiden muutokset. Pitkän aikavälin dynaamisessa mallissa transformaatiofunktio tulee välillä kalibroida uudelle tasolle (kuten tehdään mallin kysyntäfunktioille, luku 4.2.1). Toistaiseksi sektorimallisissa on kuitenkin käytetty homogeenisuus-oletusta ja lineaarista vientikustannusfunktiota, jonka käyttäytyminen on helpposti hallittavissa ja jonka kalibrointi joka vuodelle erikseen on laskennallisesti helppoa. Lineaarinen funktiomuoto poistaa herkkyyden pienille hintasuhtemuutoksille, mutta vientituote ja kotimainen tuote ovat edelleen homogeenisia, jolloin hintasuhteet vaikuttavat edelleen merkittävästi vientiin. Tämä on erityisesti viljan kohdalla osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi. Myös muiden tuotteiden, kuten lihan ja maitotuotteiden viennin kalibrointi vuoden 1995 tasolle on onnistunut varsin hyvin lineaarisen vientikustannusfunktion avulla. Epälineaarinen vientikustannusfunktio saattaisi kuitenkin esim. lihan ja maitotuotteiden kohdalla helpottaa kalibrointia. Mikään ei estä käyttämästä jatkossa epälineaarisia funktiomuotoja ja tarvittaessa erottamasta kotimarkkinatuotteita ja vientituotteita toisistaan. Tällöin on kuitenkin huolehdittava siitä, ettei valittu funktiomuoto ja sen parametrit hallitse liikaa mallin käyttäytymistä.

4.2.7. Tuet

Maataloustuet maksetaan tuotantoaktiivisuuksien (kohdefunktiossa eri kasvien viljelyalat hehtaareina ja eläinten lukumäärät) ja siirtymäkaudella 1995-1999 myös tuotantomäärien perusteella. Tuet lasketaan sektorin ylijäämäksi huomioimatta kustannuksia veronmaksajille ja siten yhteyttä muuhun kansantalouteen. Näin tukipolitiikka ohjaa tuotannon kokonaislaajuutta ja sijoittumista. Tuet on määrätty tuotteittain ja tukialueittain vuoteen 1997 saakka, jonka jälkeen ne ovat viitearvoja (MMM 1997). Sen mukaan kuin niitä tarkistetaan hallinnon toimesta, ne päivitetään.

Kohdefunktioon on sisällytetty pohjoisen tuen leikkurit siten, että tuotantotai tuotannontekijöille asetettujen viitemäärien ylityessä tukea leikataan seuraavana vuonna ylitystä vastaavalla määrällä kullakin C-tukialueella erikseen. Tämänyyppisestä menettelystä on maininta pohjoisen tuen ehdossa (EYVL 1995). Mahdollista on myös tarkastella C-alueita yhtenä kokonaisuutena. Vastaavalla tavalla CAP-tukea, LFA-tukea ja öljykasvitukea pienennetään seuraavana vuonna ylitystä vastaavalla määrällä mikäli ylärajat ylitetään. Samana vuonna toimivaa leikkuria ei mallinnettu, koska se toisi malliin 0-1-muuttujat, jolloin ratkaisussa jouduttaisiin turvautumaan raskaisiin sekalukualgoritmeihin. Tällöin mallin ratkaisuaika pitenisi huomattavasti, eikä ratkaisun löytyminen olisi aina varmaa.

Siirtymäkauden eläinyksikkötukea ei ole määritelty lainkaan, koska sitä maksetaan vain joissakin yksittäisissä Etelä-Suomen kunnissa joita ovat Ikaalinen, Jämijärvi, Kankaanpää, Pomarkku, Mäntyharju, Ikaalinen, Kiikoinen, Kullaa, Lavia, Noormarkku, Pori, Suodenniemi, Juupajoki, Längelmäki, Kuhmalahti, Jämsä ja Kuhmoinen. Mallin aluejakoa ei ole nähty tarpeelliseksi muuttaa siirtymäkauden eläinyksikkötuen takia, jonka suuruus vaihtelee em. kunnissa. Esimerkiksi lypsylehmäkohtainen tuki vuonna 1998 on joissain kunnissa 324 ja joissain 243 markkaa. Näillä tukisummilla voi olla merkitystä yksittäisten viljelijöiden tuotantopäätöksiin. Kokonaisuudessaan em. kuntien osuus Etelä-Suomen suuralueen kokonaistuotannosta on vähäinen, eikä siirtymäkauden eläinyksikkötuen poisjättäminen ole kokonaisuuden kannalta ratkaisevaa. Mikäli nämä tuet asetettaisiin alueellisena keskiarvona kaikkien Etelä-Suomen suuralueen eläimille, tuen suuruus olisi korkeintaan muutama kymmenen markkaa eläintä kohti vuodessa. Tällä on hyvin vähäinen merkitystä Etelä-Suomen nautakarjatalouden kilpailukyvyyn ja tuotannon sijoittumisen kannalta. Koska rehunkäyttö voi muuttua mallin sisällä, kotieläintuotannon sijoittuminen ei ole herkkä tukien tai kustannusten pienille muutoksille (mikä osoitetaan luvussa 6), eikä siirtymäkauden eläinyksikkötuen poisjättämisen voida katsoa tuottavan harhaanjohtavia tuloksia.

Kotieläintuotannon laajaperäisyysrajat ja -lisät on voitu mallintaa ainoastaan aluetasolla, koska mallissa ei ole mukana erikseen kasvinviljely- ja kotieläin-

tiloja peltoaloiheen ja eläimiseen. Mikäli kuitenkin alueen keskimääräinen eläintiheys eri tuotantosuunnissa ylittää asetetun rajan, laajaperäisyyden perusteella maksettava tuki pienenee seuraavana vuonna. Laajaperäisyysrajat eivät siis rajoita tuotannon keskittymistä niin kauan kuin aluetason eläintiheys ei nouse vaadittua rajaa korkeammaksi. Koska aluetasolla peltoalaa ja rehukasvien viljelyalaa on nykyisellään alueen eläintä kohti aina selvästi enemmän kuin yksittäisellä kotieläintilalla, laajaperäisyysvaatimukset menettävät näin osittain merkityksensä. Mallissa ei kuitenkaan makseta suurimpia mahdollisia laajaperäisyyslisäviä vaikka rehuhehtaarien määrä aluetasolla ylittääkin eläinyksikköjen määrän, vaan eläinten oletetaan saavan toiseksi korkeimman laajaperäisyyslisän (36 ecua/eläinyksikkö) niin kauan kuin eläintiheys (1,4 eläinyksikkö/ha) pysyy vastaavan rajan alapuolella. Tämä järjestely on tehty, jotta maksettujen tukien määrät vastaisivat todellisuutta.

Tilatasolla määriteltävät politiikkatoimenpiteet, jotka on nähty ongelmallisiksi monissa sektorimalleissa (esim. Jensen 1996, s. 86), voidaan määritellä täsmällisesti vain, jos mallintamisen perusyksikkönä on yksittäinen maatila (Jonasson ja Apland 1997). Laajaperäisyysvaatimusten vastaavuus todellisuuteen riippuu silloin tilaluokkien ja alueiden määrittelystä.

Yleisesti voidaan todeta, että sektorimallin alueellinen politiikkakuvaus on erittäin tarkka verrattuna esim. yleisiin tasapainomalleihin tai moniin muihin maatalouden sektorimalleihin (viimeksi mainittuja on tarkastellut mm. Bauer ja Henrichsmeyer 1989). Mallit määrittellään ja aggregoidaan usein karkeasti tuoteryhmittäin koko maan tai alueiden tasolla, jolloin myös tukipolitiikka on varsin aggregoitua. Suomen politiikkajärjestelmä on siirtymäkaudella monimutkaisempi ja yksityiskohtaisempi kuin monien EU-maiden järjestelmät.

4.2.8. Maitokiintiöiden kauppa

Mallin ensimmäinen versio mahdollistaa maitokiintiöiden liikkumisen, ts. maitokiintiöiden kaupan tiettyjen alueiden sisällä. Kiintiöiden liikkuminen voidaan helposti estää (kuten on tehty luvun 6 esimerkkiajoissa) määräämällä kiintiöiden ostoa ja myyntiä vastaavat muuttujat nollassi.

Jos alueiden välinen kiintiökauppa sallitaan, kiintiöt voivat siirtyä niille alueille, missä maidontuotanto on suhteellisesti edullisinta. Kiintiöiden liikkuminen on nykyisen järjestelmän mukaisesti sallittu vain tiettyjen aluekokonaisuuksien sisällä. Tukialueet A ja B muodostavat oman alueensa, C1 ja C2 omansa ja C2P, C3 ja C4 oman alueensa. Kiintiöiden siirtymisen herkkyyks riippuu kiintiön hinnasta ja kiintiön poistoajasta. Kiintiön hinta, johon kuuluu myös arvonlisävero, riippuu maitokiintiölle asetetusta hinnasta ja poistoajasta. Maitokiintiöt ovat kiinteitä tuotannontekijöitä, ja niiden hankinta on pitkän aikavälin investointi. Kiintiön hinta on sen vuoksi jaksotettava monelle vuodelle. Poistoajan pituudesta riippuu se, kuinka paljon kiintiöstä tehdään vuosi-

tasolla poistoja ja mikä on kiintiön vuotuinen kustannus.

Kiintiökauppa on mallinnettu siten, että kohdefunktioon ja maidontuotannon rajoitusyhtälöihin lisätään päätösmuuttujat $EXTRAQ_{gb}$ (suuralueen g alialueelle b ostetut kiintiöt) ja $SOLDQ_{gb}$ (suuralueen g alialueelta b myydyt kiintiöt). Lisäksi on asetettu rajoite, jonka mukaan myytyjen kiintiöiden kokonaismäärä on sama kuin ostettujen kiintiöiden määrä kullakin kiintiökauppa-alueella. Kohdefunktiossa vähennetään myytyjen kiintiöiden hinta (joka riippuu varsinaisen kiintiöhinnan lisäksi kiintiölle asetetusta poistoajasta) lisättynä arvonlisäverolla. Kiintiökauppa oletetaan näin maidontuotannon lisäkustannukseksi.

Jokainen tuotannollinen alue toimii kiintiökaupassa yhtenä yksikkönä, jolle on määritelty kiintiön osto- ja myyntimuuttuja. Jokaisen vuoden lähtötalanteena alueittain on edellisen vuoden tuotannon perusteella jaettu kuluvan vuoden maakiintiö, joka voi olla erilainen eri vuosina. Koska päätöksenteko toimii optimointimallissa vain vuoden aikajänteellä, päätös lisäkiintiöiden ostamisesta tai myymisestä tehdään joka vuosi erikseen. Hintana on maitokiintiön vuotuinen poisto, mikä riippuu asetetusta poistoajasta. Kiintiöt siirtyvät suhteellisesti heikoimmin menestyviltä alueilta parhaiten menestyville alueille, mikäli alueiden rajakustannusten ero on suurempi kuin lisäkiintiöstä aiheutuva vuotuinen kustannus.

4.3. Kiinteät kustannukset

Mallin lähtökohtana on lyhyen aikavälin rajoitettu optimointi vapaan kilpailun vallitessa. Ylijäämämääriä edellyttää lyhyellä aikavälillä uponneita kustannuksia. Viljelijä voi saada ylijäämää eli tuottoa kiinteille kustannuksille vain, jos kiinteiden tuotannontekijöiden määrä on vakio lyhyellä aikavälillä (luku 3.2.2). Tuottajien ja kuluttajien yhteenlaskettua ylijäämää maksimoiva optimointimalli tuottaa lyhyen aikavälin markkinareaktion. Lyhyen aikavälin optimoinnin oletetaan selittävän markkinaosapuolten ja koko sektorin käyttäytymisen. Pitkällä aikavälillä kaikki kustannukset ovat muuttuvia, jolloin kaikki kiinteät kustannukset tulevat asteittain täysimääräisinä päätöksentekoon mukaan. Tämän vuoksi mallissa on määritelty aikataulu, jolla kiinteät kustannukset tulevat ajan funktiona muuttuviksi kustannuksiksi, jotka otetaan mukaan optimointimalliin. Tämä tarkoittaa sitä, että vuosittain yhä suurempi osa hehtaari- ja eläinkohtaisista poistoista on mukana optimoinnissa.

Mallissa ei ole mukana pitkän aikavälin investointikäyttäytymistä tai investointisääntöjä omana päätösmuuttujanaan, vaan investoinnit ovat implisiittisesti mukana poistojen kautta. Poistojen huomiotta jättäminen tarkasteluajanjakson alkuvuosina merkitsee pääomakannan alenemista. Alkuvuosina tuotantoa voidaan harjoittaa suhteellisen vähäisin korvausinvestoinnein, mutta jatkossa tarvittavien poistojen määrä päätöksenteossa ja optimoinnissa kasvaa ajan funktiona. Poistojen kasvu ajan funktiona merkitsee uus- ja korvausinvestointeja, jotka

on pakko tehdä mikäli tuotantoa halutaan jatkaa. Samalla kuitenkin maatalouden panoskäyttö muuttuu ajan funktiona tilakoon kasvun ja tuotantoteknologian kehittymisen seurauksena (tämä määrittely tehdään erikseen luvussa 4.4), minkä vuoksi poistojen kokonaismäärä hehtaaria ja eläintä kohti laskee vuoden 1995 tasosta vuoteen 2005 mennessä. Tämä puolestaan vähentää poistojen kasvua päätöksenteossa. Investointien ja tuotantopanosten käytön välillä ei ole eksplisiittistä yhteyttä. Kiihteiden kustannusten tuleminen muuttuviksi ja tuotantopanosten käytön tehostuminen on asetettava järkevässä suhteessa toisiinsa.

Kiinteiksi luokiteltuja kustannuksia ovat mallissa poistot, koneiden ja rakennusten korjausmenot sekä korot, vakuutukset ja vuokrat. Kiinteiden eli lyhyellä aikavälillä uponneiden kustannusten tulemiselle muuttuviksi voidaan esittää erilaisia aikatauluja tuotantosuunnittain ja kustannusryhmittäin. Aikataulu voi olla erilainen esim. rakennus- ja konepoistoille. Koska poistoajkojen määrittelyjä ei voida tehdä täysin luotettavien perusteiden, aikataulut määritellään ns. peruskeinaariota muodostettaessa (luku 6). Eri aikatauluilla voidaan tehdä herkkyyksianalyysiä.

Investointikäyttäytymisen puuttumista voidaan pitää sektorimallin heikkoutena. Esimerkiksi sianlihan tuotannon kasvun taustalla on paitsi kulutuksen kasvu, myös pitkän aikavälin investointikäyttäytyminen, johon vaikuttavat merkittävästi pienenevät siirtymäkauden tuet ja toisaalta investointituet. Sektorimalli ei nykyisellään suoraan kuvaa näitä tekijöitä. Näin ainut mahdollisuus todellisen kehitysuran replikoimiseksi on asettaa uponneet kustannukset vuosina 1995-1998 sille tasolle, että tuotannon laajeneminen on mahdollinen. Tuotannon supistuminen tai laajeneminen ovat mallissa seurausta aina vuosittaisesta lyhyen aikavälin optimoinnista. Poistojen asteittainen tuleminen mukaan päätöksentekoon kuvaa uus- ja korvausinvestointeja, joita on pakko tehdä tuotannon jatkamiseksi pitkällä aikavälillä. Tuotanto voi laajentua ja sen taso voi säilyä pitkällä aikavälillä vain, jos suotuisat hintasuhteet ja tuet vaikuttavat riittävän pitkään ja tuotot kattavat myös täydet poistot.

Toteutettua menettelytapaa ei voida pitää täysin tyydyttävänä, koska esim. investointien ja panoskäytön välillä ei ole eksplisiittistä yhteyttä. Menettelytavalle voidaan kuitenkin löytää tiettyjä perusteita. Tarkoituksena on kuvata maataloustuottajien lyhyen aikavälin päätöksentekoa EU-jäsenyyden alkuvuosiina (poistojen huomiotta jättäminen ja pääomakannan aleneminen) ja toisaalta poistojen ja todellisten tuotantokustannusten vaikutusta pitkällä aikavälillä. Investointien ja uponneiden kustannusten mallintaminen staattiseen optimointiin perustuvalla menetelmällä on vaikeaa, ja tällöin joudutaan tekemään em. oletuksia.

Suomen maataloudessa tehdään huomattava määrä investointeja vuosina 1995-1999 EU:n yhteisen maatalouspolitiikan aiheuttamien sopeutumispaineiden takia. Siirtymäkauden hinta- ja investointituet helpottavat investointien rahoitusta. Ainakin sianlihan tuotanto on kasvanut uusien investointien myötä. Jatkos-

sa investointikäyttäytyminen ja uponneet kustannukset eivät ole enää yhtä merkittävässä osassa maataloudessa, koska enää vain suhteellisen pieni joukko viljelijöistä investoi tai luopuu tuotannosta samanaikaisesti.

Investoinnit ja uponneet kustannukset liittyvät yhteen. Uponneita kustannuksia on ainakin kahdenlaisia. Juuri investoinut viljelijä joutuu jatkamaan tuotantoa, vaikka tuottoa omalle työlle ja kiinteille kustannuksille jäisi vain vähän. Suuret investoinnit kaventavat äskettäin investoineiden viljelijöiden liikkumavaraa tuotannon määrän suhteen useiksi vuosiksi. Olemassa oleva kapasiteetti on pakko hyödyntää vaikka työtulo jäisi vähäiseksi. Vastaavasti vanhalla, jo poistetulla kalustolla toimivat viljelijät ovat vapaita vähentämään tuotantoa tai kokonaan lopettamaan tuotannon, jos voittomarginaali jää tehtyyn työmäärään nähden pieneksi. Jos toisaalta yrittäjätulo pysyy edelleen kohtuullisella tasolla, he voivat jatkaa tuotantoa joitakin vuosia, vaikkei kiinteille kustannuksille ja sijoitetulle pääomalle jäisikään muuttuvien kustannusten ja kohtuullisen yrittäjätulon jälkeen mitään korvausta. Viljelijän käyttäytyminen hinta- ja politiikka-muutoksen sattuessa riippuu siitä, onko hän investointisyklin alku- vai loppupäässä.

Poistoaikataulujen määräämisen kannalta oleellinen kysymys on, kuinka suuri osa maatalouden tuotantovälineistöstä on jo poistettua pääomakantaa eri tuotannonaloilla ja alueilla. Toinen, tähän liittyvä kysymys on, kuinka kauan nykyinen, osittain jo poistettu, mutta edelleen toimintakuntoinen tuotantokoneisto pysyy mukana tuotannossa ilman uus- tai korvausinvestointeja. On vaikeaa saada tarkkaa empiiristä tietoa siitä, millä aikataululla nykyisin kiinteät tuotantotekijät tulevat muuttuviksi kullakin tuotannonalalla. Eri aikataulujen suhteen tulee tehdä herkkyysanalyysiä (luku 6). Sektorimallin tässä versiossa tarkasteluajanjakso päättyy jo vuonna 2005, mutta tulevilla versioilla tarkasteluajanjakso on pitempi, jolloin myös poistoaikataulut voivat olla erilaisia.

4.4. Panoskäytön muuttuminen

Maatalouden kustannustehokkuuden kasvun odotetaan yleisesti kiihtyvän pitkän ajan trendiarvostaan EU-jäsenyyden aiheuttamien paineiden myötä. Tätä kehitystä näyttäisivät suosivan myös investointitukien vauhdittamat uudet investoinnit. Jatkossa voidaan odottaa sekä muuttuvien että kiinteiden tuotantopanosten käytön tehostumista. Mallissa on mahdollista määrittää tietyille tuotantopanoksille käytön tavoitetasot hehtaaria ja eläintä kohti vuoteen 2005 mennessä. Tavoitetasot annetaan suhdelukuina suhteessa vuoden 1995 tuotantopanosten käyttöön. Tavoitetasot voidaan asettaa menneen kehityksen mukaisesti, tai sitten voidaan tutkia, kuinka suuri tuottavuuden kasvu riittää pitämään maataloustuotannon halutulla tasolla tietyn tukipolitiikan vallitessa.

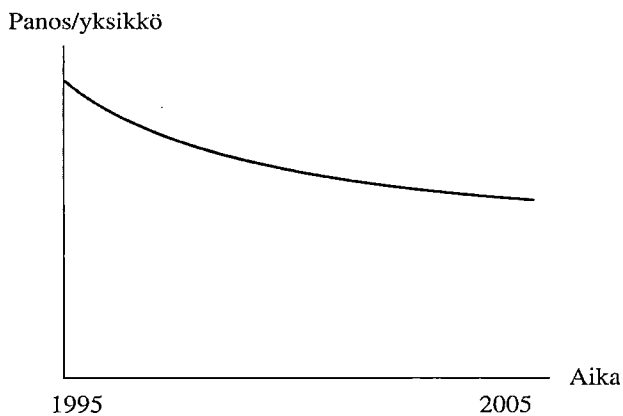
MTTL:n kirjanpitoaineistosta on estimoitu riippuvuutta tuotantopanosten käytön, tuotantokustannusten ja tilakoon välille (Niemi ym. 1995, s. 136). Havainto-

aineistoon on todettu sopivan parhaiten muotoa

$$(4-35) \quad \log C = a - b \log KK$$

oleva käyrä, missä C on tuotantokustannus hehtaaria tai eläintä kohti, KK tilan keskikoko ja a ja b positiivisia parametreja. Tuotantopanosten käyttö alenee mallissa tämän funktiomuodon mukaisesti asetettuun tavoitearvoon. Tätä tutkimusta varten ei ole estimoitu parametreja a ja b , vaan funktio (yhtälössä 4-35) kalibroidaan kulkemaan alkuarvosta loppuarvoon pelkästään ajan funktiona eli vuodesta 1995 vuoteen 2005 (kuvio 3.6). Käyrä ei siis riipu eksplisiittisesti tilakoon kasvusta vaan pelkästään ajasta. Yhtälön (4-35) parametrien estimointi tuotantosuunnittain vaatii laajan ja edustavan tila-aineiston. Poikkileikkausaineisto kuvaisi sekin ainoastaan tämänhetkistä riippuvuutta panoskäytön ja tilakoon välillä. Kehittyvät tuotantomenetelmät ja -teknologia tulevat muuttamaan edelleen tilakoon ja panoskäytön välistä riippuvuutta.

Yhtälön (4-35) mukainen tuotantopanosten käytön lasku hehtaaria tai eläintä kohti ajan funktiona on asetettu erikseen muuttuville ja kiinteille tuotantopanoksille. Kasvinviljelyssä muuttuvia tuotantopanoksia ovat ihmis- ja konetyö sekä tietyt yleiskustannukset. Kotieläintaloudessa muuttuvia tuotantopanoksia, joille panoskäytön lasku määritellään, ovat työ, tietyt yleiskustannukset sekä lääkintä ja sähkö. Rehupanosten käytön ei oleteta laskevan ajan funktiona eläintä kohti, eli rehuyksikkö- karkearehu- ja valkuaisrajoitusten oletetaan pysyvän ennallaan vuoteen 2005. Eläinten keskituotosten kasvu on mallinnettu erikseen. Kiinteitä tuotantopanoksia ovat kone- ja rakennuspoistot, korkomenot ja ylläpito-kustannukset. Panoskäytön tehostumisen oletetaan olevan suhteellisesti sama kaikilla alueilla. Lannoitustasot muuttuvat optimaalisen lannoitustason mukai-



Kuvio 4.5. Panoskäytön tehostuminen ajan funktiona.

seksi hintasuhteiden ja satotasofunktioiden perusteella. Siementen ja kasvin-suojeluaineiden käytön oletetaan pysyvän hehtaaria kohti ennallaan.

Sektorimalli ei ota kantaa siihen, kuinka em. tavoitetasot saavutetaan. Ne asetetaan suhteessa ns. perusskenaarion (luku 6) muihin oletuksiin, joita ovat uponneet kustannukset, inflaatio ja satotason ja eläinten keskituotosten kasvu. Tavoitetasot voidaan periaatteessa saavuttaa paitsi tilakoon kasvun, myös muiden rationalisointitoimenpiteiden ja uuden teknologian kautta.

4.5. Satotason määräytyminen

Eri kasvien satotaso määritetään joka vuodelle erikseen kaikille 14 tuotannolliselle alueelle. Lähtökohtana kullakin alueella ovat keskiarvosadot vuosilta 1988-1996. Viljelykasveja ovat mallissa vehnä, ruis, ohra, mallasohra, kaura, seka-vilja, öljykasvit, sokerijuurikas, ruokaperuna, tärkkelysperuna, säilörehu, tuore-rehu (sis. laidunrehu), kuivaheinä ja herne. Varsinaiset satotasot saadaan optimoinnin ulkopuolella määrittelemällä optimaalinen typpilannoitusmäärä lannoit-teiden (P_f) ja edellisen vuoden tuotehintojen (P_c) tai interventiohintojen sekä satotasofunktion avulla. Yhtälössä (4-36) N on typpilannoitus hehtaaria kohti ja $F(N)$ on satotasofunktio typen suhteen.

$$(4-36) \quad \frac{dF(N)}{dN} = \frac{P_f}{P_c}$$

Satotasofunktioina käytetään soveltuvin osin kvadraattisia ($F_q(N)$ yhtälössä 4-37) ja Mitscherlich-funktioita ($F_m(N)$ yhtälössä 4-38). Valinta on tehty sen mukaan kuin eri funktiomuotojen sopivuudesta on saatu kokemuksia suomalaisissa lannoituskokeissa. Jokaisen kasvin osalta on pyritty hyödyntämään tuoreinta saatavilla olevaa tutkimusaineistoa (ks. luku 5.4).

$$(4-37) \quad F_q(N) = a + bN + cN^2$$

$$(4-38) \quad F_q(N) = m(1 - ke^{-bN})$$

Kvadraattista funktiota käytetään rukiille, tärkkelys- ja ruokaperunalle, sokeri-juurikkaalle, kuivaheinälle, säilö- ja tuorehulle sekä öljykasveille. Mitscherlich-funktiota käytetään vehnälle, ohralle, mallasohralle, kauralle, sekaviljalle (jonka on ajateltu muistuttavan lannoitusominaisuuksiltaan kauraa) ja herneelle.

Satotasofunktiot on sovitettu kunkin 14 tuotannollisen alueen keskimääräiselle lannoitus- ja satotasolle siten, että satotason suhteelliset muutokset tietyn-suuruusille lannoitusmuutoksille vastaavat lannoituskokeissa (Bäckman ym. 1997,

Heikkilä 1980, Kleemola 1989) estimoitujen funktioiden mukaisia satotason muutoksia. Funktioiden suhteellinen nousujyrkkyys typen käytön suhteen saadaan suomalaisista lannoituskokeista estimoiduista satotasofunktioista (kvadraattisella funktiolla ensimmäisen asteen parametri ja Mitscherlich-funktiolla eksponentti-parametri b). Muut parametrit saadaan olettamalla nykyinen keskimääräinen lannoitustaso optimaaliseksi vallitsevilla hehtaarisadoilla ja hintasuhteilla. Kvadraattisella funktiolla parametri c voidaan laskea seuraavasti, kun parametri b tunnetaan (lannoitusvastekokeiden perusteella):

$$(4-39) \quad c = \frac{\frac{P_f}{P_c} - b}{2N_0}$$

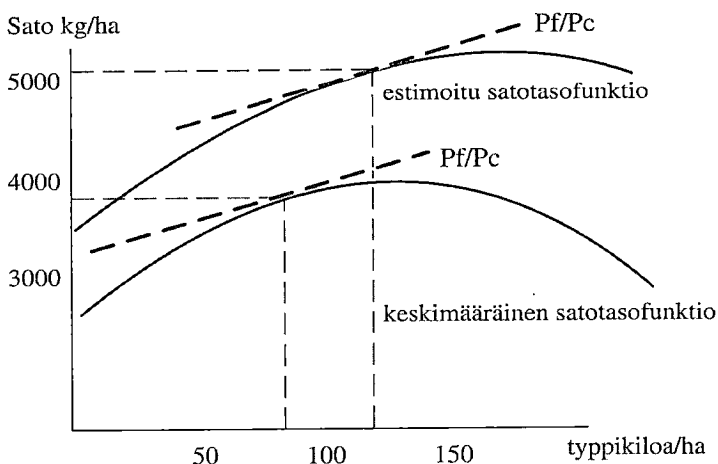
missä N_0 on alueen keskimääräinen typpilannoitustaso. Parametri a saadaan tämän jälkeen yhtälöstä (4-37) keskimääräisen satotason perusteella. Parametrit a ja c eivät ole siis samoja kuin lannoitusvastekokeista saadut. Tämä tarkoittaa sitä, ettei lannoitusvastekokeista estimoitua paraabelia (4-37) siirretä sellaisenaan vastaamaan kunkin alueen lannoitus- ja satotasoa. Lannoitusvastekokeet on tehty keskimääräistä suuremmilla typpi- ja satotasooilla, eivätkä saadut satotasofunktiot voi siten suoraan vastata käytännön keskimääräisiä viljelyolosuhteita. Nousujyrkkyysparametri kuitenkin kuvaa satotason nousua typen käytön kasvaessa, minkä voidaan katsoa pätevän myös keskimääräisillä typen käytön tasoilla. Lannoitusvastekokeista estimoidun paraabelin suora siirto alemmalle typpi- ja satotasolle ei ole mielekästä, koska yhtälön (4-36) mukainen optimaalinen lannoitustaso on tällöin huomattavasti keskimääräistä korkeampi (kuvio 3.5). Jos estimoitua funktiota siirrettäisiin sellaisenaan vasemmalle, saataisiin varsin korkea hehtaarisato jopa ilman lannoitteita (tämä pätee erityisesti mitscherlich-funktion ollessa kyseessä). Tämän vuoksi paraabelin (ja vastaavasti mitscherlich-funktion) muotoa muutetaan määrittelemällä uudelleen parametrit a ja c . Tämä tapahtuu olettamalla nykyinen keskimääräinen typpilannoitustaso optimaaliseksi jonkin hypoteettisen keskimääräisen satotasofunktion mielessä, jonka nousujyrkkyyttä (kvadraattisella funktiolla ensimmäisen asteen parametri) kuvaava parametri on otettu suoraan lannoitusvastekokeista. Kun $N=0$, satotasofunktion derivaatta ($=b+2cN$) on sama sekä estimoidussa että keskimääräisessä funktiossa. Funktion derivaatta laskee kuitenkin keskimääräisessä funktiossa kenttäkokeissa estimoitua funktiota nopeammin, jolloin derivaatta on hintasuhtesuoran kulmakertoimen suuruinen tunnetulla keskimääräisellä typenkäytön ja hehtaarisadon tasolla. Vaikka keskimääräisfunktio on estimoitua funktiota nopeammin kaareutuva, hintasuhteen ja siten typenkäytön (kvadraattisella funktiolla hintasuhdetta vastaava optimaalinen typenkäyttö on $(P_f/P_c - b)/2c$) muutos saa aikaan keskimääräisfunktiossa suhteellisesti täsmälleen yhtä suuren satotason muutok-

sen kuin käytettäessä estimoitua funktiota. Näin siksi, että alkuperäisillä hintasuhteilla laskettu c -parametri (yhtälö 4-39) riippuu ainoastaan typenkäytöstä, eli kummankin funktion c -parametri on kääntäen verrannollinen alkuperäisen hintasuhteen mukaisen optimaalisen typenkäytön tasoon.

Mitscherlich-funktiot, joita käytetään vehnälle, ohralle, mallasohralle, kauralle, sekaviljalle ja herneelle, asetetaan vastaavalla tavalla keskimääräiselle lannoitus- ja satotasolle alueittain.

Optimaalinen typenkäyttö ei tässä yhteydessä tarkoita, että todellinen biologinen satotasofunktio olisi typenkäytön suhteen juuri sellainen kuin edellä kuvattu menettely tuottaa. Tunnettuihin keskimääräisiin lannoitus- ja satotaseihin on muitakin syitä kuin pelkästään biologinen lannoitusvaikutus. Viljelijät eivät tunne tarkasti satotasofunktioitaan. Syistä, joita kaikkia tuskin voi kattavasti eritellä, viljelijät lannoittavat tietyn verran ja saavat tietyn sadon. Tietyn hypoteettisen satotasofunktion mielessä lannoituskäyttäytyminen voidaan tulkita optimaaliseksi käyttäytymiseksi. Tässä tutkimuksessa on eri lannoituskokeiden perusteella estimoidut biologiset satotasofunktiot muunnettu vastaamaan eräänlaista taloudellista keskimääräisoptimia tietyillä hintasuhteilla, typenkäytöllä ja satotasolla alueittain. Lopputuloksena saadut funktiot eivät siksi ole varsinaisia biologisia satotasofunktioita, kuten kenttäkokeiden perusteella estimoidut funktiot. Kenttäkokeiden perusteella saatujen funktioiden parametrit ja sektorimallissa käytettyjen muunneltujen funktioiden parametrit (esimerkkinä Etelä-Suomen B-alue) on esitetty luvussa 5.4.

Lannoituksen ohella huomioidaan satotason lannoituksesta riippumaton trendikasvu, minkä katsotaan johtuvan teknisestä ja biologisesta kehityksestä. Sato-



Kuvio 4.6. Estimoitu ja keskimääräinen satotasofunktio sekä optimaaliset lannoitustasot.

tason oletetaan kasvavan trendinomaisesti kaikilla alueilla ja kasveilla lineaarisesti tietyllä määrällä vuosien 1988-1996 keskiarvosta. Eksogeenisesti asetetun satotason vaikutuksista mallin tuloksiin on aiheellista tehdä herkkyyksianalyysiä. Satotasofunktion mukaiseen satotasoon, joka siis riippuu hintasuhteiden mukaisesta optimaalisesta typen käytöstä, lisätään sektorimallissa joka vuosi samansuuruinen satotason vuotuinen trendikasvu. Satotasofunktion muoto itsessään pysyy siis koko ajan vakiona vaikka satotaso kasvaakin, ja myös satotasofunktion mukainen satotason muutos pysyy absoluuttisesti samana mikäli lannoitus muuttuu hintasuhteiden muuttuessa.

Tämä ei vastaa täysin todellisuutta, koska tällöin osa kasvinjalostuksen tai maanmuokkausmenetelmien kehittymisen tuomista hyödyistä menetetään. Todellisuudessa uudet kasvilajikkeet pystyvät hyödyntämään lannoitelisäyksen entisiä tehokkaammin, jolloin satotasofunktio ja optimaalinen lannoitustaso muuttuvat ajan myötä hintasuhteista riippumatta. Tähän vaikuttaa osaltaan myös kehittyvät lannoitusmenetelmät. Tällöin lannoitus tulee vuosi vuodelta tehokkaammaksi.

Periaatteessa myös sektorimallin satotasofunktioiden parametrit pitäisi päivittää joka vuosi. Sektorimallin oletuksena kuitenkin on, että satotason trendinomainen kasvu johtuu kokonaan muista tekijöistä kuin lannoituksesta. Tehty ratkaisu on käytännössä välttämätön. Samaa oletusta on käytetty myös estimoidessa käytettyjä satotasofunktioiden parametreja. Heikkilä (1980), jonka koehavainnot olivat vuosilta 1969-1978, käytti estimoinneissaan selittävänä muuttujana ainoastaan lannoitekäyttöä, eli oletuksena oli satotasofunktion pysyminen ajan suhteen vakiona (Heikkilä 1980, s. 21). Useamman vuoden koesarjoja käytettiin, jotta välttyttäisiin sääolosuhteiden ym. satunnaistekijöiden vaikutuksilta (Heikkilä 1980, s. 19). Samoin Kleemola (1989) estimoi satotasofunktiot käyttäen selittävänä muuttujana pelkästään typpilannoitusta. Bäckmanin ym. (1997) kokeissa jotkut kasvilajikkeet vaihtuivat koejakson aikana, jonka vaikutusta mallinnettiin laji- ja vuosivaihtelua selittävillä dummy-muuttujilla. Ylä-talon ym. (1996) tutkimuksessa, josta myös tässä tutkimuksessa käytettyjen funktioiden parametrien alkuarvot (ks. luku 5.4) on saatu, satotasofunktiot on kuitenkin estimoitu ilman dummy-muuttujia.

Jos satotasofunktioiden vuosivaihtelu halutaan ottaa huomioon satotasofunktiota määritettäessä, se vaatii paljon lisätyötä. Vuosivaihtelu voidaan mallintaa monella eri tavalla. Erilaisista sää- ym. satunnaistekijöistä johtuen sama menettely ei ole paras mahdollinen kaikille kasveille (ks. esim. Sumelius 1993). Todennäköisesti joka kasville jouduttaisiin käyttämään eri menettelyä. Menneiden vuosien satunnaistekijät määräävät paljolti sen millaiset dummy-muuttujat kullekin kasville kannattaa valita. Satotasofunktioiden muuttumisen mallintaminen on tämän vuoksi ongelmallista.

4.6. Eläinten keskituotoksen kasvu

Kotieläinten ruokinnassa sama tuotos voidaan saavuttaa useilla eri ruokinta-vaihtoehtoilla. Tuotoksen vastetta eri rehujen määrille ei ole voitu kuitenkaan luotettavasti estimoida. Mallin tässä versiossa eläintuotoksille on asetettu ekso-geenisesti ruokinnasta riippumaton trendi, jolloin tuotosten kasvut kuvaavat rehunkäytön tehokkuuden kasvua ja eläinaineksen paranemista. Lehmän keski-tuotos on erilainen eri suuralueilla, muut eläinten keskituotokset ja niiden kasvut ovat samat koko maassa. Keskituotos kasvaa vuoden 1995 arvosta lineaarisesti tietyllä määrällä vuoteen 2005. Vuoteen 1995 asti lehmien keskituotoksen trendi-kasvu on ollut Suomessa keskimäärin noin 87 kiloa lehmää kohti vuodessa (Niemi ym. 1995, s. 115). Koska maitotilojen lukumäärän uskotaan vähenevän siten, että tuotokseltaan heikoimmat jäävät tuotannosta pois, jopa 150 kilon keskituotoksen vuosikasvua pidetään mahdollisena vuoteen 2005 mennessä. Se vaatisi kuitenkin ilmeisesti väkirehujen nykyistä runsaampaa käyttöä varsinkin lypsykauden alkuvaiheessa. Ruokinnan muuttuminen väkirehuvaltaiseksi ei vas-taa mallissa suoraan keskituotoksen kasvuun, koska käytettävissä ei ole sopivaa tuotantofunktiota. Naudoille pätevät ainoastaan karkearehu- ja rehuyksikkö-rajoitteet. Valkuaislisää sisältävät teollisuusrehut ovat siksi jossain määrin ali-arvostettuja mallissa, siinä määrin kuin teollisuusväkirehuilla on rehuviljaa suu-rempi tuotosvaikutus.

Naudanlihantuotannossa ei ole oletettu ruokinnan tehokkuuden kasvua. Tämä on ilmeinen puute mallissa (asiaa koskevaa trendidataa ei ole ollut käytettävissä), mutta toisaalta erikoistuneen naudanlihantuotannon tuottavuuden kasvu on asetettu lypsykarjataloutta paremmaksi työn- ja pääomankäytön tehostumisen osalta. Lisäksi kustannukset ovat erikoistuneessa naudanlihantuotannossa liha-nautaa kohti selvästi alemmat kuin lypsykarjataloudessa (luku 5.1).

Myös emakkojen porsastuotannolle, kanojen munantuotannolle ja siipi-karjaemojen poikastuotannolle asetetaan lineaarinen trendi. Näillä eläimillä tuo-tokset ja vastaavasti kasvutrendit ovat samat koko maassa. Keskituotosten kas-vun vaikutusta mallin ja politiikka-analyysin tuloksiin voidaan tutkia asettamal-la kasvut erilaisiksi eri skenaarioissa.

4.7. Tulosteet

Sektorimalli on maatalouden päätuotantoalat ja 14 tuotannollista aluetta käsittä-vä dynaaminen kokonaisuus, josta erilaisia tulosteita saadaan runsaasti. Tulosteita voidaan tarkastella ja edelleen käsitellä normaalia taulukkolaskentaa käyttäen.

Tärkeimmät tulosteet, kuten pinta-alat, eläintuotannon määrät, tuottajahinnat, kulutus ja ulkomaankauppa, esitetään koko maan tasolla omassa tulosteessaan. Samassa tulosteessa on joidenkin keskeisten muuttujien (maidon- ja lihantuotanto, kokonaispinta-alat) osalta alueittaista tarkastelua 4 suuralueen kesken.

Varsinainen aluekohtainen tulostus on laaja ja kattaa kaikkien kasvien pinta-alat ja eläinmäärät jokaisella 14 tuotannollisella alueella jokaisena tarkasteltavan ajanjakson vuonna. Siinä on edelleen eriteltynä kunkin suuralueen osuus koko maan ko. kasvin pinta-alasta tai eläinmäärästä sekä vastaavat prosenttiosuudet suuralueen sisällä. Eläinmäärät suuraluetasolla on katsottu tarkoituksenmukaiseksi tuottaa erikseen omaksi tulostukseksi.

Maataloustuotannon volyyymikehitystä valottavat volyyymi-indeksit, jotka lasketaan paitsi kokonaistasolla vuoden 1996 hinnoin, myös erikseen kasvi- ja eläintuotannolle, sekä erikseen näiden kahden pääryhmän sisällä kasvi- ja eläin- tuotekohtaisesti.

Maatalouden kokonaislaskelma on omana tulosteenaan. Siinä noudatetaan mahdollisimman pitkälle varsinaisen kokonaislaskelman mukaista ryhmittelyä. Kuitenkaan kaikki kustannuserät sektorimallissa ja maatalouden kokonaislaskelmissa eivät täysin vastaa toisiaan. Maataloustulosta lasketaan erikseen indeksi, jossa lähtötasona on vuosi 1995 tai jokin muu vuosi valinnan mukaan. Lisäksi lasketaan maataloustulo työtuntia kohti, jonka vertailukohtana on vaadittu tuntiansio. Kokonaislaskelman yhteydessä on myös taulukoitu työtuntien määrä ja indeksit suuralueittain erikseen kasvinviljelyssä ja kotieläintaloudessa sekä koko maataloudessa.

Rehunkäyttötulosteissa esitetään kunkin eläimen ruokinta ja rehuyksiköt vuositasona tunnettuna alkuvuonna 1995 sekä loppuvuonna 2005 suuralueittain. Nautaeläimien kohdalla lasketaan vielä kuiva-aineen ja väkirehun osuudet rehuyksikköjen kokonaismäärästä. Lehmien kohdalla lasketaan vielä ohutsuolessa sulavan valkuaisen määrä ja pötsin valkuaisase. Näin voidaan seurata rehunkäytön kehitystä.

Kaikista tulosteista tehdään omansa jokaiselle vaihtoehdoiselle politiikkaskenaariolle. Taulukkolaskennan avulla eri tulosteista voidaan laatia yhdistelmiä, vertailuja ja grafiikkaa.

4.8. Ohjelmointi ja tekninen toteutus

Matemaattinen optimointitehtävä voidaan ohjelmoida ja ratkaista useillakin erilaisilla ohjelmistoilla. Koska tehtävänä on laajan, koko maatalouden kattavan alueellisen ja dynaamisen mallin ohjelmointi ja ratkaisu, on helpointa käyttää korkean tason¹ ohjelmointikieltä, joilla kohdefunktio sekä tase- ja rajoitusyhtälöt voidaan kirjoittaa tiiviiseen ja yksinkertaiseen muotoon. Matriisigeneraattorit muodostavat automaattisesti alue- ja tuotekohtaiset rajoitusyhtälöt määrittelyllä alue- ja tuoteryhmäjoilla. Tämä vähentää ohjelmointivirheitä ja

¹ Tämä tarkoittaa, että ohjelmointikieli on lähempänä ihmisen ymmärtämää algebrallista merkintätapaa kuin esim. konekieltä, joka luokitellaan matalan tason ohjelmointikieleksi.

antaa mahdollisuuden kirjoittaa lyhyttä ja yksinkertaista koodia. Erilaista teknistä ja tilastollista dataa voidaan kirjoittaa suoraan valmiina erillisinä taulukoina ja vektoreina.

Epälineaariset rajoitteet tekevät optimoinnin matemaattisesti ja teknisesti raskaaksi. Esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmistojen ratkaisimia ei ole tarkoitettu laajojen ja raskaiden optimointitehtävien ratkaisemiseen. Optimoinnin kuluista ja sen keskeisimmistä tunnusluvuista ja ratkaisimen virhetiloista saadaan taulukkolaskentaohjelmissa vain hyvin rajoitetusti tietoa, jolloin mahdollisten virhetilanteiden selvittäminen on hankalaa. Myöskään varsinaisen optimointialgoritmin asetusten muuttaminen tehtävän kannalta paremmiksi ei ole taulukkolaskentaohjelmissa mahdollista. On siis syytä käyttää nimenomaan laajojen järjestelmien optimointiin tarkoitettuja ratkaisimia. Niissä on laaja valikoima optimoita, joita muuttamalla ratkaisualgoritmia voidaan muuttaa kullekin ongelmatyypille sopivaksi. Kehittyneissä ratkaisimissa jokainen ratkaisu tuottaa lisäksi monipuolisen selvityksen ratkaisimen tilasta, tunnusluvuista, mallin laajuudesta ja epälineaarisuuden asteesta, resurssien (muistin ja keskusyksikköajan) käytöstä ja mahdollisista ongelmatapauksista. Varoitus- ja virheilmoitukset ovat monipuoliset (ks. esim. Brooke et al. 1992, s. 107-125).

Sektorimalli on ohjelmoitu käyttämällä GAMS-ohjelmistoa (General Algebraic Modeling System, versio 2.25), joka voidaan asentaa mikrotietokoneelle (Brooke ym. 1992). GAMS on kehitetty erityisesti taloudellisten järjestelmien mallintamista varten ja on yleisesti käytetty työkalu taloudellisten mallien toteutuksessa taulukkolaskentaohjelmien ohella (esim. Törmä ja Rutherford 1993). GAMS-ohjelmistosta on nykyisellään omat versionsa ainakin dos-, Windows 95- ja Unix- käyttöjärjestelmiä varten. GAMS on korkean tason ohjelmointikieli, jolla voidaan ohjelmoida helposti laajoja optimointitehtäviä. Merkintätapa on GAMS-järjestelmässä hyvin lähellä algebrallista merkintätapaa, mikä antaa mahdollisuuden kirjoittaa lyhyttä ja helposti luettavaa koodia. Erilaiset poikkeus-tilanteet esim. taseyhtälöissä toteutetaan asettamalla muuttujien välille ehtoja loogisia operaattoreita käyttäen. GAMS on riippumaton tietokoneympäristöstä ja käytetyistä ratkaisualgoritmeista, joita voidaan päivittää. GAMS-järjestelmään kirjoitetut lisämodulit antavat mahdollisuuden lukea tietoja suoraan taulukkolaskentaohjelmista ja vastaavasti kirjoittaa dataa suoraan valmiisiin taulukkopohjiin. GAMS-järjestelmässä ei ole itsessään graafisia ominaisuuksia, mutta tulokset voidaan lukea suoraan taulukkolaskentaohjelmiin, joiden grafiikkaa voidaan käyttää tulosten esittämiseen. Uusia yleisesti saatavilla olevia GAMS-järjestelmään tarkoitettuja erillisiä moduleita käyttäen voidaan määrittellä ajon aikaista grafiikkaa, jolloin keskeisten tuotannonalojen kehitystä ja hintoja on mahdollisuus seurata ajon aikana. Optimoinnin tulokset voidaan tulostaa haluttuun muotoon ja käyttää edelleen lähtötietoina muissa GAMS-malleissa.

GAMS-järjestelmään on saatavilla erikseen ratkaisimet lineaariseen, epälineaariseen ja sekalukuoptimointiin. Yleisten tasapainomallien rakentamiseen on ke-

hitetty oma GAMS-pohjainen ohjelmointikielensä ja ratkaisimensa. Epälineaariseen optimointiin tarkoitettu GAMS/MINOS-ratkaisin, jota käytettiin sektori-mallin ratkaisussa, käyttää *reduced-gradient*-algoritmia yhdistettynä *quasi-Newton*-algoritmiin. GAMS/MINOS laskee redusoidut gradientit analyttisesti käyttäen symbolista derivointia. Epälineaarille rajoitusyhtälöille käytetään *projected Lagrangian*-algoritmia, jossa rajoitukset linearisoidaan käyttäen niinkään symbolista derivointia. Jos rajoitukset ovat epälineaarisia, ratkaisun suppenevuutta ei voida yleisesti taata, koska ratkaisimen oletusarvot eivät sovi kaikille mahdollisille ongelmille. Käyttäjä voi kuitenkin varmistua kohdefunktion suppenemisestä muuttamalla tiettyjä algoritmin käyttäytymistä sääteleviä parametreja (Brooke ym. 1992, s. 203-205). Tässä työssä on käytetty enimmäkseen lineaarisia rajoitteita. Vain ruokinnan takia joudutaan käyttämään toisen asteen epälineaarisia rajoitteita. Kohdefunktio on loiva toisen asteen kohdefunktio. GAMS/MINOS löytää näillä funktiomuodoilla helposti globaalin ratkaisun. Mitään ongelmia optimiratkaisun löytämisessä ei eri alkuarvoilla ole esiintynyt. Optimointialgoritmin asetuksia muuttamalla voidaan jossain määrin vaikuttaa ratkaisun tarkkuuteen ja suoritus aikaan.

Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen ulkomaiset yhteistyökumppanit käyttävät yleisesti GAMS-järjestelmää. Kansainvälistä yhteistyötä ajatellen ohjelmoinnissa on käytetty englanninkielistä nimitystä. Koodi, joka on myös kommentoitu englanniksi, on pyritty saamaan yksinkertaiseen, helposti luettavaan ja ymmärrettävään muotoon. Tässä esityksessä ei paneuduta mallin teknisiin yksityiskohtiin eikä operatiiviseen käyttöön, vaan sitä varten voidaan myöhemmin laatia erikseen oma yksityiskohtainen käyttöoppaansa.

Sektorimallin kaltainen dynaaminen kokonaisuus voidaan toteuttaa GAMS-järjestelmällä silmukassa siten, että edellisen vuoden tuloksia käytetään seuraavan vuoden lähtöarvoina. Varsinainen mallin matemaattinen rakenne, eli muuttuja- parametri- ja yhtälömääritykset sekä tulostettavien suureitten laskeminen muodostavat ns. pääohjelman. Kunkin vuoden keskeiset tulokset tallennetaan omiin vektoreihinsa myöhempää erillistä tulostusajoa varten. Osa datasta on taulukkoina samassa tiedostossa kuin matemaattinen koodi, mutta päivittämisen helpottamiseksi suurin osa datasta luetaan sisään kahdeksasta eri taulukkolaskentatiedostosta.

Tuet on määritetty omassa GAMS-muotoisessa tiedostossaan (joka sisällytetään suoraan pääohjelmaan \$include-komennolla), samoin hinnat. GAMS-järjestelmä, joka mahdollistaa modulaarisen ohjelmoinnin (\$include-komento), antaisi mahdollisuuden kirjoittaa koodin useampaankin tiedostoon. Pääohjelmassa on lisäksi määritelty ajonaikaista grafiikkaa, jonka avulla voidaan tarkastella ajon etenemistä ja puuttua mahdollisiin ongelmatilanteisiin jo ennen varsinaista tulostusajoa. Tämä säästää ohjelmointiin ja testaukseen kuluva aikaa.

Varsinaista tulostusta varten on erillinen GAMS-ohjelmansa, joka kirjoittaa lopputulokset viiteen eri taulukkolaskentatiedostoon. Maataloustuloa, tuotan-

non kokonaismääriä, volyyymi-indeksejä sekä alueittaisia eläinmääriä, pinta-aloja, ruokintaa ja ravinnetasetta varten on kullekin oma tiedostonsa. Eri politiikkaskenaarioita varten määritellään omat luku- ja tulostustiedostonsa. Kaiken kaikkiaan sektorimalli on teknisenä järjestelmänä 15-25 eri tiedostoa käsittävä kokonaisuus, riippuen siitä, kuinka yksityiskohtaisesti tuloksia halutaan tarkastella. Jokainen politiikkaskenaario vaatii aina saman verran tiedostoja lisää.

Varsinaisessa matemaattisessa koodiosuudessa koodirivejä on kommentteineen n. 7400. Tuki- ja hintamoduleissa koodirivejä on n. 850 ja tulostusohjelmassa n. 200. GAMS-järjestelmän tuottama tulostuslistaus, joka on hyödyllinen mallia testattaessa, on riisutussa muodossaankin yli 65000 riviä pitkä. Tulostuslistauksen pituuteen voi vaikuttaa eri optioilla. Tulostuslistausta ei tarvita ollenkaan, mikäli virhetilanteita ei tapahdu. Lopputulokset voidaan lukea taulukkolaskentatiedoista.

Sektorimalli on matemaattisena mallina varsin laaja. Jokaisessa yksittäisessä optimointimallissa on yhtälöitä 2804 ja muuttujia 1244. Nollasta poikkeavia elementtejä on (ratkaisuvuodesta riippuen) 13498-13577, joista epälineaaristen muuttujien kertoimina 4014-4029. Vertailun vuoksi Aplan ja Jonassonin tekemässä Ruotsin maataloussektorimallissa (Aplan ja Jonasson 1992, s. 27) oli 220 yhtälöä, 718 muuttujaa ja 4484 nollasta poikkeavaa elementtiä joista 46 epälineaarisia. Sektorimallin kääntämiseen, optimointitehtävän muodostamiseen, ratkaisuun ja tulostukseen kuluva aika on yhteensä n. 12 minuuttia käyttäen 200 megaherzin Pentium 200 MMX-prosessoria (muisti 32 megatavua). Yksittäisen optimointitehtävän ratkaisu kestää 45-50 sekuntia, mutta sen lisäksi aikaa vievät datan lukeminen ja ajonaikainen grafiikka. Ensimmäisen optimointitehtävän muodostaminen ja ratkaiseminen vievät enemmän aikaa kuin muiden. Muuttujille asetetut alkuarvot vähentävät käyvän alueen etsimiseen kuluva aikaa. Keskeistä mallin ratkeavuuden ja suoritusajan kannalta on epälineaaristen rajoitteiden muotoilu taseyhtälöissä siten, että epälineaarisia muuttujia on mahdollisimman vähän. Tässä on käytetty apuna lineaarisia rajoitteita. Ratkaisuaikaa saatiin lisäksi alennettua neljänneksellä kokeilemalla MINOS-ratkaisimen eri optioita. Ratkaisujan kannalta on tässä tapauksessa edullista, jos asetetaan MINOS-ratkaisimen optioiksi oletusarvoista poiketen "Minor iterations 80", (oletus 40) eli kasvatetaan ratkaisualgoritmin iteraatiokierrosten määrää kohdefunktion ja rajoitteiden päivittämisen välillä. Tämä on edullista, koska käytetyt funktiomuodot ovat sekä kohdefunktiossa että rajoituksissa varsin loivia. Toisaalta mallin lukuisien ja osin epälineaaristen rajoitteiden ja myöskin kohdefunktion muodostaminen ja symbolinen derivointi vievät aikaa. Lisäämällä iteraatioiden määrää päästään lähemmäksi optimia funktioiden muodostamisen välissä. Suoritus aikaan vaikuttaa myös oletus siitä, mitä muuttujia otetaan ensin kantaan ja mitä ei. Asettamalla "Start assigned nonlinear Nonbasic" kantaan ei oteta ensimmäisenä epälineaarisia muuttujia, mikä tässä tapauksessa nopeuttaa ratkaisualgoritmin hakeutumista optimiratkaisuun vievälle uralle. Muiden optioiden muut-

taminen ei ratkaisevasti nopeuta ratkaisua. Tärkeää on kuitenkin epälineaaristen rajoitteiden tapauksessa muodostaa alkuoletuksen mukaisesti Lagrangen kertoimet eli muodostaa rajoitteet aina kun kohdefunktiokin. Mikäli näin ei tehdä, suoritus aika kyllä nopeutuu, mutta optimiratkaisua ei välttämättä löydetä. Optimointitehtävän ratkeavuuden suhteen ei kuitenkaan ole ollut ongelmia asetetuilla optioilla, vaan globaali optimi löydetään ja tulokset voidaan toistaa täsmälleen samanlaisina.

Sektorimalli voidaan ratkaista myös erikseen yhdelle vuodelle väliltä 1995-2005 ko. vuoden tuet huomioon ottaen. Laajentamalla tuotannon ja kulutuksen muutosrajoja sekä asettamalla kaikki kiinteät kustannukset muuttuviksi voidaan tehdä myös pitkän aikavälin staattista tasapainoanalyysiä. Tämä on kuitenkin ongelmallista. Leontief-teknologian vallitessa pienikin muutos hinnoissa, kustannuksissa tai tuissa voi ajaa muuttujat alarajalta ylärajalle tai päinvastoin.

5. Tilastoaineisto ja tuotantokustannusten määrittäminen

5.1. Tärkeimmät tilastolähteet

Suuri osa sektorimallin tilastoaineistosta on saatavissa suoraan yleisistä tilastoista. Tällaisia tietoja ovat mm. kulutus, hinnat ja satotaso. Satotaso alueittain ja eri tuotteiden kulutus vuonna 1995 on saatu Maatilatilastollisessa vuosikirjasta (TIKE 1996). Kuluttajahinnat ovat Tilastokeskuksen julkaisemasta kuluttajahintatilastosta. Kuluttajahintatasolla hinnoitellaan maitotuotteet ja sokeri. Muut tuotehinnat ovat tuottajahintoja, joiden keskimääräinen taso vuosittain on saatu TIKEn julkaisuista Viljavaaka (esim. TIKE 1997a) sekä Tietokappa (esim. TIKE 1997b). Samoista lähteistä saatiin myös viennin ja tuonnin määrät. Tuotantoposten hinnat ovat Maatalouskeskusten liiton mallilaskelmista 1995 (MKL 1995a). Vuoden 1995 pinta-ala- ja eläinmäärätietoja ei kuitenkaan määritetyllä aluejaolla ole saatavissa yleisistä tilastoista, vaan ne on tuottanut sektorimallia varten erikseen Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus TIKE.

Kaikkea mallissa tarvittavaa tilastoaineistoa ei voida löytää suoraan tilastoista. Tällöin on mahdollisimman pitkälle pyritty hyödyntämään olemassaolevia tutkimuksia, kuten on tehty selvittäessä mm. tuotantokustannuksia, alueellisia kustannuseroja, rehunkäyttöä ja määritettäessä satotasofunktioita. Tästä huolimatta osa parametreista joudutaan arvioimaan osin subjektiivisesti ja osin muihin tutkimuksiin ja aiempaan kehitykseen perustuen osana perusskenaariota (luku 6.3). Tällaisia parametreja ovat mm. kysynnän hintajoustopot, substituutiojoustopot kotimaisten ja ulkomaisten tuotteiden välillä, tuotannon, kulutuksen ja rehunkäytön sallitut vuotuiset muutosrajat ja vientikustannusfunktion kulmakertoimet ym. Osa näistä parametreista, kuten esim. vientikustannusfunktion

kulmakertoimet, on asetettu siten, että malli tuottaa tunnettuina alkuvuosina todellisuutta vastaavan kehitysuran. Jotkut parametrit, kuten kulutustrendit, inflaatio, satotason ja eläinten keskituotosten kasvu, työnkäytön lasku eläintä tai hehtaaria kohti, koskevat suoraan tulevaisuutta, ja ne määrätään perusskenaariota valittaessa.

5.2. Tuotantokustannukset ja tuotantopanosten käyttö

Tuotantokustannukset on määritelty eläintä- ja hehtaaria kohti vuodessa, mutta maitojalosteiden ja sokerin jalostuskustannukset määritellään suoraan tuotettua kiloa kohti (luku 4). Kustannukset ovat satotasojen, keskituotosten ja teuraspainojen kautta lopulta aina tuotekohtaisia. Kustannukset ovat avainasemassa tuotannon kokonaismäärän määräytymisessä ja sijoittumisessa eri alueiden kesken. Tuotantopanosten jaottelu ja hinnat on saatu Maaseutukeskusten liiton mallilaskelmista, joita on laadittu erilaisia eri tukialueille (MKL 1995a, MKL 1997, s. 143-147). Mallilaskelmissa mukana olevaa liikepääoman, kuten maahan, koneisiin tai eläimiin sitoutuneen pääoman, korkoa ei ole otettu sektori-mallin kustannuksissa huomioon. Mukana ovat samat kustannuserät kuin maatalouden kokonaislaskelmassa, vaikkakaan kaikki mallilaskelmien ja kokonaislaskelman kustannuserät eivät sisällöltään täysin vastaa toisiaan. Tämän vuoksi erityisesti kiinteiden kustannusten erittelyssä on jouduttu poikkeamaan mallilaskelmien erittelystä.

Mallilaskelmia ei voida sellaisenaan käyttää sektorimallissa, koska laskelmissa tuotantopanosten käyttö ja tuotantokustannukset eivät vastaa koko maan keskiarvoa. Sen vuoksi tuotantokustannukset tulee asettaa mallissa siten, että ne vastaavat koko maan tasolla ja kustannuserittäin maatalouden kokonaislaskelman kustannuksia.

Kustannusten jakaminen eri tuotantosuintien, tuotteiden ja erityisesti alueiden kesken todellisuutta vastaavasti on hankalaa. Tätä vaikeuttaa mallin rakenne siltä osin, että kasvinviljely, mukaanlukien rehuntuotanto, on mallissa kokonaan itsenäinen toimialansa. Jokaisella 14 tuotannollisella alueella päätösmuuttujina ovat eri kasvien pinta-alat ja eläinmäärät. Pinta-alaa ei jaeta kasvinviljely- ja kotieläintilojen kesken. Kustannusten tulee olla kohdennettu oikeassa suhteessa kasvinviljelyn ja kotieläintalouden kesken ja erikseen kotieläintalouden sisällä. Toisaalta jokaisen tuotantopanoksen käytön tulee kokonaisarvoltaan vastata maatalouden kokonaislaskelman vastaavaa kustannuserää.

Muuttuvien tuotantopanosten, kuten työn, kasvinsuojeluaineiden ja siementen käyttömäärät ovat Maaseutukeskusten liiton mallilaskelmien mukaisia eräitä poikkeuksia lukuunottamatta. Rehunkäyttötiedot on saatu maito- ja sikataloustarkkailun tilastoista, mutta siipikarjatalouden rehunkäyttö on mallilaskelmien mukainen. Kiinteiden kustannusten kohdentamisessa (luku 5.2.3) on käytetty hyväksi Maatalouden yritys- ja tulotilastoa (MYTT 1995). Kotieläintalouden

tuotantosuuntia ovat mallissa lypsykarjatalous (sis. lihanaudat lypsylehmistä), erikoistunut itseuudistuva naudanlihantuotanto, sikatalous ja siipikarjatalous, johon sisältyy kananmunantuotanto ja siipikarjanlihantuotanto. Tämä jako vastaa pitkälle Maatalouden yritys- ja tulotilaston ryhmittelyä (MYTT 1995, s. 48-49).

5.2.1. Kasvinviljelyn panoskäyttö

Kasvinviljelyssä ihmis- ja konetyön menekki, siementen ja kasvinsuojeluaineiden käyttö hehtaaria kohti sekä viljan muuttuvat kuivauskustannukset on otettu lähes sellaisenaan Maatalouskeskusten liiton mallilaskelmista. Työnmenekille on asetettu joidenkin kasvien osalta pieniä alueittaisia vaihteluita (ks. luku 5.2.4). Kasvinsuojeluaineiden käyttömääriin on tehty pieniä korjauksia, että käytettyjen kasvinsuojeluaineiden kokonaisarvo vastaisi maatalouden kokonaislaskelmia. Samasta syystä lannoitteiden käyttöä A- ja B-alueilla on alennettu mallilaskelmien käyttömääristä. C-alueiden lannoitus on paljolti mallilaskelmien mukainen, mutta

Taulukko 5.1. Tuotantopanosten käyttö ja tuotantokustannukset hehtaaria kohti ohran viljelyssä Etelä-Suomen alueella.

Panos	Käyttö (h, yks.)	Hinta (mk)	Kokonais arvo (mk/ha)
Työ	18	50	900
Typpirikas y-lannos	350	1,3	455
Siemenet	191	1,39	265,5
Kasvinsuojeluaineet	1	100	100
Traktoritunnit (poltto- ja voiteluaineet, vakuutus ym.)	10	17	170
Traktorin poistot	10	23	230
Puinti	1,4	69	96,6
Puimurin poistot	1	500	500
Muuttuvat kuivauskustannukset	3500	0,05	175
Kuivurin koneiden poistot	1	400	400
Kuivurirakennuksen poistot	1	325	325
Konesuojat, varastot ja muut rakennukset	1	175	175
Salaojat ja sillat	1	120	120
Muun tuotantovälineistön poistot	9	16	144
Yleiskustannukset	1,4	250	350
Korot	1,4	140	196
Vuokrat (esim. työvälinevuokrat)	1,4	130	182
Maksetut palkat	1,98	50	99
Yhteensä			4883,1

edelleen lannoitteiden käyttö on A- ja B-alueilla hehtaaria kohti noin 10 % suurempi kuin C-alueilla (liite 2).

Taulukossa 5.1 on esitetty ohran viljelyn panoskäyttö ja kustannukset Etelä-Suomen alueella. Vastaavanlainen taulukko voidaan esittää jokaiselle kasville alueittain. Vaikka panoskäyttö on sama suuralueiden sisällä, satotaso on erilainen suuralueiden alialueilla.

5.2.2. Kotieläintalouden panoskäyttö

Kotieläintaloudessa työnmenekki ja kustannuserä "lääkintä, sähkö ym." on asetettu miltei samaksi kuin mallilaskelmissa (taulukko 5.2). Työnmenekille lehmää kohti on asetettu alueittain pieniä vaihteluita tilakoon perusteella (luku 5.2.4). Rehunkäyttötiedot on saatu maito- ja sikataloustarkkailun tilastoista. Ainoastaan siipikaarjalouden rehunkäyttö on otettu suoraan mallilaskelmista. Rehunkäyttö on esitetty liitteessä 3.

Esimerkkinä esitetään lypsylehmiä kohti käytettävät tuotantopanokset, niiden käyttömäärät, hinnat ja kokonaisarvo Etelä-Suomen suuralueella taulukossa 5.2.a. Vastaavat luvut lihasikaa kohti esitetään taulukossa 5.2.b. Rehunkäyttöä tarkastellaan erikseen luvussa 5.2.5. Joidenkin tuotantopanosten käyttö on erillainen eri alueilla. Alueellisia kustannuseroja tarkastellaan luvussa 5.2.4. Joidenkin panosten yksiköt ovat laskennallisia, koska niille ei ole tarkkaa määräl-

Taulukko 5.2.a. Lypsylehmää kohti käytettävät tuotantopanokset (poislukien rehut) ja niiden käyttömäärät, hinnat ja kokonaisarvo Etelä-Suomen suuralueella vuonna 1995.

Panos	Käyttö (h, yks.)	Hinta (mk)	Kokonaisarvo (mk/eläin)
Työ	180	50	9000
Siemennys, lääkintä, sähkö, ym	950	1	950
Eläinten välityskustannus (keskim.)	1	15,6	15,6
Yleiskustannukset	1	500	500
Koneiden ylläpito	1	343	343
Koneiden poistot	1	931	931
Rakennusten ylläpito	1	189	189
Rakennuspoistot	1	672	672
Vakuutukset	1	400	400
Korot	1	500	500
Vuokrat (esim. työvälinevuokrat)	1	100	100
Maksetut palkat	12,6	50	630
Yhteensä			14230,6

Taulukko 5.2.b. Lihasiaa kohti käytettävät tuotantopanokset (poislukien rehut) ja niiden käyttömäärät, hinnat ja kokonaisarvo Etelä-Suomen suuralueella vuonna 1995.

Panos	Käyttö (h, yks.)	Hinta (mk)	Kokonaisarvo (mk/eläin)
Työ	1	50	50
Lääkintä, sähkö, ym	1	60	60
Eläinten välityskustannus (keskim.)	0,05	300	15
Yleiskustannukset	1	10	10
Koneiden ylläpito (lypsykone-laitteistot, lannanpoisto ym.)	1	11	11
Koneiden poistot	1	27,6	27,6
Rakennusten ylläpito	1	7,56	7,56
Rakennuspoistot	1	22,4	22,4
Vakuutukset	1	8	8
Korot	1	18	18
Vuokrat (esim. työvälinevuokrat)	1	5	5
Maksetut palkat	0,07	50	3,5
Yhteensä			238,1

listä vastinetta (vrt. MKL 1995a, MKL 1997, s. 143-147). Tällaisia panoksia ovat lääkinä, sähkö, poistot, korot ja yleiskustannukset.

5.2.3. Kiinteät kustannukset

Poistojen, yleiskustannusten, korkojen, vakuutusmaksujen ja vuokrien, jakamisessa eri tuotantosuuntien kesken on käytetty hyväksi Maatalouden yritys- ja tulotilastoa 1994 (MYTT 1995, s. 48-49). Nämä kustannukset voidaan lukea kiinteiksi kustannuksiksi. Maatalouden yritys- ja tulotilaston kustannuksia ei voitu käyttää sellaisenaan, koska ne jäävät monissa kustannuserissä (esim. poistoissa) selvästi alle kokonaislaskelman kustannusten. Maatalouden yritys- ja tulotilastoa käytettiin ainoastaan selvitetessä eri tuotantosuuntien osuutta kiinteistä tuotantokustannuksista. Tilaston perusteella voidaan laskea kasvinviljelytilojen ja kotieläintilojen osuudet kaikkien tilojen kiinteistä kustannuksista. Edelleen voidaan erottaa kasvinviljelyn osuus kaikkien tilojen kiinteistä kustannuksista. Tämä tehtiin siten, että kasvinviljelytilojen kiinteät kustannukset em. kustannuserissä jaettiin kasvinviljelytilojen viljeltyä peltohehtaaria kohti. Saatua hehtaariohtaista kustannusta voidaan pitää kustannuksena, jonka kasvinviljely käytännössä vaatii. Tämä hehtaariohtainen kustannus vähennettiin kotieläintilojen hehtaaria kohti lasketuista kiinteistä kustannuksista, jolloin koti-

eläintilojen kiinteät kustannukset voidaan kohdentaa erikseen kasvinviljelylle ja kotieläintaloudelle. Jako tehtiin kaikkien em. kustannuserien kohdalla. Kotieläintalouden eri tuotantosuunnissa kasvinviljelyn osuus kiinteistä kustannuksista on erilainen. Näin voidaan kohdentaa eri kustannuserät ensiksi kasvin tuotantoon kokonaisuutena ja toiseksi kotieläintuotannon eri tuotantosuunnille.

Edellä kuvattua menettelyä ei voida pitää täysin tarkkana kustannusmäärityksenä. Menettelytavan oletuksena on, että pelkästään kasvit tuotteita tuottavilla tiloilla on kasvinviljelyyn tarvittava vähimmäismäärä kiinteitä tuotannontekijöitä. Ne tuotantovälineet, joita pelkästään kasvit tuotteita tuottavilla tiloilla ei ole, luetaan kotieläintalouden tuotantovälineiksi. Esimerkiksi säilörehuvarastojen poistot, jotka eivät ole mukana kasvinviljelyn kustannuksissa, kohdentuvat kotieläintalouteen. Sen sijaan viljan varastorakennusten poistot kohdentuvat itse kasvinviljelyyn, koska viljaa varastoidaan myös kasvinviljelytiloilla. Todellisuudessa kasvinviljelyn kustannuksia voi olla kuitenkin vaikea erottaa kotieläintilojen kokonaiskustannuksista. Tämän tutkimuksen puitteissa ei ollut resursseja tarkempaan selvitystyöhön.

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti poistojen kohdentamista kasvinviljelyn ja kotieläintalouden kesken sekä erikseen kotieläintalouden eri tuotantosuuntien kesken. Taulukossa 5.3 on esitetty kotieläintalouden ja kasvinviljelyn poistojen keskinäiset osuudet eri tuotantosuunnissa. Ensinnäkin on laskettu kasvinviljelytilojen poistot hehtaaria kohti keskimäärin. Kun kerrotaan tämä kotieläintilojen peltosalalla, saadaan kotieläintilojen kasvinviljelyn poistot. Näin saatu summa vähennetään kotieläintilojen kokonaispoistoista, jolloin jäljelle jäävät kotieläintalouden poistot. Kasvinviljelyn osuus rakennuspoistoista keskimäärin kaikilla tiloilla on 61,2 % ja kotieläintalouden osuus 38,8 % (taulukko 5.3). Maatalouden kokonaislaskelman mukaan vuonna 1995 rakennuspoistoja oli 1132 milj. markkaa. Kun tästä vähennetään muiden kuin päätuotantosuuntien (esimerkiksi muu kotieläintuotanto ja erikoistumaton tuotanto; MYTT 1995, s. 50) osuus, jäljelle jää 1078,5 milj. markkaa (sektorimalliin ei sisälly esim. lammas- tai puutarhatalous). Rakennuspoistoja on kasvinviljelyssä yhteensä em. suhteellisten osuuksien mukaan 659,6 milj. mk ja kotieläintaloudessa 418,9 milj. markkaa. Kotieläintalouden rakennuspoistot on vielä jaettava eri tuotantosuuntien kesken. Maidontuotannon osuus kotieläintilojen kaikista rakennuspoistoista on Maatalouden yritys- ja tulotilaston pohjalta tehtyjen laskelmien mukaan noin 67,3 %, erikoistuneen nautakarjatalouden 10,7 %, sikatalouden 17,1 % ja siipikarjatalouden 4,9 %. Lypsykarjatiloihin rakennuspoistoista 65 % voidaan katsoa kotieläintalouden poistoiksi ja 35 % kasvinviljelyn (pääasiassa rehuntuotannon) poistoiksi. Vastaavasti erikoistuneessa naudanlihantuotannossa 61 % rakennuspoistoista voidaan kohdentaa kotieläintaloudelle ja 39 % kasvinviljelylle. Sianlihantuotannossa rakennuspoistoista on 59 % kotieläintalouden poistoja ja 41 % kasvinviljelyn poistoja. Siipikarjataloudessa rakennuspoistoista 55 % on kotieläintalouden poistoja ja 45 % kasvinviljelyn poistoja.

Taulukko 5.3. Poistojen jakautuminen (milj. mk ja %) kotieläintalouden (E) ja kasvinviljelyn (V) kesken ja eri tuotantosuunnissa ja eri tuotantosuuntien kesken.

		Maito	Nauta	Sika	Siipi- karja	Koti- eläintal. yht.	Kasvin- viljely	Yht.
Rakennuspoistot	E	305,5	45,5	49,0	18,9	418,9	-	418,9
		65%	61%	41%	55%	60%		38,8%
	V	164,5	29,1	70,4	15,4	279,4	380,2	659,6
		35%	39%	59%	45%	40%	60%	61,2%
	yht.	470	74,6	119,4	34,3	698,3	380,2	1078,5
		67,3%	10,7%	17,1%	4,9%	64,7%	35,3%	100%
Konepoistot	E	408,1	49,3	98,7	42,4	598,5	-	598,5
		41%	32%	41%	55%	41%		22,5%
	V	587,3	104,8	142,1	34,7	868,9	1189,3	2058,2
		59%	68%	59%	45%	59%		77,4%
	yht.	995,5	154,1	240,8	77,1	1467,4	1189,3	2656,7
		67,8%	10,5%	16,4%	5,3%			
Salaojien ja siltojen poistot	E	18,3	0,6	3,8	1,3	24,0	-	24,0
		21%	5%	19%	24%	19,3%		9,9%
	V	69,0	11,5	16,0	4,1	100,6	117,2	217,8
		79%	95%	81%	76%	81%		90,1%
	yht.	87,3	12,1	19,7	5,4	124,6	117,2	241,8
		65%	9%	15%	4%			
Yhteensä		731,9	95,4	151,5	62,6	1041,4	2935,6	3977
		70,2%	9,2%	14,5%	6,0%	26,2%	73,8%	100%

Kun kotieläintilojen kaikki poistot jaetaan näiden osuuksien mukaan, saadaan kotieläintalouden poistoiksi yhteensä 418,9 milj. mk. Maidontuotannossa kotieläintalouden rakennuspoistoiksi saadaan 305,5 milj. markkaa ja kasvinviljelyn poistoiksi 164,5 milj. markkaa. Erikoistuneen nautakarjatalouden rakennuspoistoista on kotieläintalouden osuutta 45,5 milj. markkaa ja 29,1 milj. markkaa kasvinviljelyn osuutta. Sianlihantuotannossa rakennuspoistoista 49,0 milj. markkaa kohdentuu kotieläintuotantoon ja 70,4 milj. markkaa kasvinviljelyyn. Siipikarjanlihantuotannossa kotieläintalouden rakennuspoistoja on 18,9 milj. markkaa ja kasvinviljelyn osuudeksi jää 15,4 milj. markkaa.

Vastaava menettely toistettiin poistojen lisäksi muillekin kiinteiksi luokitelluille tuotantopanoksille kuten koneiden ja rakennusten korjausmenoilte, vuok-
rille, koroille, vakuutusmaksuille ja yleiskustannuksille. Samalla pidettiin huol-

ta siitä, että kunkin käytetyn panoksen kokonaisarvo on lähellä maatalouden kokonaislaskelman kustannuksissa esitettyä arvoa. Kaikki kustannuserät kokonaislaskelmassa ja Maatalouskeskusten liiton mallilaskelmissa eivät kuitenkaan vastaa toisiaan (esim. lääkintä, sähkö ym. taulukossa 5.2.a ei vastaa yksinään mitään kokonaislaskelman kustannuserää). Tämän vuoksi on ensisijaisesti pidetty huolta siitä, että kunkin tuotantosuunnan osuus kiinteistä kustannuksista vastaa Maatalouden yritys- ja tulotilaston avulla laskettua osuutta, eikä kustannuksia ole voitu määrittää täsmällisin perustein.

5.3. Alueelliset kustannuserot

Täysin tarkkaa ja edustavaa alueelliset kustannuserot selvittävää kustannusaineistoa ei ole saatavissa mistään tuotantosuunnasta. Esimerkiksi Maatalouden yritys- ja tulotilasto ei anna alueiden välisiin kustannuseroihin tuotantosuunnittain suoraa vastausta. Alueelliset kustannuserot tulevat osittain huomioonotetuksi erilaisten satotasojen kautta. Muilta osin on tyydyttävä arvioihin.

Viljanviljelyssä ja nautakarjataloudessa asetettiin pieniä työnmenekin eroja alueiden kesken. Sika- ja siipikarjataloudessa ei ole asetettu eroja alueiden välille sen enempää työnkäytössä kuin poistoissakaan. Työnmenekkierot lehmää kohti asetettiin suoraan todellisen keskimääräisen tilakoon mukaan. Näin saadut työnmenekkierot voidaan lyhyesti esittää siten, että jos Etelä-Suomen työnmenekkinä on 1, niin Sisä-Suomessa indeksinä on 1,028, Pohjanmaalla 0,92 (itse asiassa keskimääräinen tilakoko antaa aiheen suurempaan, noin 14 % eroon Pohjanmaan hyväksi) ja Pohjois-Suomessa 1,045. Samat työnmenekkierot asetettiin myös lypsykarjatalouden sonneille ja hiehoille. Erikoistuneen naudanlihantuotannon sonneille ja hiehoille sekä emolehmille asetettiin työnmenekki-suhteet keskimääräisen tilakoon perusteella seuraavasti: Pohjanmaa 1, Etelä-Suomi 0,93, Sisä- ja Pohjois-Suomi 1,043. Sika- tai siipikarjataloudessa ei ole asetettu työnmenekkieroja eri alueiden välille, koska käytettävissä ei ole alueellisesti edustavaa aineistoa. Erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomen alueella on vähän sika- ja siipikarjatiljoja, jolloin otantaan tulee näiltä alueilta vain muutamia tiloja, joiden kustannusrakenne ei edusta koko alueen keskiarvoa.

Muiden kuin rehukustannusten osalta alueittaiset kustannuserot ilmenevät taulukosta 5.4. Erot aiheutuvat pääasiassa työnmenekin eroista. Lihasikaa kohti vuotuiset kustannukset, poislukien rehut, ovat koko maassa 238,1 markkaa ja emakkoa kohti 4175 markkaa. Munivaa kanaa kohti muut kuin rehukustannukset ovat 58,8 markkaa, siipikarjaemoja kohti 51,9 markkaa ja muuta siipikarjaeläintä (esim. broileria) kohti 4,5 markkaa. Ruokinta ja rehukustannukset ovat erilaiset eri alueilla (luku 5.2). Eläinten ruokinnassa on jo huomioitu se, että Pohjois-Suomessa käytetään selvästi enemmän ostorehuja kuin muualla maassa. Teollisuusrehut, joita mallissa on kaikkiaan mukana 10 erilaista, ovat lisäksi kalliimpia Itä- ja Pohjois-Suomessa kuin Etelä- ja Länsi-Suomessa. Teollisuusrehujen

Taulukko 5.4. Kustannukset eläintä kohti vuodessa (mk). Ei sisällä rehukustannuksia.

	Lypsy- lehmä	Hieho	Liha- hieho	Sonni <15 kk	Sonni >15 kk	Emo- lehmä	Sonni (erik.)	Hieho (erik.)
Etelä-Suomi	14230,6	3851,0	2425,4	2675,0	3449,9	3219,6	1601,4	2211,9
Sisä-Suomi	14438,8	3857,4	2461,2	2705,0	3487,4	3396,2	1661,8	2332,8
Pohjanmaa	13572,1	3679,8	2322,7	2589,4	3342,9	3326,6	1638,8	2286,8
Pohjois-Suomi	15145,7	3947,3	2483,2	2723,2	3510,1	3396,2	1661,8	2332,8

hinnat on asetettu Sisä-Suomen suuralueella 5 % ja Pohjois-Suomen suuralueella 20 % kalliimmiksi kuin Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla.

Kone- tai rakennuspoistoissa eläintä kohti ei asetettu eroja suuralueiden 1-3 eli Etelä-Suomen, Sisä-Suomen ja Pohjanmaan välillä. Rakennuspoistot lypsy-lehmää kohti asetettiin kuitenkin alueella 4 eli Pohjois-Suomessa 25 % ja yleiskustannukset 50 % muuta maata korkeammaksi. Tätä voidaan perustella esim. sillä, että Rantalan (1997, s. 35) tekemässä selvityksessä maidontuotannon kustannuksista kiinteät kustannukset C3-tukialueella olivat C2-tukialueeseen verrattuna noin neljänneksen ja yleiskustannukset noin 50 % korkeammat lehmää kohti.

Kasvinviljelyssä asetettiin vain hyvin pieniä eroja työnkäytössä hehtaaria kohti eri alueilla. Mallissa käytetyt eri kasvien hehtaarikohtaiset kustannukset on esitetty taulukossa 5.5.a. Muuttuvat viljelykustannukset hehtaaria kohti vuodessa on esitetty taulukossa 5.5.b ja taulukossa 5.5.c kiinteät kustannukset hehtaaria kohti. Erot kuvaavat eroja paitsi keskimääräisessä peltoalassa tilaa kohti, myös viljelyolosuhteissa, kuten maan laadussa ja peltokuvioiden yhtenäisyydessä. Alueiden välisten kustannuserojen suhteen on tässä tutkimuksessa oltu maltillisia, koska asiaa koskevia tutkimuksia on ollut käytettävissä vähän.

Viljelyn kiinteät kustannukset hehtaaria kohti on asetettu siten, että ne ovat alhaisimmat Etelä-Suomessa (taulukko 5.5.c). Pohjanmaalla kiinteät kustannukset hehtaaria kohti on arvioitu pienemmiksi kuin Sisä-Suomessa suuremman perusteella. Kiinteät kustannukset ovat korkeimmat Pohjois-Suomessa. Traktori- ja muut konepoistot hehtaaria kohti on asetettu Pohjois-Suomessa noin 10 % korkeammiksi kuin muualla maassa. Erot kiinteissä kustannuksissa alueiden välillä taulukossa 5.5.c ovat kuitenkin suhteellisen pieniä.

Alueiden väliset erot viljelyn muuttuvissa kustannuksissa (taulukko 5.5.b) johtuvat erilaisista lannoitus- ja satotaseroista sekä eroista työnkäytössä, mitä voidaan perustella mm. tilakokoeroilla. Myös esim. peltokuviot ovat Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla yhtenäisempiä kuin Sisä- ja Pohjois-Suomessa, mitä voidaan pitää perusteena erilaiseen työnmenekkiin hehtaaria kohti eri alueilla. Esim. ohranviljely vaatii mallissa 18 työtuntia/ha suuralueilla 1-3 (Etelä- ja

Taulukko 5.5.a. Tärkeimpien viljelykasvien viljelykustannukset eri alueilla (mk/ha).

	vehnä	ruis	ohra	mallas- ohra	kaura	öljy- kasvit	säilö- rehu	kuiva- heinä	sok.- juur.
Etelä-Suomi	6222	5734	4883	5469	4835	5012	5684	4931	13809
Sisä-Suomi	6670	5789	4942	5528	4894	5068	5645	4905	14330
Pohjanmaa	6497	5800	4928	5514	4980	5069	5684	4912	14048
Pohjois-Suomi	-	5980	5291	5890	5242	5213	5558	4912	-

Taulukko 5.5.b. Tärkeimpien viljelykasvien muuttuvat kustannukset hehtaaria kohti (mk).

	vehnä	ruis	ohra	mallas- ohra	kaura	öljy- kasvit	säilö- rehu	kuiva- heinä	sok.- juur.
Etelä-Suomi	3495	3380	2611	2954	2563	2798	4316	3509	11792
Sisä-Suomi	3685	3385	2570	2913	2522	2804	4277	3483	12313
Pohjanmaa	3616	3421	2606	2949	2558	2830	4316	3490	12031
Pohjois-Suomi	-	3417	2714	3070	2665	2844	4144	3444	-

Taulukko 5.5.c. Tärkeimpien viljelykasvien kiinteät kustannukset hehtaaria kohti (mk).

	vehnä	ruis	ohra	mallas- ohra	kaura	öljy- kasvit	säilö- rehu	kuiva- heinä	sok.- juur.
Etelä-Suomi	2727	2354	2272	2515	2272	2214	1368	1422	2017
Sisä-Suomi	2985	2404	2372	2615	2372	2264	1368	1422	2017
Pohjanmaa	2881	2379	2322	2565	2322	2239	1368	1422	2017
Pohjois-Suomi	-	2563	2577	2820	2577	2369	1414	1468	-

Sisä-Suomessa ja Pohjanmaalla) ja 21 tuntia alueella 4 (Pohjois-Suomi) pienen tilakoon vuoksi. Vehnänviljely vaatii 19 tuntia työtä per hehtaari Etelä-Suomessa, 21 tuntia Sisä-Suomessa ja 20 tuntia Pohjanmaalla. Nurmikasvien viljelyssä on kuitenkin oletettu, että työnmenekki on sama kaikkialla maassa.

Laitumen kustannukset ovat koko maassa 2464 markkaa/ha. Säilörehun muuttuvat kustannukset ovat Pohjois-Suomessa hehtaaria kohti muuta maata hieman alemmat matalamman satotason vuoksi, jolloin esim. säilöntäainetta ja työtä

kuluu hehtaaria kohti vähemmän. Säilörehun kiinteät kustannukset ovat Pohjois-Suomessa 46 markkaa hehtaaria kohti korkeammat kuin muualla Suomessa, koska traktoripoistot hehtaaria kohti on asetettu Pohjois-Suomessa 10 % muuta maata korkeammiksi. Sokerijuurikasta ja vehnää ei viljellä Pohjois-Suomessa. Avokesannoinnin kustannukset ovat koko maassa 1477 markkaa ja viherkesannon (5-vuotinen) 1459 markkaa hehtaarilta. Lannoitustaso on Etelä- Suomen alueella keskimäärin 5-10 % korkeampi kuin Sisä-Suomessa ja Pohjanmaalla (liite 2). Koska satotaso on kaikilla kasveilla A- ja B-alueilla C-alueita korkeampi, lannoituskustannukset tuotettua kiloa kohti ovat miltei samat eri alueilla. Lannoituskustannus on keskimäärin vain kymmenesosa kokonaiskustannuksista (taulukko 5.1).

Työn hinta, joka sisältää myös oman pääoman tuottovaatimuksen ja eläke- ja sosiaalivakuutusmaksut, on 50 markkaa tunnilta. Työn hinta on oletettu samaksi kaikilla alueilla. Todellisuudessa työn vaihtoehtokustannus on yleisen työllisyystilanteen ja ansiomahdollisuuksien vuoksi erilainen eri alueilla. Mallissa olisi mahdollista asettaa työtunnin hinta erilaiseksi eri suuralueilla. Alueellisia eroja on tässä suhteessa kuitenkin vaikea täsmällisesti perustella. Mitään empiiristä estimaattia työtunnin hinnalle eri suuralueilla ei ole saatavissa. Ansiomahdollisuudet ja siten työn vaihtoehtokustannus vaihtelee suuresti paikkakunnittain. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa on haluttu pitää työn hinta samana kaikilla alueilla, jotta eri alueiden satotasosta johtuvat tuotantokustannuserot ja erilaiset tuet pääsevät vaikuttamaan täydellä painollaan. Tällöin mallin tuloksia on helpompi tulkita.

Työn hintaa on usein pidetty eri tutkimuksissa vaikeasti määritettävänä mutta kuitenkin tuloksien kannalta ratkaisevana osana (esim. Rantala 1997, s. 70). Työkustannus on merkittävä osa maatalouden kustannuksista ja tämän vuoksi kannattavuuslaskelmat ovat aina herkkiä työtunnin hinnalle. Samalla tavalla optimaalista tuotantoalokaatiota hakevissa taloudellisissa malleissa tulokset ovat herkkiä työn hinnalle. Koska työn osuus kokonaiskustannuksista on erilainen eri alueilla ja tuotantosunnissa, muutos työn hinnassa voi muuttaa alueiden välistä suhteellista etua tuotannossa. Sektorimallin kaltaisessa matemaattisessa mallissa, jossa suurin osa kustannuksista pohjautuu Leontief-teknologiaan (tosin rehunkäyttö voi muuttua mallin sisällä, mikä vähentää herkkyyttä kustannuksille), pienetkin erot voivat olla tietyissä tilanteissa ratkaisevia haettaessa optimaalista tuotantoalokaatiota.

Tuotannon siirtymisen laajuus ja nopeus on todellisuudessa aina monitahoisempi asia kuin matemaattisessa mallissa. Muutokset tuotannon sijoittumisessa pitkällä aikavälillä riippuvat paitsi kiinteistä tuotantontekijöistä ja luonnollisista rajoituksista esim. sopivan viljelysmaan suhteen, myös siitä, kuinka suurella yrittäjätulolla viljelijät kullakin alueella ovat lopulta valmiita jatkaamaan tuotantoa. Jos vaihtoehtoisia ansiomahdollisuuksia ei ole, viljelijät voivat pitkäänkin sallia maatalouden pääomakannan alenemisen. Toiminnan jatkami-

nen riippuu siitä, miten investoinnit voidaan toteuttaa. Vastaavasti riskinkarttaminen ja tarjolla olevien kohtuuhintaisten rahoitusmahdollisuuksien niukkuus voivat jarruttaa tuotannon laajentamista, joten kaiken kaikkiaan tuotanto hakeutuu parhaille alueille suhteellisen hitaasti. Kaikkia tuotannon siirtymistä hidastavia kitkatekijöitä ei ole yritetty mallintaa tämän tutkimuksen puitteissa. Osa kitkatekijöistä on otettu huomioon tuotannon muuttumista sitovilla teknisillä ja biologisilla rajoituksilla, mutta oletuksena on edelleen se, että viljelijät, teollisuus, kuluttajat ja samalla koko maataloussektori toimivat täysin rationaalisesti annettujen rajoitusten puitteissa (luku 4). Päätöksenteon viiveitä tai riskinkarttamista ei ole otettu huomioon.

5.4. Rehunkäyttötiedot ja keskituotokset

Eläinten lukumäärät ovat mallissa päätösmuuttujia jokaisella 14 tuotannollisella alueella. Jotta malli ei tulisi liian suureksi ja raskaaksi ratkaista, ruokinta on määritelty vain suuralueittain. Alkuarvoiksi tarvitaan vuoden 1995 rehunkäyttöä vastaava tilanne. Nautaeläinten rehunkäyttötiedot on saatu laskemalla suuralueittaiset keskiarvot maitotaloustarkkailun (MKL 1995b) rehunkäyttötietojen pohjalta. Sikataloudessa on menetelty vastaavasti käyttäen sikataloustarkkailun keskiarvotietoja. Sikataloustarkkailun rehunkäyttötiedoissa on joillain alueilla, kuten Satakunnassa ja Etelä-Pohjanmaalla, mukana valkuaisrehuina erilaisia teollisuuden (mm. mallasteollisuuden) sivutuotteita. Niitä ei ole voitu ottaa huomioon rehunkäytön lähtötilanteessa. Vastaava valkuaismäärä on tällöin korvattu viljan ja täysrehun valkuaisarvoltaan samanlaisella yhdistelmällä. Siipikarjataloudessa on oletettu, että ostorehujen osuus kasvaa itään ja pohjoiseen päin mentäessä, mutta tilastollisia perusteita ruokintaeroille ei ollut käytettävissä. Tämä ei kuitenkaan siipikarjatalouden osalta ole kovinkaan merkityksellinen, koska valtaosa siipikarjatuotannosta keskittyy Etelä- ja varsinkin Lounais-Suomeen.

Ruokinta on määritelty siten, että se täyttää ruokintanormit ja -suositukset (MKL 1996b). Eläinten ruokinnan alkutilanne eli ruokinta alueittain vuonna 1995 on esitetty liitteessä 3. Erot ruokinnassa liittyvät myös eroihin lehmien keskituotoksessa. Teollisuuden valmistamien väkirehujen osuus rehuista on Pohjois-Suomessa selvästi muuta maata suurempi. Lehmien keskituotos on alkutilanteessa eli vuonna 1995 Etelä-Suomessa 5969 kg, Sisä-Suomessa 5991, Pohjanmaalla 5740 ja Pohjois-Suomessa 6392 kg/lehmä vuodessa. Keskituotokset alueittain on saatu alentamalla tarkkailukarjajen keskituotoksia 1000 kilolla jolloin saadaan likimain kaikkien karjajen keskituotos (MKL 1995b, s. 23).

Lypsylehmien ruokinnassa tärkeää on riittävä karkearehun, ohutsuolessa imeytyvän valkuaisen (OIV) sekä rehuyksiköiden määrä. Pötsin valkuaisaseen (PVT) suositellaan olevan välillä 0-200 grammaa päivässä, mutta lievästi negatiivinenkin tase on mahdollinen, jos imeytyvää valkuaisa on yli suositusten

(MKL 1996b). Pötsin valkuaistaseelle tai sulavalle raakavalkuaiselle ei ole mallissa asetettu erillisiä rajoitteita toisin kuin karkearehulle ja rehuyksiköille, vaan niiden riittävyys täytyy varmistaa mallin tuottamista tuloksista. OIV- ja PVT-arvojen suhteen ei kuitenkaan ole tullut toistaiseksi ongelmia sektorimallia sovellettaessa. Tämä johtuu osittain siitä, että alkutilanteessa eli vuonna 1995 lehmien ruokinta täyttää keskimäärin hyvin ruokintasuositukset.

Sonneja on mallissa kolmenlaisia: lypsykarjarotuisia sonneja alle ja yli 15 kk (teuraspainot 230 ja 270 kiloa) sekä lihakarjarotuisia sonneja yli 15 kk (teuraspaino 310 kiloa). Lypsykarjarotuisten sonnien kokonaismäärä riippuu mallissa edellisen vuoden lypsylehmien lukumäärästä. Runsaan vuoden ikäisiä, mutta alle 15 kuukautisia lypsykarjarotuisia sonneja oletetaan alkutilanteessa olevan 80 % kaikista lypsykarjarotuisista sonneista. Lihakarjarotuisten sonnien lukumäärä riippuu suoraan kuluvan vuoden emolehmien lukumäärästä. Kaikkien sonnien ruokinta on asetettu suhteessa teuraspainoon (liite 3).

Sikojen ruokinnassa oleellista on paitsi riittävä rehuyksikkömäärä myös riittävä sulavan raakavalkuaisen saanti (130 g srv/ry). Molempien suositusten mukaisesta saannista on pidetty huolta omilla rajoitteillaan.

Emakoille on oletettu sama porsastuotos koko maassa eli 18,7 porsasta emakkoa kohti vuodessa vuonna 1995. Porsaskuolleisuus on tästä luvussa vähennetty, joten mallissa kaikkien porsaiden oletetaan päätyvän teuraaksi. Edellä mainittuun porsastuotokseen emakkoa kohti on päädytty jakamalla vuoden 1995 lihantuotanto porsineiden emakkojen lukumäärällä ja olettamalla lihasikojen teuraspainoksi 75 kiloa. Lihasikojen teuraspaino oletetaan samaksi kaikilla alueilla. Munivien kanojen munatuotos kanaa kohti vuonna 1995 (17,2 kiloa; TIKE 1996, s. 137) on sama kaikilla alueilla, samoin siipikarjaemojen tuottamien poikasten määrä.

5.5. Jalostuskustannukset ja ulkomaankauppa

Maitojalosteiden jalostuskustannukset on määritelty tuotekohtaisesti. Kunkin maitotuotteen vähittäishinnan ja raaka-ainehinnan (laskettu käyttäen maidon tuottajahintana 2 mk/kg) erotus on jaettu tukku- ja vähittäismarginaaliin tuotteittain. Tämä jako on tehty siten, että maitotuotteiden raaka-aine- ja jalostuskustannukset yhteensä ovat oikealla tasolla suhteessa EU:n hintatasoon ja toteutuneisiin vienti- ja tuontimääriin. Niiden maitotuotteiden kohdalla, joita viedään paljon ulkomaille, jalostuskustannus on asetettu siten, että vuoden 1995 vientimäärät toteutuvat vallitsevalla EU:n hintatasolla. Tällä perusteella asetetut jalostuskustannukset eivät siis vastaa todellisia. Todellisuudessa kauppaa on käyty myös EU:n ulkopuolelle eri hinnoilla useiden maiden kanssa. Teknisesti on täysin mahdollista mallintaa ulkomaankauppa käytäväksi useamman kauppakumppanin kanssa, mutta tämä vaatii tietoja eri markkina-alueiden hinnoista, tuontimaksuista, vientipalkkioista sekä kuljetus- ja markkinointikustannuksista.

Yksinkertaisuuden vuoksi ulkomaisia kauppakumppaneita on mallissa vain yksi (EU), jonka hintoihin Suomi ei voi vaikuttaa. Mallin tässä versiossa EU:n hintatason oletetaan pysyvän vuoden 1995 tasolla. On myös mahdollista tehdä skenaario, jossa hinnat muuttuvat vuosittain.

Maidon jalostuskustannusten oletetaan pysyvän markkamääräisesti samalla tasolla vuoteen 2005. Tätä oletusta voidaan perustella sillä, että meijeriteollisuudessa tapahtuu kilpailun seurauksena sisäistä tuottavuuskehitystä, mikä kompensoi yleistä kustannuskehitystä. Maitotuotteiden hintojen muuttumisella ei ole vaikutusta jalostuskustannuksiin.

Kun jokaisen maitotuotteen vähittäishinnasta vähennetään kiinteä vähittäis- ja jalostusmarginaali, jäljelle jäävä osuus on raaka-aineen hintaa ja tuottajalle jäävää osuutta. Maidon tuottajahinta lasketaan eri tuotteiden raaka-ainehinnoista painotettuna keskiarvona. Arvonlisäveron osuuden oletetaan olevan mukana jalostus- ja vähittäismarginaaleissa, eikä sen vaikutusta hintoihin ole mallinnettu yksityiskohtaisesti.

Sokerinjalostus on mallinnettu kaksivaiheisena prosessina, jossa raakasokeria jalostetaan sokerijuurikkaista 15 % saannolla ja raakasokerista lopputuotetta, kidesokeria, 100 % saannolla. Kaiken sokerinkulutuksen oletetaan olevan siis kidesokeria. Raakasokeria voidaan tuoda maahan kiintiön mukaan enintään 40 000 tonnia. Sokerinjalostuskiintiö (A- ja B-kiintiö yhteensä) on 158,7 miljoonaa kiloa. Jalostuskustannukset saadaan vähentämällä kidesokerin kuluttajahinnasta (6,5 mk/kg) raaka-aineen osuus, joka saadaan jakamalla sokerijuurikkaan tuottajahinta 36 penniä/kg saantokertoimella 0,15. Raaka-aineen osuudeksi saadaan näin 2,4 mk/kg. Jos oletetaan, että raakasokerin jalostaminen kidesokeriksi maksaa 50 penniä kilolta (oletus voidaan tehdä, koska mallin kannalta tärkeintä on sokerinjalostuksen kokonaiskustannukset), raakasokerin valmistaminen sokerijuurikkaista maksaa tällöin 3,6 mk/kg. Kidesokeri, raakasokeri ja sokerijuurikkaat voivat liikkua alueiden välillä, mutta ulkomaankauppaa voidaan käydä ainoastaan raakasokerilla ja kidesokerilla. Päätösmuuttujina ovat alueittain erikseen raakasokerin ja kidesokerin jalostus. Sokerijuurikkaan ei ole mallissa mahdollista C3- ja C4-alueilla.

Vienti- ja tuontikustannusten perustasoksi on asetettu kasvituotteilla 8 penniä kilolta. Tämä kustannus ei perustu tilastoaineistoon, vaan se on mallin ansimmäisessä versiossa asetettu subjektiivisesti noin 40 % korkeammaksi kuin kasvituotteiden kuljetuskustannukset suuralueiden välillä. Muiden tuotteiden vienti- ja tuontikustannusten perustaso on kaksinkertainen kasvituotteisiin verrattuna. Vientikustannukset muuttuvat, jos vientimäärät muuttuvat edellisvuodesta (ks. 4.1.4).

Kotimaan kuljetuskustannukset ovat kasvituotteilla interventiokeskusten rahtikustannustaulukon mukaisia. Muiden tuotteiden kuljetuskustannus on kasvituotteisiin nähden kaksinkertainen.

5.6. Satotasofunktioiden parametrit ja lannoitus

Määritettäessä satotasofunktioita eri kasveille (luku 4.4) on hyödynnetty saatavilla olevaa tutkimusaineistoa (Bäckman ym. 1997, Heikkilä 1980, Kleemola 1989). Kvadraattisen funktiomuodon tapauksessa rukiin, kuivaheinän ja öljykasvien satotasofunktioiden parametrit on saatu Heikkilän (1980) tutkimuksesta, jossa lannoituskokeiden koehavainnot olivat vuosilta 1969-1978. Perunan satotasofunktioita tynen suhteen ei ollut käytettävissä, joten perunan (sekä tarkkelys- että ruokaperunan) satotasofunktion ensimmäisen asteen parametriksi valittiin Bäckmanin ym. (1997) estimoima ohran kvadraattisen satotasofunktion ensimmäisen asteen parametri. Säilö- ja tuorerehun kvadraattisen satotasofunktion ensimmäisen asteen parametriksi valittiin Kleemolan (1989) säilörehulle estimoima arvo. Kleemolan (1989) käyttämät lannoituskokeiden koehavainnot ovat vuosilta 1978-1987. Vehnälle, ohralle, mallasohralla, kauralle, sekaviljalle ja herneelle käytettiin Mitscherlich-funktiota. Sekaviljan ja herneen Mitscherlich-funktioiden laskemiseen käytettiin kauran Mitscherlich-funktion b-parametria. Kaikki Bäckmanin ym. estimoimat Mitscherlich-funktioiden parametrit sekä ohran kvadraattisen satotasofunktion ensimmäisen asteen parametri saatiin Ylätalon ym. (1996) julkaisusta, jossa satotasofunktioiden estimoinnin problematiikkaa on tarkasteltu laajemmin. Bäckmanin ym. käyttämät lannoituskokeiden koehavainnot ovat vuosilta 1973-1993.

Taulukoissa 5.6 ja 5.7 on esitetty kirjallisuudesta löydetty satotasofunktioiden parametrien arvot sekä niiden avulla sektorimallia varten lasketut parametrit.

Käytettyjen lannoitteiden kokonaisarvon tulee vastata mallissa maatalouden kokonaislaskelman mukaista käytettyjen lannoitteiden kokonaisarvoa. Lannoitteiden käyttöä A- ja B-alueilla on tämän vuoksi alennettu mallilaskelmien käyttömääristä. C-alueiden lannoitus on paljolti mallilaskelmien mukainen, mutta edel-

Taulukko 5.6. Kvadraattisten satotasofunktioiden parametrit Etelä-Suomen B-alueella.

	ruis	tärkkelys- peruna	ruoka- peruna	sokeri- juurikas	kuiva- heinä	säilö- rehu	tuore- rehu	öljy- kasvit
Sektorimallin parametrit								
a	1658,8	17703,2	17881,6	23630,0	1374,2	1182,9	1586,6	1096,1
b	12,34	53,21	53,21	53,21	33,8	24,24	24,24	9,82
c	-0,0289	-0,16392	-0,2270	-0,0830	-0,0780	-0,0394	-0,0436	-0,0354
Lannoituskokeista estimoidut parametrit								
a	2086,0	960,4	960,4	960,4	3089	2821,0	2821,0	1247,0
b	12,34	53,21	53,21	53,21	33,8	24,24	24,24	9,82
c	-0,0171	-0,1750	-0,1750	-0,1750	-0,1189	-0,02	-0,02	-0,0324

Taulukko 5.7. Mitscherlich-funktioiden parametrit Etelä-Suomen B-alueella.

	vehnä	ohra	mallasohra	kaura	sekavilja	herne
Sektorimallin parametrit						
m	4075,5	3985,9	3909,5	3865,4	3537,9	2582,8
k	0,4442	0,4193	0,3896	0,4343	0,4745	0,4875
b	0,0105	0,0168	0,0168	0,0197	0,0197	0,0197
Lannoituskokeista estimoidut parametrit						
m	4956	5217,9	5217,9	4760,3	4760,3	4760,3
k	0,7624	0,828	0,828	0,7075	0,7075	0,7075
b	0,0105	0,0168	0,0168	0,0197	0,0197	0,0197

leen lannoitteiden käyttö on A- ja B-alueilla hehtaaria kohti 5-10 % suurempi kuin C-alueilla (liite 2, taulukko 1). Typen käyttö on vastaavasti C-alueilla A- ja B-alueita pienempi (liite 2, taulukko 2). Poikkeuksena tästä on Pohjanmaa, jossa satotaso on monilla kasveilla lähellä Etelä-Suomen satotasoa (liite 2, taulukko 3).

6. Perusskenaarion määrittäminen

6.1. Johdanto

Maatalouden sektorimallilla tehtävä politiikka-analyysi perustuu vertailuihin ns. perusskenaarion ja vaihtoehtoisten politiikkakenaarioiden tulosten välillä. Lähtökohtana on perusskenaario, joka antaa eräänlaisen perusennusteen maatalouden kehitysurasta vaihtoehtoisten skenaarioiden pohjaksi. Perusskenaariota ei tule kuitenkaan pitää varsinaisena kehitysenusteena, koska perusskenaariossa hintataso ja tuet pysyvät ennallaan vuoden 2000 jälkeen. Poliittikkaskenaariossa ainoastaan politiikka on erilainen kuin perusskenaariossa. Poliittikkavaihtoehtojen vaikutuksia arvioidaan vertaamalla politiikkaskenaarioiden tuloksia perusskenaarion tuloksiin.

Perusskenaarion valinta on tärkeä osa mallin soveltamista, ja valinnan tulee olla hyvin perusteltu. Koska kysymys on monien tulevaisuuden kehitystä koskevien eksogeenisten muuttujien ja parametrien valinnasta, perusskenaarion valintaan liittyy monia epävarmuustekijöitä.

Perusskenaarion valintojen merkitystä havainnollistetaan esimerkkiajoilla, joissa kaikissa vuoden 2000 tuet pysyvät ennallaan vuoteen 2005, mutta oletukset maatalouden tuottavuuskehityksestä ja uponneista kustannuksista vaihtelevat. Luvussa 6.3 on määritelty perusskenaario (skenaario 1) ja sen lisäksi neljä

vaihtoehtoista skenaariota (skenaariot 2-5), jotka eroavat perusskenaariosta kukin vain yhden oletuksen suhteen. Esimerkkiajoilla tutkitaan, kuinka erilaiset oletukset tuottavuuskehityksestä ja uponneista kustannuksista vaikuttavat tuotannon määrään eri tuotantosuosunnissa (luku 6.5). Samalla selvitetään tuotannon määrän ja sijoittumisen herkkyyttä kustannusmuutoksille. Tältä pohjalta arvioidaan valitun perusskenaarion lähtökohtien ja tulosten mielekkyyttä (luku 6.6).

Perusskenaarion tuottamiseksi on jouduttu tekemään (osittain sopivan tilastoaineiston puuttuessa) myös monia muitakin kuin uponneita kustannuksia tai tuottavuuskehitystä koskevia valintoja, jotka ovat kuitenkin samat kaikissa esimerkkiajoissa (luku 6.4).

Nykyisellään malli toimii vuoteen 2005 asti, mutta tulevia sovelluksia varten malli voidaan ulottaa aina vuoteen 2010. Tällöin joitakin valintoja ja oletuksia voidaan joutua arvioimaan uudelleen. Tässä valittua perusskenaariota (skenaario 1) tai skenaarioita 2-5 ei siis käytetä sellaisenaan perusskenaariona mallin myöhemmissä sovelluksissa.

6.2. Perusskenaarion käsite ja merkitys dynaamisessa mallissa

Toisin kuin staattisilla malleilla tehtävässä analyysissä, dynaamisia tasapainomalleja käytettäessä ei verrata toisiinsa kahta erillistä, staattista tasapainotilannetta, vaan tarkastelun kohteena on mallin tuottama koko kehitysura. Jatkuvan ajan malleissa tuloksena saadaan jatkuva kehitysura, mutta diskreetin ajan malleissa kehitysura on perättäisten tasapaino- tai epätasapainotilojen sarja. Dynaaminen malli kalibroidaan oletetulle kehitysuralle eikä yksittäiseen staattiseen tasapainotilaan kuten staattiset mallit (Shoven ja Whalley 1992, s. 79). Oletettu kehitysura, johon malli kalibroidaan, on kuitenkin vain yksi vaihtoehtoinen kehitysskenaario, jonka tuottamiseksi on tehty useita valintoja. Tämän vuoksi dynaamista mallia ei voida samalla tavalla kalibroida kuin staattista tasapainomallia, jonka keskeisenä arviointiperusteena on se, kuinka hyvin malli tuottaa tunnettua perusvuotta vastaavan ratkaisun.

Tässä työssä toteutetussa sektorimallissa yksittäinen vuotuinen optimiratkaisu vastaa enemmän lyhyen aikavälin epätasapainotilaa kuin varsinaista tasapainotilaa. Erilaisten viiveiden ja biologis-teknisten rajoitusten vuoksi tuotanto ei voi lyhyellä aikavälillä siirtyä suoraan tasapainotilanteeseen, vaan tasapainotilaa kohti hakeudutaan vähitellen. Koska tuotantoteknologia, kulutus ja panoshinnat muuttuvat jatkuvasti, tasapainotila, jota kohti sektori pyrkii, muuttuu ajan mukana. Lopullinen tasapainotila voi olla kokonaan erilainen kuin se, mihin alkutilanteen perusteella (staattisella mallilla laskettuna) päädyttäisiin.

Tasapainotilaa ei välttämättä saavuteta, vaan päätösmuuttujien (tuotanto, kulutus, vienti ja tuonti) arvoissa voi tapahtua merkittäviä muutoksia tarkastelujanjakson lopullakin. Tällöin ei voida tietää, saavuttaako sektori lopulta tasapainon vai ei, eikä voida tietää millaiseen tilanteeseen sektori on menossa. Epätasa-

paino, eli tilanne, jossa markkinaosapuolilla (mallissa tuotantoa ja kulutusta kuvaavilla päätösmuuttujilla) on pyrkimys muutoksiin, on merkki siitä, että sektori ei ole sopeutunut asetettuihin hintasuhteisiin ja tukiin. Epätasapainotilaan päätyvä perusskenaario on perusteltua valita silloin, jos esim. vallitsevan tukipolitiikan oletetaan yleisesti johtavan tappiolliseen tuotantoon eikä tarpeeksi voimakas tuottavuuden kasvu ole mahdollinen tuotannon ylläpitämiseksi. Asettamalla vaihtoehtoisia politiikkaskenaarioita voidaan tutkia kuinka eri politiikkatoimenpiteet muuttavat tilannetta ja millaisella politiikalla voidaan saavuttaa tasapaino.

Jos sekä perusskenaariossa että politiikkaskenaariossa päädytään tarkasteluajan lopulla epätasapainotilanteeseen, jossa tuotanto vaihtelee voimakkaasti, muutosten laajuuden määräävät ensisijassa vuotuiset muutosrajat. Tulosten luotettavuuden kannalta on silloin ratkaisevaa se, vastaavatko annetut muutosrajat todellisia lyhyen aikavälin biologis-teknisiä rajoituksia. Koska muutosrajoja ei voida asettaa täysin tarkasti ja todellisuutta vastaavasti (esim. tilastojen mukaiset suhteelliset muutokset tuotannossa eivät välttämättä vastaa tulevaisuuden muutosmahdollisuuksia), myöskään eri politiikkavaihtoehtojen aiheuttamien muutosten suuruudesta ei voida tehdä tarkkoja johtopäätöksiä. Tulosten arviointi on tältä osin helpompaa, mikäli sekä perus- että politiikkaskenaariossa päästään lähelle tasapainotilaa jolloin muutokset ovat pieniä eivätkä muutosrajat rajoita muutoksia. Epätasapainoon päätyvä perus- tai politiikkaskenaario ei kuitenkaan ole mallin soveltamisen kannalta ongelma, koska muutosrajoille voidaan löytää biologisteknisiä (joskaan ei täysin tarkkoja) perusteita. Kun muutosrajat pidetään samoina eri skenaarioissa, pienet epätarkkuudet muutosrajoissa eivät olennaisesti vaikuta tuloksiin.

Tässä työssä toteutetun sektorimallin perusskenaarion kehitysura riippuu maatalouden tuottavuuskehitystä koskevista oletuksista. Tällaisia oletuksia ovat sato-tason ja keskituotosten kasvu, kiinteiden ja muuttuvien tuotantopanosten käytön lasku eläintä tai hehtaaria kohti sekä aikataulu, jolla lyhyen aikavälin uponneet kiinteät kustannukset tulevat pitkällä aikavälillä muuttuviksi kustannuksiksi. Näitä oletuksia käyttämällä sektorimalli tuottaa kehitysuran ja lopputilanteen, johon päädytään vuonna 2005, jos hinnat tai tuet eivät muutu vuoden 2000 jälkeen. Koska tulevan tuottavuuskehityksen ennakointi on aina epävarmaa, perusskenaariotarkaisulle ei ole luotettavaa arviointiperustaa muuten kuin tunnettujen alkuvuosien osalta. Perusskenaariotarkaisun tulee vastata tunnettujen vuosien tuotantomääriä koko maan tasolla ja alueittain, joskaan alkuvuosien kehityskulkua ei ole aina mielekästä tuottaa tarkasti monenlaisten satunnais-tekijöiden vuoksi. Myöhempinä vuosina perusskenaariotarkaisun luotettavuutta voidaan arvioida suhteessa kunkin tuotannonalan tämänhetkisiin jatkonäkymiin, mutta täysin objektiivista mittaria perusskenaariotarkaisun uskottavuudesta ei ole olemassa. Jokaista kehitysolettamusta ja sen toteutumismahdollisuuksia voidaan arvioida erikseen nykytilanteen ja vallitsevan kehityssuunnan pohjalta.

Tarkoitus ei ole ennustaa tulevaisuutta sinänsä, vaan pohtia politiikkamuutosten vaikutuksia eri kehityslinjojen vallitessa.

Maatalouden tuottavuuskehitys voidaan perusskenaariossa asettaa esim. siten, että tuotannon kokonaismäärä pysyy nykyisellä tasolla vuoteen 2005. Tällöin saadaan käsitystä siitä, kuinka nopeaa tuottavuuskehitystä tuotannon tason säilyttäminen maataloudelta vaatii nykypolitiikan vallitessa. Tarvittava tuottavuuden kasvu voidaan toteuttaa useallakin eri tavalla, esim. asettamalla nopea työnkäytön tehostuminen ja hidas keskituotoksen kasvu, tai vastaavasti asettamalla nopea keskituotoksen kasvu ja hidas työnkäytön tehostuminen. Tutkittavien politiikkavaihtoehtojen vaikutukset riippuvat tehdyistä oletuksista. Jos perusskenaariota pohjalta halutaan tarkastella esim. hintojen laskun ja vastaavan eläinkohtaisen kompensaation vaikutuksia, muutokset tuotannossa ovat erilaisia jos perusskenaariota on valittu nopea keskituotoksen kasvu ja hidas työnmenekin lasku eläintä kohti sen sijaan että olisi valittu hidas keskituotoksen kasvu ja nopea työnmenekin lasku. Maatalouden tuottavuuskehityksen ennakoiminen on olennainen osa politiikka-analyysiä. Jokaisen oletetun kehityslinjan tulee olla perusteltavissa menneellä kehityksellä, nykyisellä suuntauksella tai tuotannon-alakohtaisesti arvioidulla kehityspotentialilla.

Oletuksia muuttamalla voidaan tehdä herkkyyksianalyysiä eri kehitystekijöiden vaikutusten suhteen. Sen pohjalta voidaan arvioida, millä keinoin eri politiikkavaihtoehtojen aiheuttamat ongelmat ovat parhaiten torjuttavissa, esim. onko työnmenekin vähentäminen tärkeämpää kuin keskituotoksen kasvu. Voidaan myös tutkia, kuinka paljon esim. eläinkohtaisen työnmenekin on laskettava odotettavissa olevan keskituotoksen kasvun ja kiinteiden kustannusten laskun lisäksi. Eri politiikkavaihtoehdot asettavat maataloudelle erilaisia sopeutumispaineita.

6.3. Valitut skenaarioparametrit

6.3.1. Tuet ja yleinen kustannuskehitys

Oletuksena tämän esityksen kaikissa esimerkkiajoissa on se, että vuoden 2000 viitteelliset tuet (MMM 1997) jatkuvat sellaisenaan vuoteen 2005. Vuosien 1995-2000 välillä käytetään 1997 asti tunnettuja tukia ja vuosille 1998-2000 viitearvoja (MMM 1997). Vuoden 1998 kansalliset tuet vahvistettiin tätä tutkimusta viimeisteltäessä. Ne kuitenkin poikkeavat vain vähän käytetyistä viitearvoista. Vahvistetut tuet tullaan jatkossa päivittämään mallin tukiaineistoon ja ne otetaan huomioon varsinaista politiikka-analyysiä tehtäessä.

Toinen keskeinen oletus on se, että EU:n hintataso säilyy muuttumattomana vuodesta 1995 vuoteen 2005. EU:n maatalouspolitiikan yhtenä piirteenä on se, että maatalouden tuottavuuskehityksen odotetaan kompensoivan yleisen inflaatiokehityksen, eikä tuotantopanosten hintojen nousua korvata tuottajille. Inflaa-

tioksi on tässä oletettu vajaan 2 % vuodessa. Useimpien tuotantopanosten hinnat nousevat keskimäärin 2 % vuodessa ja yhteensä vuosina 1995-2005 21,8 %. Poikkeuksena ovat teollisuusrehut, jotka kallistuvat vain 1 % vuodessa, ja lannoitteet, joiden hintojen oletetaan pysyvän ennallaan. Inflaatio ei vaikuta täydellä painollaan teollisuusrehujen hintoihin, koska suuri osa teollisuusrehujen kustannuksista on kiinteiden EU:n hintojen vuoksi vakiona pysyviä raaka-ainekustannuksia.

Todellisuudessa eräät panoshinnat ovat nousseet vuosina 1995-1997 enemmän kuin 2 % vuositasolla, toiset vähemmän. Jatkossa mallin hinta-aineistoa tuleekin päivittää. Eräiden teollisuusrehujen kallistuminen johtuu osittain soijan maailmanmarkkinahinnan noususta, mitä ei kuitenkaan sektorimallin rehujen hinnanmuodostuksessa huomioida. Hinnanmuodostusta voidaan jatkossa tältä osin mallintaa tarkemmin.

6.3.2. Skenaarioiden erot

Skenaariossa 1, joka tässä esityksessä on valittu muiden skenaarioiden lähtökohdaksi, kasvinviljelyn eräiden muuttuvien kustannuserien oletetaan alenevan 10 % ja kiinteiden 5 % vuoden 1995 tasosta vuoteen 2005 mennessä (taulukko 6.1). Lypsykarjataloudessa joidenkin muuttuvien tuotantopanosten (paitsi rehujen) käyttö laskee eläintä kohti 15 % ja kiinteiden 5 % vuodesta 1995 vuoteen 2005. Erikoistuneen naudanlihantuotannon vastaavat luvut ovat 20 % ja 10 %, sikatalouden 35 % ja 20 % ja siipikarjatalouden 25 % ja 20 %.

Satotaso nousee valitussa perusskenaariossa eli skenaariossa 1 lineaarisesti määrällä, joka on 1,5 % vuosien 1988-1996 keskiarvosta. Esimerkiksi ohran satotaso kasvaa A-alueella 53 kiloa vuodessa. Tämä merkitsee 15 % tuottavuuden kasvua tuotettua kiloa kohti. Yhdessä muuttuvien ja kiinteiden tuotantopanosten käytön tehostumisen kanssa kasvinviljelyssä päästään yhteensä yli 20 % tuottavuuden kasvuun. Kahden prosentin vuotuinen inflaatio merkitsisi 21,8 % kustannusten nousua vuodesta 1995 vuoteen 2005. Koska lannoitteiden hinnat eivät nouse, kustannusten nousuksi tulee kasvinviljelyssä alle 20 % vuosina

Taulukko 6.1. Tuotantopanosten käytön lasku (%) hehtaaria tai eläintä kohti vuodesta 1995 vuoteen 2005 skenaarioissa 1.

	Kasvinviljely	Lypsykarja	Nautakarja	Sika	Siipikarja
Ihmistyö	10	15	20	35	25
Konetyö					
Yleiskustannukset					
Poistot	5	5	10	20	20
Korot					

1995-2005. Näin ollen tuottavuuden kasvu kompensoi yleisen kustannuskehityksen lisäksi tukitason laskua.

Lehmän keskituotos nousee skenaariossa 1 kaikilla alueilla lineaarisesti määrällä, joka on 1,8 % vuoden 1995 keskituotoksesta. Tämä vastaa 103-115 kilon vuosikasvua. Etelä-Suomen suuralueella keskituotos lehmää kohden kasvaa 5969 kilosta lehmää kohden vuonna 1995 lineaarisesti 107,4 kilon vuosivauhtia aina 7150,4 kiloon lehmää kohti vuodessa vuonna 2005. Sisä-Suomessa lehmän keskituotos kasvaa 5991 kilosta lineaarisesti 107,8 kilolla vuodessa 7176,8 kiloon vuoteen 2005 mennessä. Pohjanmaalla lehmän keskituotos kasvaa 5740 kilosta lineaarisesti 103,3 kilolla vuodessa 6876,3 kiloon vuodessa vuoteen 2005 mennessä. Pohjois-Suomessa lehmän vuotuinen keskituotos kasvaa 6392 kilosta lineaarisesti 115,1 kilolla 7658,1 kiloon vuodessa vuoteen 2005 mennessä.

Lehmän keskituotoksen nousu tarkoittaa 18 % tuottavuuden kasvua vuodesta 1995 vuoteen 2005. Yhdessä muuttuvien ja kiinteiden tuotantopanosten käytön tehostumisen kanssa maidontuotannossa päästään yhteensä yli 25 % tuottavuuden kasvuun vuoteen 2005 mennessä skenaariossa 1. Tuotantokustannukset nousevat yleisen kustannuskehityksen takia vähemmän kuin 20 %, koska teollisuusrehujen hintojen oletetaan nousevan vain prosenttin vuodessa. Tästä syystä maidontuotannon tehostuminen paitsi kompensoi tuotantopanosten hintojen nousun, korvaa myös tukitason laskua.

Lypsykarjasta tulevat lihanaudat oletetaan kasvatettaviksi lypsykarjatiljoilla. Näiden lihanautojen lukumäärä laskee lehmämäärän laskiessa lehmän keskituotoksen laskun mukana. Lypsykarjatiljoilla kasvatettavien sonnien eräiden muuttuvien tuotantopanosten käyttö laskee eläintä kohti 15 % ja kiinteiden 10 %. Koska ruokinnan tehokkuuden ei oleteta naudanhantuotannossa kasvavan, jää tuottavuuden kasvu runsaaseen 10 prosenttiin. Tämä ei riitä kompensoimaan tuotantopanosten hintojen nousua.

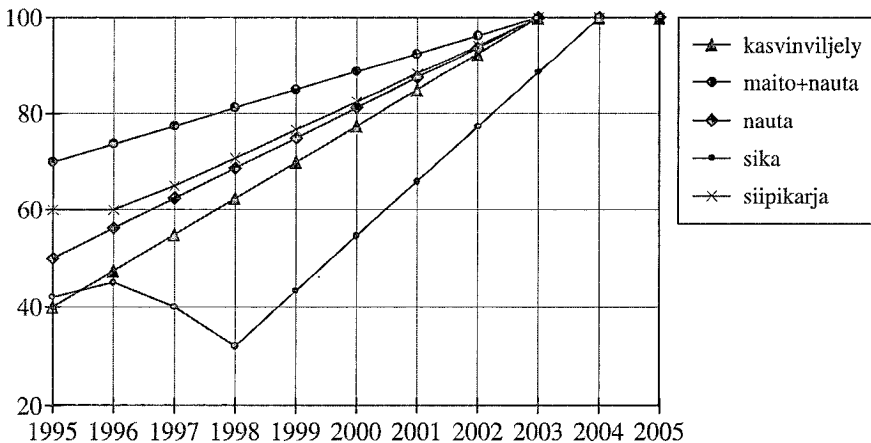
Erikoistuneessa naudanhantuotannossa ruokinnan tehokkuus ei oletuksen mukaan kasva, mutta eräiden muuttuvien ja kiinteiden tuotantopanosten käytön lasku eläintä kohti (20 % ja 10 %) johtaa kokonaisuutena runsaan lähes 18 % tuottavuuden kasvuun. Tämä miltei kompensoi tuotantopanosten hintojen nousun, koska teollisuusrehujen oletetaan kallistuvan vain 1 % vuodessa. Rotusonnien lihalle maksetaan mallissa 5 markan lisähinta ja lisäksi kustannukset ovat selvästi alemmat kuin lypsykarjasonnien.

Emakkojen, munivien kanojen ja siipikarjaemojen keskituotos kasvaa lineaarisesti määrällä, joka on 1,5 % vuoden 1995 tuotoksesta. Emakkojen porsastuotos kasvaa vuoden 1995 18,7 porsaasta 0,28 porsaan vuosivauhtia 21,5 porsaaseen vuonna 2005. Kananmunien tuotos munivaa kanaa kohti vuodessa kasvaa siten kaikilla alueilla 17,2 kilosta lineaarisesti nopeudella 0,258 kiloa vuodessa eli 1,5 % vuoden 1995 arvosta kaikissa skenaarioissa. Tämä merkitsee 15 % kustannusten laskua tuotettua kiloa kohti vuodesta 1995 vuoteen 2005. Sikataloudessa oletettiin lisäksi 35 % lasku eräissä muuttuvissa kuluissa ja 20 %

lasku kiinteissä kustannuksissa eläintä kohti. Kiinteät kustannukset eivät laske yhtä nopeasti kuin eräät muuttuvat kustannukset. Tämä johtuu ennen muuta siitä, että työtä korvataan pääomalla. Yhteensä tuotantokustannukset tuotettua kiloa kohti laskisivat noin 40 % mikäli tuotantopanosten hinnat pysyisivät ennallaan. Tuottavuuden kasvu kompensoi tukitason laskua ja kustannusten nousua, joka jää sikataloudessa, kuten kaikessa kotieläintuotannossa, alle 20 %:n, koska teollisuusrehujen hinnat nousevat vain prosentin vuodessa. Siipikarjataloudessa eräiden muuttuvien tuotantopanosten käyttö laskee 25 % ja kiinteiden 20 % eläintä kohti. Samalla broileriemojen poikastuotos kasvaa yhteensä 15 % vuoteen 2005 mennessä, jolloin päädytään yhteensä runsaan 35 %:n kokonaistuottavuuden kasvuun, joka ylittää selvästi tuotantopanosten hintakehityksen

Kuviossa 6.1.a on esitetty kiinteiden kustannusten tuleminen muuttuviksi skenaariossa 1. Kasvinviljelyssä 60 % poistoista on uponneita vuonna 1995. Lypsykarjataloudessa 30 % poistoista on uponneita (70 % kiinteistä kustannuksista on näinollen mukana optimoinnissa 1995) kustannuksia vuonna 1995 ja täydet poistot tehdään vuonna 2003. Vastaavasti siipikarjataloudessa 40 % kiinteistä kustannuksista on uponneita vuonna 1995 ja täydet poistot tehdään vuonna 2003.

Sianlihantuotannon ennustetaan kasvavan 189 miljoonaan kiloon vuonna 1998 (Kallinen 1997). Tämän tuotantomäärän saavuttamiseksi sikatalouden uponneet kustannukset on asetettu siten, että 42 % kiinteistä kustannuksista on uponneita vuonna 1995, 45 % vuonna 1996, 40 % vuonna 1997 ja 32 % vuonna 1998. Tämän jälkeen kaikki sikatalouden kiinteät kustannukset tulevat muuttuviksi

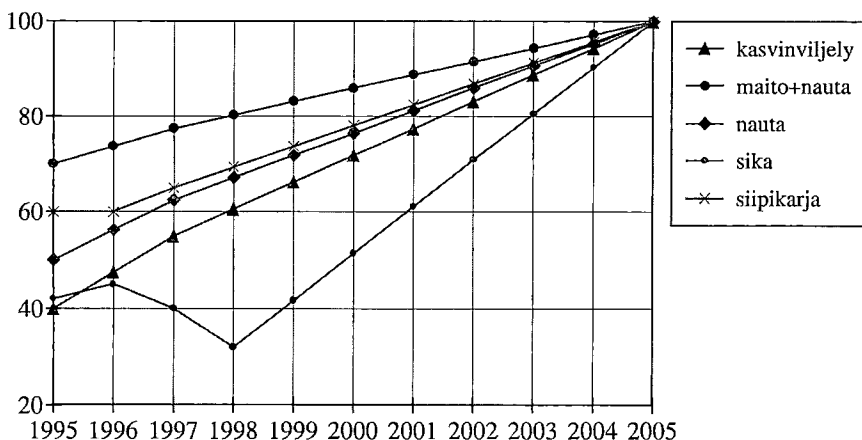


Kuvio 6.1.a. Kiinteiden kustannusten tuleminen muuttuviksi eli päätöksenteossa huomioitava osuus kiinteistä kustannuksista skenaariossa 1 (%).

tasaisella nopeudella vuoteen 2004 mennessä, eli vuotta myöhemmin kuin muissa tuotantosuunnissa. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska päätöksenteossa huomioitavien kiinteiden kustannusten taso on vuonna 1998 selvästi muita tuotantosuuntia matalampi (kuviossa 6.1.a). Jos kaikki sianlihan tuotannon kiinteät kustannukset tulevat täysin muuttuviksi jo vuoteen 2003 mennessä, päätöksenteossa huomioitavat kustannukset nousevat niin nopeasti, että tuotanto lähtee jatkuvaan laskuun välittömästi vuoden 1998 jälkeen päätyen alle 160 miljoonaan kiloon vuonna 2005 eli selvästi vuoden 1995 tuotannon alapuolelle. Tuotanto ei löytäisi tällöin tasapainopistettä vaan olisi edelleen laskusuunnassa vuosina 2004-2005. Jos sen sijaan sianlihan tuotannon kaikki kiinteät kustannukset ovat muuttuvia vasta vuonna 2004, kustannusten nousu päätöksenteossa on loivempi, jolloin tuottavuuden kasvu ehtii kompensoida kustannusnousun päätöksenteossa ja sianlihan tuotanto ehtii saavuttaa tasapainon. Tällöin tuotannon lasku pysähtyy vuosina 2001-2005 noin 164 miljoonaan kiloon, joka on vain vähän vuoden 1995 tuotantoa (168 milj. kg) matalampi. Koska tasapainotilan saavuttaminen helpottaa tulosten tulkintaa (luku 6.2), päädyttiin tähän jälkimmäiseen aikatauluun. Sikataloudella on tämän vuoksi vain kaksi vuotta aikaa toimia täysin kustannuksin ennen tarkasteluajanjakson päättymistä. Toinen vaihtoehto olisi ollut pitäytyä nopeammassa aikataulussa ja samalla asettaa sianlihan tuotannon tuottavuuskehitys (esim. työnkäytön tehostuminen) nopeammaksi, jolloin tuottavuuden kasvu olisi ehtinyt kompensoida kustannusten nopean kasvun päätöksenteossa. Tehty valinta kuitenkin osoittaa, että uponneiden asettamisella saattaa olla merkittävä vaikutus mallin tuottamaan kehitysuriaan. Sianlihan tuotannon kannalta olisi kuitenkin parempi, mikäli mallin tarkasteluajanjakso ulotettaisiin aina vuoteen 2010, jolloin poistoaikataulu voitaisiin tehdä hitaammaksi. Tällöin kaikki kiinteät kustannukset voisivat olla kokonaan mukana päätöksenteossa esim. vuonna 2006, jolloin kustannusten nousu päätöksenteossa olisi selvästi loivempi ja sianlihan tuotanto ehtisi toimia täysin kustannuksin vielä neljä vuotta vuoteen 2010. Tasapainotilan saavuttaminen olisi tässä tapauksessa selvästi todennäköisempää kuin mallin nykyisessä versiossa, eikä kehitysura olisi yhtä herkkä yhden vuoden muutokselle asetetussa poisto-aikataulussa.

Skenaario 2 poikkeaa skenaariosta 1:stä vain siten, että kaikki kiinteät kustannukset ovat muuttuvia vasta vuonna 2005 (kuviossa 6.1.b). Tällä on haluttu tuoda esiin kunkin tuotantosuunnan kehitysuran riippuvuus siitä, kuinka nopeasti kaikki kustannukset tulevat päätöksentekoon mukaan.

Skenaariossa 3 oletukset ovat muuten identtisiä skenaarion 1 kanssa, mutta satotaso kasvaa vain puolella skenaarion 1 nopeudesta. Satotaso kasvaa skenaariossa 3 lineaarisesti määrällä, joka on 0,075 % vuosien 1988-1996 satotasojen keskiarvosta. Tämä tarkoittaa 7,5 % kustannusten laskua tuotettua kilo kohti vuosina 1995-2005. Tuottavuuden kasvu jää tällöin kokonaisuutena noin 15 prosenttiin eräiden muuttuvien tuotantopanosten käytön laskiessa 10 % heh-



Kuvio 6.1.b. Kiinteiden kustannusten tuleminen muuttuviksi eli päätöksenteossa huomioitava osuus kiinteistä kustannuksista skenaariossa 2 (%).

taaria kohti ja kiinteiden tuotantopanosten käytön laskiessa 5 % hehtaaria kohti. Vaikka lannoitteiden hinnat eivät nouse lainkaan, tuotantopanosten hinnat nousevat kaikkiaan enemmän kuin 15 %. Tuottavuuden kasvu ei riitä kompensoimaan inflaatiota. Tällä on vaikutuksensa paitsi kasvinviljelyyn, myös kotieläin-tuotantoon.

Skenaariossa 4 lehmän keskituotos kasvaa 28 % nopeammin kuin skenaariossa 1. Keskituotoksen oletetaan kasvavan skenaariossa 4 lineaarisesti määrällä joka on 2,3 % (1,8 % skenaariossa 1) vuoden 1995 keskituotoksesta. Etelä-Suomessa vuotuinen kasvu on tällöin 137,3 kiloa, jolloin päädytään 7479,3 kiloon vuonna 2005. Sisä-Suomessa vuotuinen kasvu on 137,8 kiloa, jolloin keskituotos kasvaa 7506,8 kiloon vuonna 2005. Pohjanmaalla keskituotos nousee 132,0 kiloa vuodessa, jolloin vuonna 2005 keskituotos on 7192,0 kiloa vuonna 2005. Pohjois-Suomessa keskituotoksen oletetaan skenaariossa 4 nousevan 147 kilon vuosivauhdilla 8009 kiloon vuonna 2005. Koko maassa päädytään 23 % korkeampaan keskituotokseen vuonna 2005 vuoteen 1995 verrattuna. Maidontuotannon kokonaistehokkuus kasvaa skenaariossa 4 yli 30 % vuoteen 2005 mennessä, eli 5 % enemmän kuin skenaariossa 1.

Emakkojen keskiporsastuotos, kanojen munatuotos ja siipikarjaemojen poikastuotos nousevat skenaariossa 4 lineaarisesti määrällä, joka on 1,9 % (1,5 % skenaariossa 1). Tällöin keskituotokset ja samalla tuottavuus päättyvät 4 % korkeammalle tasolle kuin skenaariossa 1. Muilta osin skenaarion 4 oletukset ovat samat kuin skenaariossa 1.

Skenaario 5 eroaa skenaario 1:stä vain siten, että muuttuvien (poislukien rehut) ja kiinteiden tuotantotekijöiden käyttö tehostuu 5 % enemmän kuin skenaariossa 1 (taulukko 6.2). Tämä parantaa kaikkien tuotantosuuntien tuotta-

Taulukko 6.2. Tuotantopanosten käytön lasku (%) hehtaaria tai eläintä kohti vuodesta 1995 vuoteen 2005 skenaariossa 5.

	Kasvinviljely	Lypsykarja	Nautakarja	Sika	Siipikarja
Työ	15	20	25	40	30
Konetyö					
Yleiskustannukset					
Poistot	10	10	15	25	25
Korot					

vuotta 5 %, eli likimain samanverran kuin skenaariossa 4, skenaarioon 1 verrattuna.

6.4. Muut parametrit

Mallissa on useita parametreja, joita ei voida saada tilastoista tai joita ei voida luotettavasti estimoida. Vaikka osalle määräytyistä parametrien arvoista voidaan joissain tapauksissa löytää tukea tilastoista tai eri tutkimuksista, monet parametrit joudutaan asettamaan varsin subjektiivisesti. Tällaisia parametreja ovat mm. kysynnän hintajoustot, substituutiojoustot kotimaisten ja ulkomaisten tuotteiden välillä sekä tuotannon, kulutuksen ja rehunkäytön suurimmat sallitut vuotuiset muutosrajat. Osa parametreista, kuten esim. vientikustannusfunktion kulmakertoimet, on asetettu siten, että malli tuottaa tunnettuina alkuvuosina todellisuutta vastaavan viennin tunnetuilla hinnoilla ja kustannuksilla. Jotkut parametrit, kuten kulutustrendit, inflaatio, satotason ja eläinten keskituotosten kasvu, työnkäytön lasku eläintä tai hehtaaria kohti, koskevat suoraan tulevaisuutta, ja ne määrätään perusskenaariota valittaessa.

Kaikilla em. parametreilla voidaan tehdä erilaisia herkkyystarkasteluja. Tarkasteltavien vaihtoehtojen määrä kasvaa kuitenkin helposti hyvin suureksi, koska erilaisia, osittain subjektiivisesti asetettuja ja osittain olemassaoleviin tutkimuksiin perustuvia parametreja on useita. Matemaattisen mallintamisen ihanteena on, että mahdollisimman moni muuttuja olisi endogeeninen, mallin sisällä määräytyvä. Tällöin malliin voitaisiin syöttää mahdollisimman yksikäsitteistä dataa, ja herkkyysoanalyysi tehtäisiin vain muutaman ulkoisen muuttujan ja parametrin suhteen. Käytettävissä olevat menetelmät ja resurssit eivät aina kuitenkaan anna mahdollisuuksia tämän ihanteen saavuttamiseen. Joitakin mallin ulkoisia muuttujia voidaan jatkossa yrittää mallintaa mallin sisällä määrättyviksi. Se voi kuitenkin olla hankalaa, ja vastaan voi tulla monia menetelmällisiä ja dataan liittyviä ongelmia.

Ulkoisten muuttujien ja osittain subjektiivisesti asetettujen parametrien käyttö on kuitenkin parempi vaihtoehto kuin tarkasteltavan systeemin kannalta kes-

keisten tekijöiden jättäminen kokonaan huomiotta. Ellei malliin sisällytetä lainkaan tutkittavan systeemin keskeisiä muuttujia, mallista voi jäädä puuttumaan kokonaisuuden ja mallin käyttäytymisen kannalta ratkaisevat rakeenteelliset ominaisuudet. Esimerkiksi Armington-oletusta (samojen tuotteiden yhtäaikainen tuonti ja vienti) on laajalti käytetty yleisissä tasapainomalleissa, vaikkei substituutiojoustoille yleensä voidakaan löytää varmaa empiiristä perustaa (Banse ja Tangermann 1996, s. 12; Shoven ja Whalley 1992, s. 230-231, 280). Samojen tuotteiden kahdensuuntaisen ulkomaankaupan tai maatalouden tuottavuuskehityksen mahdollistava yhtälörakenne voi jo sinänsä tuoda mallin lähemmäksi todellisuutta. Parametrien arvot ovat asia erikseen. Niitä on usein vaikea estimoida, eikä se ole aina tarpeellistakaan, koska parametrien arvot asetetaan usein kalibrointitarkoituksessa. Parametreja muuttamalla esim. tuonti- ja vientifunktiot asetetaan sellaisiksi, että malli toteuttaa tietyn perusvuoden tuonti- ja vientimäärät (Shoven ja Whalley 1992, s. 81). Ilman tiettyjä funktiomuotoja ja niiden parametreja mallilla voi olla hyvin vaikea tuottaa tunnettujen vuosien kehitystä noudattavaa kehitysuraa, kuten esim. toteutuneita tuonti- ja vientimääriä tunnetuilla hinnoilla ja kustannuksilla.

Seuraavassa esitetään ne parametrit, jotka ovat samat eri skenaarioissa eivätkä siten varsinaisia skenaarioparametreja. Näitä parametreja voidaan perustelluista syistä muuttaa mallin tulevissa versioissa.

6.4.1. Tuotantomuuttujien rajoitukset

Eri tuotantosuuntien muutosrajoille voidaan hakea empiiristä perustaa tilastoista esim. aikasarja-analyysin keinoin. Tärkeintä kuitenkin on, että muutosrajat ovat mielekkäitä suhteessa kunkin tuotannonalan teknisiin ja biologisiin rajoituksiin. Esimerkiksi maidontuotanto ja nautakarjatalous yleensä ovat voimakkaasti sidoksissa edellisvuosien tuotantoon, ja kasvua voi olla edellisestä vuodesta vain muutamia prosentteja. Laskua voi olla enemmän, mutta todellisuus-

Taulukko 6.3. Pinta-alojen suurin sallittu muutos edellisvuodesta (%).

	vehnä	ruis	ohra	mallas- ohra	kaura	seka- vilja	öljy- kasvit	avo- kesanto
Yläraja	30	40	10	30	10	40	30	30
Alaraja	30	40	10	30	10	40	30	30
	herne	tärkkelys- peruna	ruoka- peruna	sokeri- juurikas	kuiva- heinä	säilö- rehu	laidun	vih- kesanto
Yläraja	40	30	20	20	50	20	20	20
Alaraja	40	30	20	20	50	20	20	20

Taulukko 6.4. Eläinmäärien ja rehunkäytön suurin sallittu muutos eläintä kohti edellisvuodesta (%).

	Eläinmäärä Alaraja	Eläinmäärä Yläraja	Rehunkäyttö Alaraja	Rehunkäyttö Yläraja
Lypsylehmät	6	3	5	5
Emolehmät	6	4	5	5
Hiehot	-	-	5	5
Lihahiehot	-	-	8	8
Sonnit alle 15 kk	30	30	8	8
Sonnit yli 15 kk	30	30	8	8
Emakot	5	5	10	10
Munivat kanat	9	6	10	10
Broilerit	-	-	10	10
Broileremot	20	16	10	10

nessa teurastusten ruuhkautuminen ja kasvavat vientikustannukset asettavat rajan laskunopeudelle. Rehukasvien viljely on voimakkaasti sidoksissa kotieläintuotantoon ja mahdollisiin ruokinnan muutoksiin, joten siinä vuotuiset vaihtelut voivat olla enintään 10-20 prosenttia. Sen sijaan leipäviljan ja muutamien muiden peltokasvien sekä kesannoinnin vuotuiset muutokset voivat periaatteessa teknisten ja biologisten rajoitteiden puolesta olla useita kymmeniä prosentteja. Mikäli viljelijöiden riskikäyttäytyminen otettaisiin huomioon, mikä vaatisi oman erillisen tutkimuksensa, muutosrajat voisivat olla jonkin verran pienemmät.

Jalostuskapasiteetin yläraja on asetettu alueittain siten, että vuoden 1995 jalostusmäärät jaetaan eri suuralueiden kesken suhteessa kunkin alueen lehmien lukumäärään vuonna 1995 ja kerrotaan näin saatu luku 1,5:llä (juustolla 3:lla sekä voilla ja maitojauheella 10:llä).

6.4.2. Kulutuksen trendit ja vaihteluvälit

Suuralueiden elintarvikekulutus vuonna 1995 on määrätty suhteessa alueen osuuteen Suomen väestöstä. Muutoksia väestön jakautumisessa maan eri osiin ei oteta huomioon, vaan väestömäärän oletetaan pysyvän vakiona kaikilla alueilla vuoteen 2005. Mikään ei kuitenkaan estä asettamasta eksogeenisia skenaarioita väestömäärän kehityksestä alueittain.

Kulutustrendit on asetettu suhteessa menneeseen kehitykseen ja nykyiseen suuntaukseen sekä EU:n kulutustottumuksiin nähden. Suomalaisten kulutustottumusten oletetaan lähenevän EU:n keskiarvoa. Yleisenä trendinä on pitkään ollut siirtyminen vähärasvaisiin maitonesteisiin ja siipikarjanlihaan. Toisaalta juustojen kulutus on ollut kasvussa.

Taulukko 6.5. Maitotuotteiden kulutus koko maan tasolla sekä arvioitu kulutus-trendi, kysynnän sallittu vuotuinen vaihtelu trendiarvosta, kysynnän hintajousto, substituutiojousto kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen välillä sekä maitotuotteiden koostumus.

Tuote	Kulutus (milj.kg)	Vuotuinen kulutus- trendi %	Sallittu vaihte- luváli	hinta- jousto	substi- tuutio- jousto	kurria	rasvaa
Kulutusmaito	123,8	-1	0,5	-0,3	10	0,961	0,039
Kevytmaito	403,5	-0,5	0,5	-0,3	10	0,985	0,015
Rasvaton maito	144,6	0,5	0,5	-0,3	10	0,995	0,005
Muu nestem. maito	71,4	0	0,5	-0,3	10	0,9777	0,02318
Kevytpiimä	43,5	0,2	1	-0,3	8	0,995	0,005
Piimä	43,5	0,2	1	-0,3	8	0,9775	0,025
Kevytjogurtti	38,5	0,5	2	-0,5	6	0,995	0,005
Jogurtti	38,5	0,5	2	-0,5	6	0,98	0,02
Kevytviili	20	0	2	-0,5	5	0,982	0,018
Viili	13,8	0	2	-0,5	5	0,9	0,1
Kevytkerma	10	0	2	-0,6	7	0,85	0,15
Kerma	24,5	-0,2	2	-0,6	7	0,62	0,38
Jäätelö	72,3	0,5	4	-0,7	7	0,97	0,03
Maitojauhe	7,2	0	1	-0,2	7	10,9	0
Edam	35	0	2	-0,6	6	10,9	0,18
Emmental	20	1	2	-0,9	5	10,9	0,27
Muut juustot	21,5	1,2	2	-1	4	10,9	0,32
Voi	30	-0,5	1	-0,4	10	0	0,8134

Kulutus on rajoitettu siten, että se saa poiketa vuosittain vain muutaman prosentin annetusta trendiarvosta. Kulutuksen vapaa määräytyminen kuluttajien ja tuottajien ylijäämän maksimoinnin seurauksena johtaisi helposti ravinnon rasvapitoisuuden ja kalorimäärän suhteen mahdottomaan ruokavaliioon. Kulutus-trendit johtuvat pitkälle muista kuin taloudellisista tekijöistä.

Kotimaisen naudanlihan kysyntäfunktio on asetettu 7 % korkeammalle tasolle kuin ulkomaisen naudanlihan, eli kuluttajien oletetaan olevan valmiita maksamaan kotimaisesta naudanlihasta 7 % enemmän kuin ulkomaisesta. Kotimaisen sianlihan kysyntäfunktio on asetettu vajaan 4 % korkeammalle tasolle kuin ulkomaisen sianlihan, ja kotimaisen siipikarjanlihan kysyntäfunktio on asetettu 2 % korkeammalle kuin ulkomaisen siipikarjanlihan. Kaikissa muissa tuotteissa kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen kysyntäfunktiot ovat samalla tasolla.

Kysynnän hintajoustopot on asetettu osittain muihin tutkimuksiin ja ulkomai-siin maatalouden sektorimalleihin perustuen (esim. Apland ja Jonasson 1992) ja

Taulukko 6.6. Lihan ja kananmunien kulutus vuonna 1996 sekä arvioidut kulutustrendit, sallittu vaihteluväli, kysynnän hintajousto ja substituutiojousto kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen välillä.

Tuote	Kulutus (milj.kg)	Vuotuinen kulutustrendi	Sallittu vaihteluväli	Kysynnän hintajousto	Substituutio- jousto
Naudanliha	95,4	-1	2	-1,1	2,5
Sianliha	168	0	2	-1	4
Siipikarjanliha	49,6	+2	2	-1	4
Kananmunat	60	0	3	-0,6	5

osittain subjektiivisesti. Tärkein kriteeri joustojen asettamisessa on eri tuotteiden joustojen suhde toisiinsa. Maidon tuottajahinta määräytyy kiinteillä marginaaleilla suoraan maitojalosteiden hinnasta, joiden muutokset siirtyvät kokonaan maidon tuottajahintaan. Tämän vuoksi maitotuotteille ei ole asettu kovin pieniä hintajoustoja, etteivät maidon tuottajahinnan muutokset olisi epärealistisen suuria.

Koska kulutus on rajoitettu vain muutaman prosentin vaihteluvälin sisälle, joustoilla ei ole kulutuksen määrän suhteen suurta merkitystä. Sen sijaan hintojen muutokset ja kulutusmuutosten herkkyys riippuu hintajoustojen lisäksi asetetusta substituutiojoustosta kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen välillä.

Hintajoustolla on merkittävä vaikutus vuotuisen kulutusmuutokseen silloin, jos kotimainen ja vastaava ulkomainen tuote on määritelty miltei täysiksi substi-

Taulukko 6.7. Kasvituotteiden kulutus (muu kuin rehukäyttö) vuonna 1995 sekä arvioitu kulutustrendi, sallittu vaihteluväli, kysynnän hintajousto ja substituutiojousto kotimaisen ja vastaavan ulkomaisen tuotteen välillä.

Tuote	Kulutus (milj.kg)	Vuotuinen kulutustrendi	Sallittu vaihteluväli	Kysynnän hintajousto	Substituutio- jousto
Vehnä	381,6	0	2	-0,3	7
Ruis	80,8	0	1	-0,2	7
Ohra	9,84	0	1	-0,1	15
Mallasohra	157,4	0	2	-0,2	10
Kaura	30,6	0	1	-0,1	15
Herne	7,7	0	2	-0,2	10
Tärkkelysperuna	246,2	0	1	-0,2	10
Ruokaperuna	304,2	0	3	-0,2	8
Öljykasvit	73,4	0	1	-0,2	10
Sokeri	196,2	0	1	-0,4	7

tuuteiksi. Mikäli hintajousto on itseisarvoltaan korkea, pienestäkkin hintojen muutoksesta voi seurata kulutuksen siirtyminen alarajalta ylärajalle tai päinvas-
toin. Joustot on määritetty kuitenkin siten, että tuotteilla, joilla on itseisarvoltaan korkea kysynnän hintajousto, on varsin matala substituutiojousto, jolloin koti-
mainen ja vastaava ulkomainen tuote nähdään pitkälle eri tuotteina (esim naudan-
liha). Jos taas hintajousto on pieni, substituutiojousto on suuri, eli kotimainen ja
vastaava ulkomainen tuote ovat miltei täysiä substituutteja. Tällaisessa tapauk-
sessa, jos vielä tuotantoteknologia on Leontief-tyyppistä, eikä tuotannolla ole
yhteyksiä kotieläintuotantoon, kulutus voi varsin herkästi asettua ylä- tai ala-
rajalle. Tällaisia tuotteita ovat leipävilja ja sokeri. Muilla tuotteilla kulutus ei
ole yhtä herkkä hintojen muutoksille, eikä kulutus ohjaudu herkästi sallituille
ala- tai ylärajoille. Jos ulkoisia, tasapainoa häiritseviä muutoksia on vähän,
kulutus ohjautuu vuosien kuluessa vähitellen ylä- tai alarajalle, sen mukaan kuin
hintasuhteiden mukaan on edullista.

6.4.3. Vientikustannusfunktioiden kertoimet

Vientikustannusfunktioita tarvitaan, jotta vienti ei olisi kiinteiden EU-hintojen
takia liian herkkä pienille kustannus- tai tukimuutoksille (luku 4.1.4). Tarkoi-
tuksena on kuvata viennin kitkatekijöitä niin, että vuoden 1995 vientimäärät
voivat likimain toteutua perusskenaariotarkaisussa. Vientikustannusfunktio kui-
tenkin kalibroidaan uudelleen joka vuosi, jolloin vientikustannukset muuttuvat
vain, jos vienti muuttuu edellisvuodesta. Tällöin vientikustannusfunktiot ja
kalibrointitarkoituksessa asetetut kulmakertoimet eivät hallitse mallin käyttäy-
tymistä.

Vientikustannusten perustasoksi asetetaan kasvituotteille 8 penniä kilo. Muilla
tuotteilla vientikustannukset ovat kasvituotteisiin nähden kaksinkertaiset. Vienti-
kustannussuoran kulmakertoimeksi on asetettu rehuviljoilla 0,3, mikä tarkoittaa
vientikustannusten nousua 8 pennistä kilolta 10,4 penniin jos vientimäärä kak-
sinkertaistuu edellisvuodesta. Leipäviljoilla ja lihalla kulmakerroin on 0,99 mikä
tarkoittaa vientikustannusten lähes kaksinkertaistumista viljalla 15,92 ja lihalla
31,84 penniin viennin kaksinkertaistuessa edellisvuodesta. Leipäviljoille asetet-
tiin muita viljoja suurempi kulmakerroin kalibrointitarkoituksessa. Leipäviljan
Leontief-tyyppinen tuotantoteknologia saisi muuten aikaan alkuvuosien
uponneiden kustannusten vuoksi todellisuutta korkeammat vientimäärät. Maito-
tuotteilla kulmakertoimet on vaihtelevat välillä 0,8-0,95.

6.5. Perusskenaarion kehitysura ja herkkiystarkastelu

Seuraavassa tarkastellaan mallin tuottamia pinta-aloja ja tuotantomääriä koko
maan tasolla valitussa perusskenaariossa (skenaario 1) ja skenaarioissa 2-5,
jotka kukin eroavat perusskenaariosta yhden oletuksen suhteen. Vertaamalla

skenaarion 1 tuloksia skenaarioiden 2-5 tuloksiin voidaan tehdä johtopäätöksiä mallin herkkyydestä eri oletuksille. Eri skenaarioihin viitataan jatkossa lyhenteillä "S1", "S2", "S3", "S4" ja "S5". Tuloksia tarkastellaan enimmäkseen koko maan tasolla, mutta myös suuralueittaista tarkastelua tehdään. Malli tuottaa eläinmäärät ja eri kasvien pinta-alat erikseen jokaiselle 14 tuotannolliselle alueelle kaikkina vuosina. Näiden tulosten yksityiskohtainen tarkastelu vaatisi kuitenkin huomattavasti laajemman selvityksen. Alueittaisia tuloksia ei siis ole mielekästä esittää täydessä laajuudessaan, vain ainoastaan tärkeimmiltä osiltaan.

6.5.1. Maidontuotanto

Maidontuotannon kehitysuraksi koko maan tasolla saadaan eri skenaarioissa aiemmin mainittujen oletusten vallitessa kuvion 6.2. mukainen kehitys. Kun kaikki kiinteät kustannukset ovat mukana päätöksenteossa vuodesta 2003 skenaariossa 1, tuotanto alenee noin 2150 miljoonaan kiloon eli jää 8,8 % alle maakiintiön, jonka oletetaan pysyvän 2355 miljoonassa kilossa. Skenaariossa 2 kaikki kustannukset ovat muuttuvia vasta vuonna 2005, jolloin maidontuotanto pysyy lähes kiintiössä. Todelliset tuotantokustannukset ovat skenaariossa 2 samat kuin skenaariossa 1. Syynä tuotantovolyymin säilymiseen on skenaario 2:ssa se, että tuotanto ehtii tehostua tarpeeksi ennen kuin kaikki kiinteät kustannukset ovat mukana päätöksenteossa.

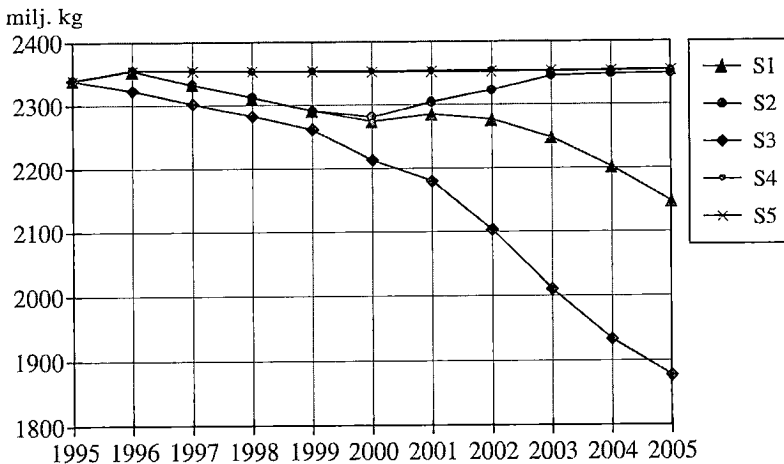
Tuotanto säilyy maakiintiön tasolla skenaariossa 4, jossa keskituotosten kasvu on muita skenaarioita 27 % nopeampaa, ja skenaariossa 5, jossa taas eräiden muuttuvien ja kiinteiden tuotantopanosten käyttö tehostuu 5 % muita skenaarioita enemmän. Skenaariossa 3 satotason nousu on puolet hitaampaa kuin skenaariossa 1, jolloin maidontuotanto putoaa vajaaseen 1900 miljoonaan kiloon. Tuotannon lasku skenaariossa 3 on johdonmukainen seuraus satotason hitaasta kasvusta. Lehmä tarvitsee paljon rehuyksiköitä ja valkuaista, jolloin rehun hinta on keskeinen kannattavuutta säätelevä tekijä. Tuotanto ei kuitenkaan laske maksiminopeudella (-6 %), koska tuotannolla on mahdollisuus siirtyä suhteellisesti parhaille alueille ja toisaalta rehunkäytön muuttuminen antaa maidontuotannolle sopeutumismahdollisuuksia. Tuotannon lasku hidastuukin loppuvuosina 4,5 prosentista 2,9 prosenttiin. Epälineaaristen karkearehu- ja rehuyksikkörajoitteiden ansiosta malli ei ole herkkä pienille kustannusmuutoksille. Maidontuotannon sallitaan kasvavan enintään 3 % ja laskevan 6 % edellisestä vuodesta.

Tuotannon kokonaismäärä ja tuotannon kilpailukyky suhteessa EU:n hintatasoon voidaan säilyttää eri keinoilla. Tuottavuuskehityksen toteutuminen on epävarmaa ja riippuu monista tekijöistä – ei vähiten tilakoon kasvusta ja viljelijöiden omista tuotannon rationalisointitoimista. Mikäli osa kustannuksista jätetään pitkään huomiotta, kuten skenaariossa 2, tuotannon kokonaismäärä voi lyhyen aikaa säilyä ennallaan tai nousta. Uponneet kustannukset pitävät yllä tuotantoa siellä missä se on tosiasiaa tappiollista. Toisaalta kiintiöt, jotka on määrätty

jokaiselle 14 tuotannolliselle alueelle, estävät tuotannon laajenemisen niillä alueilla, missä tuotanto olisi suhteessa muihin alueisiin edullisinta. Uponneet kustannukset eivät sinällään ole ratkaisu tuotannon tappiollisuuteen, mutta uponneilla kustannuksilla on merkittävä vaikutus maidontuotannon kehitykseen lyhyellä aikavälillä. Uponneet kustannukset selittävät tässä esimerkissä sen, että tuotanto ei lähde laskuun heti vuonna 1995, vaikka se kaikki kustannukset huomioiden olisikin rationaalista. Skenaariossa 2 tuotanto pysyy korkeana uponneiden kustannusten vuoksi. Koska tuotannon tehokkuus kasvaa tarpeeksi nopeasti, tuotot kattavat lopulta kustannukset, kun kaikki kustannukset ovat tarkastelussa mukana.

Lehmien ruokinta muuttuu kaikissa perusskenaarioissa nykyistä väkirehuvaltaisempaan suuntaan. Vuoden 1996 tarkkailutilastojen mukaan (MKL 1996a, s. 35) lehmä käytti keskimäärin 1211 kiloa rehuviljaa ja 600 kiloa täysrehua vuodessa. Skenaario 1:n mukaan vuonna 2005 käytetään rehuviljaa Sisä-Suomen alueella keskimäärin lehmää kohti 1900 ja täysrehua 330 kiloa vuodessa. Muutos on miltei sama kaikissa skenaarioissa, koska vallitsevilla hintasuhteilla rehuviljan käyttö kasvaa maksiminopeudella, mikä on 5 % vuodessa (yhteensä 71 % vuosina 1995-2005). Väkirehun osuus rehun kuiva-ainemäärästä nousee molemmissa skenaarioissa vuoden 1995 30 prosentista 40-47 prosenttiin. Muutos voisi olla suurempikin, mutta täysrehujen tuotosvaikutusten aliarvostus mallissa laskee teollisuusrehujen käyttöä. Nautakarjan ruokintaa sitovat mallin nykyisessä versiossa vain rehuyksikkö- ja karkearehujoiutukset.

Esimerkkinä tuotannon sijoittumisesta tarkastellaan maidontuotantoa eri suuralueilla. Mallista saadaan lehmien, kuten muidenkin eläinten lukumäärät jokaisella 14 tuotannollisella alueella, mutta yksityiskohtainen alueellinen tarkastelu jätetään tässä yhteydessä tekemättä.



Kuvio 6.2. Maidontuotanto koko maassa (milj. kg) eri skenaarioissa.

Skenaariossa 1 maidontuotanto alenee vähiten Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa. Yhtenä syynä maidontuotannon suotuisampaan kehitykseen Pohjanmaalla on maan keskiarvoa suurempi tilakoko ja sen seurauksena arvioitu muuta maata 8 % pienempi työnmenekki lehmää kohden (ks. luku 5.1). Lisäksi satotaso on Pohjanmaalla Sisä-Suomea parempi ja tukitaso samansuuruinen (lukuunottamatta Pohjois-Karjalan C2P-tukialuetta jossa tuki on C1- ja C2-alueita korkeampi). Etelä-Suomeen nähden Pohjanmaa hyötyy maidon pohjoisesta tuesta, eikä satotaso jää Pohjanmaalla paljoa jälkeen Etelä-Suomesta. Lehmän keskituotos on Pohjanmaalla muutaman prosentin eli noin 250 kiloa maan keskiarvoa alhaisempi, jolloin tuotot jäävät noin 500 mk alhaisemmiksi lehmää kohden. Toisaalta rehuyksiköitä tarvitaan silloin myös vähemmän.

Skenaariossa 2 maidontuotanto laskee väliaikaisesti Etelä-Suomen alueella, mutta nousee sielläkin lähelle vuoden 1996 tasoa vuoteen 2005 mennessä (taulukko 6.8). Maidontuotannon nykyinen taso saavutetaan myös muualla maassa vuoteen 2005 mennessä skenaariossa 2. Skenaariossa 3 ilmenee hitaan satotason kasvun vaikutus maidontuotantoon. Maidontuotanto laskee yhtä lailla Etelä- ja Sisä-Suomessa ja Pohjanmaalla. Myös Pohjanmaalla maidontuotanto kärsii huomattavasti hitaasti nousevasta satotasosta, jolloin tuottavuuden kasvu ei riitä kompensoimaan tukitason laskua. Pohjois-Suomessa maidontuotanto säilyy lähes entisessä laajuudessaan korkeiden tukien ansiosta.

Maidontuotantoon vaikuttaa mallissa koko maitosektorin, myös jalostuksen, kilpailukyky suhteessa EU:n hintatasoon. Alkutilanteessa vuonna 1995 malli toteuttaa maitotuotteiden tunnetut tuonti- ja vientimäärät. Myöhempinä vuosina maitotuotteiden, ennen muuta juuston, vienti kuitenkin alenee skenaarioissa 1 ja 3. Maitotuotteiden, lähinnä Edam-juuston, tuonti sen sijaan kasvaa saman verran kaikissa skenaarioissa. Skenaarioissa 2, 4 ja 5, joissa maidontuotanto

Taulukko 6.8. Maidon tuotanto suuralueittain (milj. kg) skenaarioissa 1 ja 2.

	Etelä-Suomi		Sisä-Suomi		Pohjanmaa		Pohjois-Suomi	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
1995	698,4	698,4	706,2	706,2	711,1	711,1	223,9	223,9
1996	712,7	712,7	706,5	706,5	711,2	711,2	224,7	224,7
1997	691,3	691,3	705,9	705,9	711,2	711,2	224,7	224,7
1998	670,7	670,7	705,4	705,4	711,2	711,2	224,7	224,7
1999	650,9	650,9	704,9	704,9	711,2	711,2	224,7	224,7
2000	663,9	671,1	692,3	692,3	702,0	702,0	215,8	215,8
2001	666,3	686,3	703,9	703,9	693,2	693,2	221,5	221,5
2002	661,0	707,9	693,2	691,2	702,0	701,9	220,0	221,8
2003	641,0	712,7	677,9	702,7	711,0	711,0	218,5	220,3
2004	621,8	712,7	653,6	703,4	709,3	711,2	217,2	221,7
2005	603,4	712,7	626,7	702,9	701,0	711,2	215,8	223,3

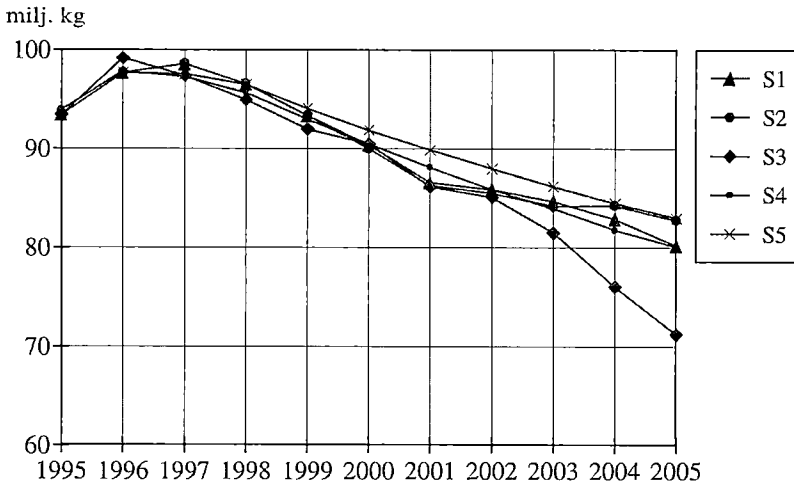
säilyy lähellä kiintiötä, viennin ja tuonnin kasvut korvaavat toisensa. Maidonjalostus erikoistuu niihin tuotteisiin, joiden tuottaminen on suhteellisesti edullisinta. Skenaarioiden 1 ja 3 viimeisinä vuosina tapahtuva maidontuotannon lasku on pitkälle viennin laskua. Kotimaisella kulutuksella on vain hyvin pieni sallittu muutosväli trendiarvosta. Koska maidon kokonaiskysyntä laskee viennin alentuessa, tuotannon lasku ei johda maidon hinnan nousuun. Maidon jalostuskustannusten (samoin kuin EU-hintojen ja vientikustannusten) oletetaan pysyvän markkamääräisesti ennallaan, ts. teollisuuden sisäisten rationalisointitoimien oletetaan kompensoivan yleisen kustannuskehityksen. Lypsykarjatalouden tehostuminen ei skenaarioiden 1 ja 3 loppuvuosina riitä kilpailukyvyyn säilyttämiseen tuotantopanosten kallistuessa inflaatiovahdin mukana.

Samoin kuin muissakin tuotantosuunnissa, myös maidontuotannon alueellinen sijoittuminen riippuu mallissa alueellisten satotaso- ja tuotantokustannuserojen lisäksi asetetuista kuljetuskustannuksista sekä työtunnin hinnasta. Mitä korkeammat kuljetuskustannukset, sitä suurempi tuotantokustannusero tarvitaan tuotannon siirtymiseksi. Toisaalta kotimaan kuljetuskustannukset heikentävät viennin kilpailukykyä, koska ulkomaankauppa oletetaan yhden Etelä-Suomessa sijaitsevan sataman kautta tapahtuvaksi (ks. luku 4.2.6). Työtunnin hinta vaikuttaa myös tuotannon alueelliseen sijoittumiseen, koska työn osuus on erilaisten rehu- ym. kustannusten vuoksi erilainen eri alueilla.

6.5.2. Naudanlihantuotanto

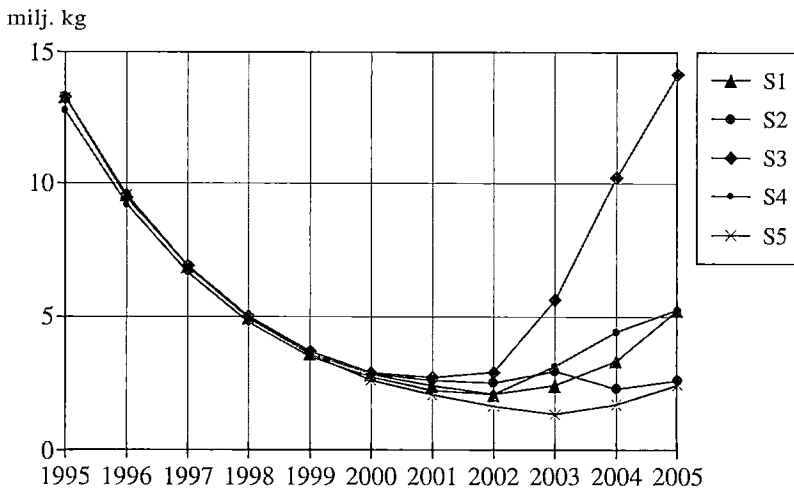
Naudanlihantuotanto ei itsenäisenä erikoistuneena tuotannonalana ole kannattavaa missään skenaariossa, vaikka muuttuvat kustannukset (poislukien rehu- kustannukset) alenevat 20 % ja kiinteät 10 % eläintä kohti vuosina 1995-2000. Lihakarjasonnien lihalle maksetaan lisäksi mallissa 5 markan suuruinen lisähinta tuotettua kiloa kohti. Erikoistuneesta naudanlihantuotannosta saatavaa pihvilihaa ei dataongelmien vuoksi eriytetty omaksi tuotteekseen. Tuissa on otettu huomioon nurmituki Etelä-Suomen emolehmätiloille. Koska pinta-alaa ei ole mallissa jaettu eri tuotantosuuntien kesken, nurmituki maksetaan suoraan emolehmää kohti. Vuonna 1998 nurmitukea maksetaan kaikille nautakarjatiloilta, mutta näin ei ole vielä sektorimallin tässä versiossa tehty. Mikäli nurmituen maksamisesta tulee pysyvä käytäntö pitkällä aikavälillä, se parantaa nurmen kilpailuasemaa väkirehuun nähden ja on toisaalta lisätuloa koko nautakarjasektorille. Tätä voidaan tutkia erikseen mallin myöhemmissä sovelluksissa. Nurmituen jatkumisesta tulevina vuosina ei ole varmuutta.

Ruokinta on emolehmätiloilla lypsykarjatilaja tehokkaampaa (liharodut käyttävät rehun lypsykarjarotuja tehokkaammin) ja lisäksi sekä muut muuttuvat ja kiinteät kustannukset ovat eläintä kohti selvästi matalammat kuin lypsykarjatalouksien lihanaudoilla. Kaikkien lihanautojen rehunkäyttö muuttuu kaikissa skenaarioissa nykyistä selvästi väkirehuvaltaiseen suuntaan. Sonnien rehun-

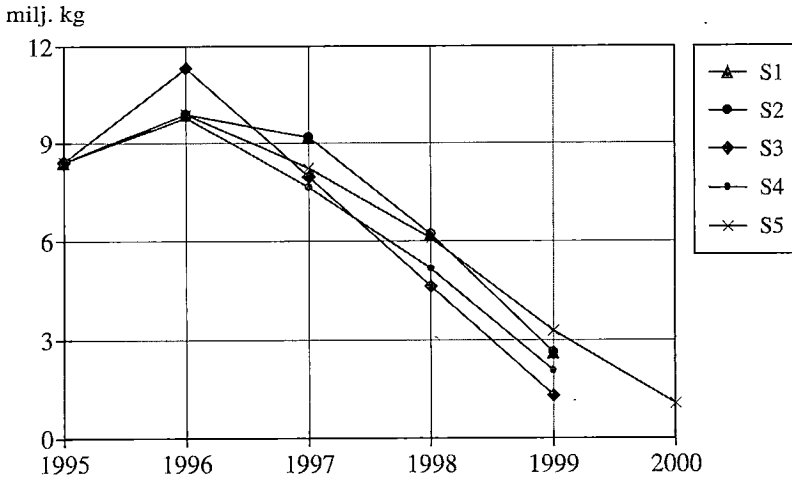


Kuvio 6.3.a. Naudanlihantuotanto koko maassa (milj. kg) eri skenaarioissa.

käytöstä väkirehun osuus kuiva-aineesta nousee vuoden 1995 noin 30 %:sta aina 60-67 %:iin kuiva-aineesta vuoteen 2005 mennessä. Tämä ei kuitenkaan tuo riittäviä kustannussäästöjä, että erikoistunut naudanlihantuotanto tulisi kannattavaksi, vaan tuotanto laskee maksiminopeudella 6 % vuodessa eli noin puoleen vuoden 1995 tasosta vuoteen 2005 mennessä kaikissa skenaarioissa. Oletuksena on, että kuluttajat ovat valmiita maksamaan kotimaisesta naudanlihasta 7 % ulkomaista enemmän (luku 6.4.2).



Kuvio 6.3.b. Naudanlihan tuonti (milj. kiloa) eri skenaarioissa.

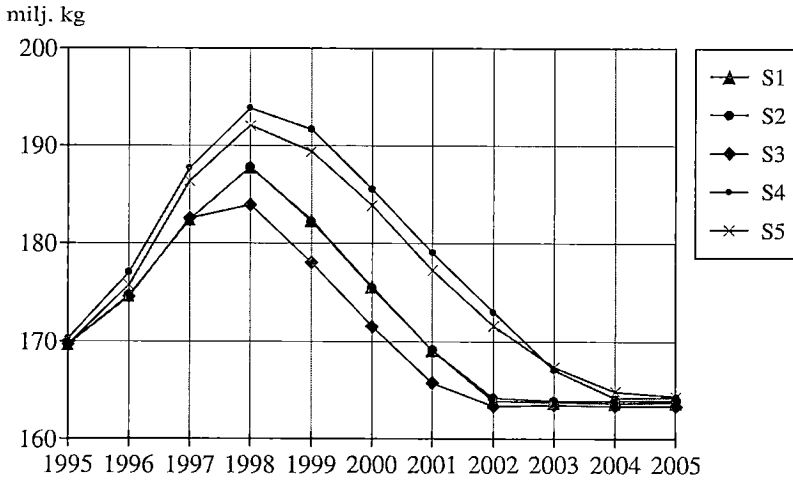


Kuvio 6.3.c. Naudanlihan vienti (milj. kg) eri skenaarioissa.

Erot naudanlihantuotannossa (kuvio 6.3.a) skenaarioiden välillä johtuvat kokonaan eroista lypsylehmien lukumäärissä. Naudanlihan kulutuksen prosentin suuruinen vuotuinen lasku pudottaa naudanlihan kulutuksen runsaaseen 85 miljoonaan kiloon vuoteen 2005 mennessä. Ulkomaista lihaa tästä on skenaariosta riippuen noin 2,4-14,2 miljoonaa kiloa (kuvio 6.3.b). Naudanlihan vienti loppuu kaikissa skenaarioissa viimeistään vuonna 2000 (kuvio 6.3.c). Skenaarioissa 2, 4 ja 5 naudanlihantuotanto on paremmin kannattavan maidontuotannon ansiosta muita skenaarioita korkeammalla tasolla. Lypsykarjataloudessa sonnien lukumäärä riippuu edellisen vuoden lypsylehmien lukumäärästä, jolloin naudanlihantuotanto vastaa viiveellä lehmien lukumäärän muutoksiin.

6.5.3. Sianlihantuotanto

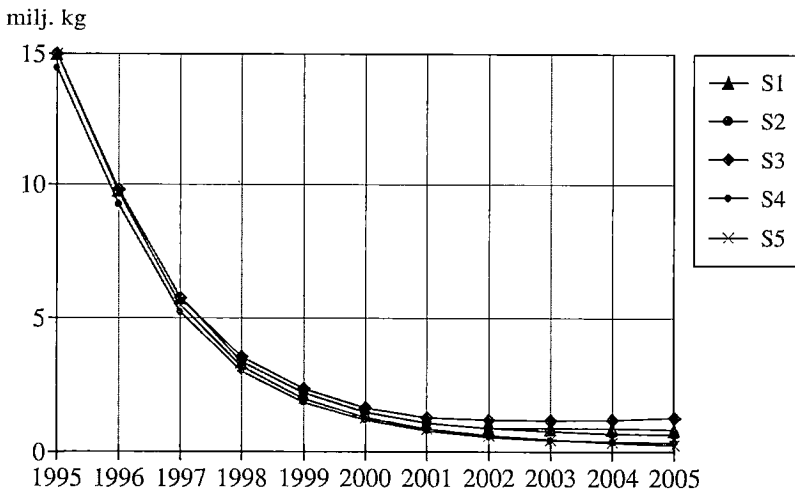
Sianlihantuotanto on viime vuosina ollut voimakkaassa kasvussa. Koska sektori-mallissa ei ole mukana investointikäyttäytymistä, alkuvuosien nouseva kehitys-ura aina vuoteen 1998 johtuu uponneista kustannuksista (luku 6.3). Loppuvuosina kiinteät kustannukset tulevat asteittain muuttuviksi, ja sianlihantuotanto laskee alle 160 miljoonan kilon vuoteen 2005 mennessä. Kaikissa skenaarioajoissa vuoden 1995 noin 170 milj. kilon kulutuksesta päädytään vuonna 2005 noin 165 miljoonan kilon kulutukseen (kuvio 6.4.a). Lihan kulutus voi poiketa vakiona pysyvistä trendiarvostaan 168 milj. kg 2 % (eli noin 3,4 milj.kg) ylös- tai alaspäin. Tämä tarkoittaa sitä, että kulutus voi vaihdella 6,8 miljoonan kilon levyisessä haarukassa trendiarvon ympärillä. Ulkomaisen lihan osuus kulutuksesta vuonna 2005 on alle miljoona kiloa peruskkenaarioissa (kuvio 6.4.b). Sianlihan vienti (kuvio 6.4.c) kasvaa alkuvuosina lähes 20 miljoonaan kiloon, mutta loppuu



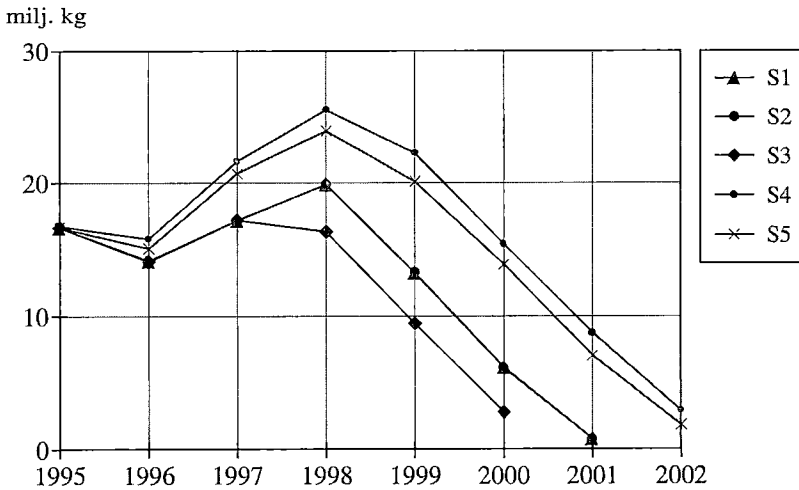
Kuvio 6.4.a. Sianlihantuotanto koko maassa (milj. kg) eri skenaarioissa.

viimeistään vuoteen 2001 mennessä kaikkien kustannusten tullessa muuttuvina päätöksentekoon mukaan. Asetettu 40-45 % kustannusten (muiden kuin rehukustannusten) lasku lihakiloa kohden ei ole riittävä ylläpitämään sianlihan viennin.

Sianlihan tuotanto pysyy lähes samana kaikissa perusskenaarioissa. Uponneet kustannukset tulevat vuotta myöhemmin muuttuviksi skenaariossa 2 kuin perusskenaariossa ja muissa skenaarioissa. Tästä aiheutuu vain hyvin pieni sianlihantuotannon muutos skenaarioiden 1 ja 2 välillä. Luvussa 6.3 todettiin,



Kuvio 6.4.b. Sianlihan tuonti (milj. kg) eri skenaarioissa.



Kuvio 6.4.c. Sianlihan vienti (milj. kg) eri skenaarioissa.

että jos kaikki sianlihantuotannon kiinteät kustannukset ovat muuttuvia jo vuonna 2003, sianlihantuotanto ei saavuta tasapainotilaa, vaan lasku jatkuu vielä vuosina 2004-2005, jolloin tuotanto putoaa alle 160 miljoonan kilon. Poistoaikataulun, eli aikataulun, jolla kiinteät kustannukset tulevat muuttuviksi, pidentäminen vuoteen 2005 ei tulosten mukaan kuitenkaan enää merkittävästi muuta kasvata sianlihantuotantoa skenaariossa 2 skenaarioon 1 verrattuna. Tuottavuuden kasvu saavuttaa päätöksenteossa mukana olevien kustannusten kasvun, jolloin tuotanto asettuu tasapainoasemaan vuosina 2001-2005. Pieni ero skenaarioiden 1 ja 2 sianlihantuotannossa osoittaa, että mikäli tuotanto saavuttaa tasapainotilan, pienet erot kustannuksissa eivät merkittävästi muuta tilannetta. Sianlihantuotannon sallitaan muuttuvan enintään 5 % edellisvuodesta alas- tai ylöspäin, joten sianlihantuotannolla olisi mahdollisuus suuriinkin muutoksiin vuosina 1998-2005. Jos tuotanto laskisi maksiminopeudella vuoden 1998 tasosta (187,8 milj. kg), päädyttäisiin noin 70 % vuoden 1998 tuotannosta eli noin 131 miljoonaa kiloon vuonna 2005.

Hidas satotason kasvu skenaariossa 3 ei tunnu haittaavan paljoa tasapainotilan saavuttanutta sikataloutta. Tuotanto jää skenaariossa 3 ainoastaan 0,4 miljoonaa kiloa skenaariota 1 alemmaksi. Emakon keskituotoksen skenaariota 1 nopeampi nousu skenaariossa 4 vie sianlihantuotannon alkuvuosina voimakkaalle kasvu-uralle käyden aina 193,9 kilossa vuonna 1998. Kun kiinteät kustannukset tulevat kokonaan muuttuviksi vuonna 2004, sianlihantuotanto jää skenaariossa 4 lopulta vain puoli miljoonaa kiloa skenaariota 1 ylemmälle tasolle.

Skenaariossa 5, jossa oletuksena oli 5 % suurempi työnmenekin ja eräiden muiden muuttuvien ja kiinteiden tuotantopanosten käytön lasku, sianlihan-

tuotannon kehitysura jää alkuvuosina vähän skenaarion 4 uraa alemmaksi, mutta päättyy lopulta suunnilleen samalle tasolle eli noin puoli miljoonaa kiloa skenaariota 1 ylemmäksi. Emakkojen keskituotoksen kasvulla ja tuotantopanos-ten tehokkaalla käytöllä on lyhyellä aikavälillä etua sianlihantuotannolle. Jos kuitenkin vientimarkkinoita ei saada pidettyä, kuten kaikissa skenaarioissa käy kiinteiden kustannusten tullessa mukaan päätöksentekoon, tuotanto asettuu lopulta vastaamaan kotimaista kulutusta. Tuonti laskee varsin pieneksi kaikissa skenaarioissa. Tämä tulos riippuu kuitenkin siitä, kuinka paljon kuluttajat ovat valmiita maksamaan kotimaisesta sianlihasta enemmän kuin ulkomaisesta. Mallin tässä versiossa oletetaan, että teollisuus on halukas maksamaan kotimaisesta lihasta 3,8 % ulkomaista enemmän. Tässä tapauksessa tuotteet olivat liian homogeenisia, että tuotteiden yhtäaikainen tuonti ja vienti olisi pitkän päälle kannattanut.

Sianlihantuotannon alueellinen sijoittuminen pysyy likimain ennallaan kaikissa skenaarioissa (taulukko 6.9). Pohjois-Suomen tuotanto laskee lähes kolmanneksella vuoteen 2005 mennessä. Sisä-Suomen ja Pohjanmaan suhteellinen osuus sianlihantuotannosta laskee eri skenaarioissa muuttuu eri skenaarioissa vain hyvin vähän.

Aikataulu, jolla kiinteät kustannusten tulevat muuttuviksi vaikuttaa tuotannon alueittaiseen sijoittumiseen. Skenaariossa 2 Etelä-Suomen tuotanto vuonna 2005 on suurempi kuin skenaariossa 1. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotanto siirtyy muualta Suomesta Etelä-Suomeen sitä nopeammin mitä suurempi osa kiinteistä kustannuksista on uponneita. Tämä on suoraa seurausta siitä, että rehukustannukset lihakiloa kohti ovat pienimmät Etelä-Suomessa. Mitä suurempi osa kiinteistä kustannuksista, jotka ovat samat sikapaikkaa kohti koko maassa, on uponneita, sitä suurempi on Etelä-Suomen ja muiden alueiden välinen suhteellinen kannattavuusero.

Sianlihantuotannossa kaikki muut paitsi rehukustannukset ovat samat kaikkialla maassa. Rehun tuotantokustannus on Etelä-Suomessa pienempi kuin muilla alueilla korkeamman satotason vuoksi. Hidas satotason nousu skenaariossa 3 kaventaa alueittaisia kustannuseroja rehuviljan tuotannossa. Tuet, jotka ovat korkeampia Pohjanmaalla kuin Etelä-Suomessa, ovat silloin satotasoa merkittävämpi viljelyn kannattavuuteen vaikuttava tekijä, jolloin sianlihantuotannon kilpailuasetelma kääntyy lievästi Pohjanmaan eduksi skenaariossa 3. Etelä-Suomen tuotanto laskee, kun taas Pohjanmaalla tuotanto nousee.

Emakkojen keskituotoksen kasvulla (skenaario 4) tai tuotantopanos-ten hokkaammalla käytöllä (skenaario 5) ei ole juuri mitään vaikutusta tuotannon sijoittumiseen. Sianlihantuotanto koko maan tasolla on skenaarioissa 4 ja 5 vähän korkeampi kuin skenaariossa 1.

Sektorimallissa optimointi sijoittaa tuotantoa asteittain suotuisimmille alueille, ja joissain tapauksissa suhteellisen pienet kustannuserot voivat johtaa tuotannon siirtymiseen. Tässä tapauksessa sianlihantuotanto voi alueittain kas-

Taulukko 6.9. Sianlihantuotanto (milj. kg) alueittain ja alueen suhteellinen osuus (%) koko maan tuotannosta eri skenaarioissa.

	Etelä-Suomi	Sisä-Suomi	Pohjanmaa	Pohjois-Suomi
	S1-S3	S1-S3	S1-S3	S1-S3
1995	105,6 62,2%	16,1 9,5%	46,3 27,3%	1,6 0,9%
	S1	S1	S1	S1
2005	103,7 63,3%	14,7 9,0%	44,3 27,1%	1,1 0,7%
	S2	S2	S2	S2
2005	105,6 64,4%	14,7 9,0%	42,6 26,0%	1,1 0,7%
	S3	S3	S3	S3
2005	101,5 62,1%	14,6 8,9%	46,1 28,2%	1,1 0,7%
	S4	S4	S4	S4
1995	106,0 62,2%	16,2 9,5%	46,5 27,3%	1,6 0,9%
2005	105,6 64,3%	14,6 8,9%	43,0 26,2%	1,1 0,7%
	S5	S5	S5	S5
1995	105,6 62,2%	16,1 9,5%	46,3 27,3%	1,6 0,9%
2005	104,9 63,4%	14,1 8,6%	44,3 27,0%	1,1 0,7%

vaa tai laskea vuosittain 5 % edelliseen vuoteen verrattuna, joten rajoitukset sallisivat paljon suuremmat muutokset tuotannon sijoittumisessa. Koska tuotannon sijoittumisessa on vain pieniä eroja skenaarioiden välillä, esimerkkituotosten tuloksista voidaan tehdä se johtopäätös, että millään alueella ei ole merkittävää suhteellista etua sianlihantuotannossa, mikäli vuoden 2000 tuet pysyisivät vuoden 2000 tasolla vuoteen 2005. Tuotannon sijoittuminen ei ole herkkä pienille kustannuseroille. Koska rehunkäyttöä on mallissa mahdollisuus muuttaa edullisempaan suuntaan, muutokset ruokinnassa voivat ajan mittaan tasoittaa kustannuseroja.

Samoin kuin maidontuotannon kohdalla, myös sianlihantuotannon sijoittumiseen vaikuttavat tuotantokustannuserojen lisäksi asetut kuljetuskustannukset

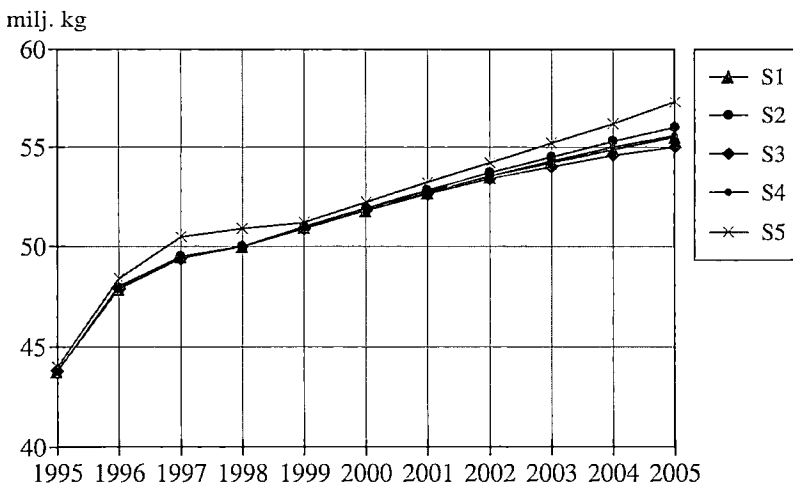
sekä työtunnin hinta, koska työkustannusten osuus kokonaiskustannuksista on erilainen eri alueilla erilaisista rehukustannuksista johtuen.

6.5.4. Siipikarjanlihantuotanto

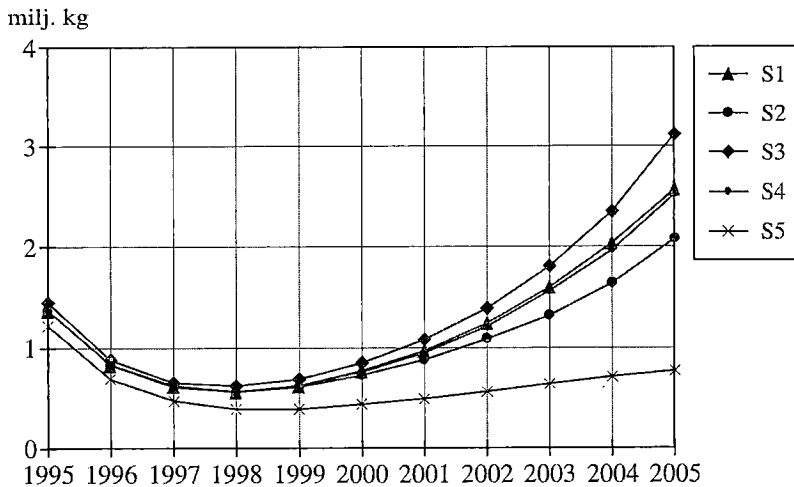
Siipikarjanlihan kulutus kasvaa kaikissa skenaarioissa 2 prosentin vuosivauhtia 49,6 kilosta vuonna 1996 (12 % kasvu vuodesta 1995 vuoteen 1996 on otettu huomioon) 59,3 miljoonaan kiloon vuoteen 2005 mennessä. Tuotanto ei kokonaan kata kulutusta (kuvio 6.5.a), josta ulkomaista lihaa on 2-3 miljoonaa kiloa skenaarioissa 1-4 ja 0,8 miljoonaa kiloa skenaariossa 5. Teollisuuden oletetaan olevan valmis maksamaan kotimaisesta lihasta 2 % ulkomaista enemmän. Siipikarjanlihan vienti ei ole kannattavaa missään skenaarioissa.

Skenaariossa 2 kiinteiden tuotantopanosten skenaariota 1 hitaampi tulo päätöksentekoon mukaan vaikuttaa vain vähän tuotannon määrään. Skenaariossa 3, jossa satotason kasvu on vain puolet skenaarion 1 kasvusta, tuotanto jää vain puoli miljoonaa kiloa alhaisemmaksi kuin skenaariossa 1 ja vastaavasti tuonti puoli miljoonaa kiloa korkeammaksi vuonna 2005 kuin skenaariossa 1. Pääsyyinä tuotannon kasvuun on kaikissa skenaarioissa kulutuksen kasvu, 2 % vuodessa.

Eräiden tuotantopanosten (muiden kuin rehujen) 5 % skenaariota 1 tehokkaampi käyttö skenaariossa 5 johtaa 1,8 miljoonaa kiloa korkeampaan tuotantoon vuonna 2005 skenaarioon 1 verrattuna. Tuonti vuonna 2005 on skenaariossa 5 vain noin 0,8 miljoonaa kiloa kun skenaariossa 1 tuontia on noin 2,6 miljoonaa kiloa. Skenaariossa 4 on 27 % skenaariota 1 korkeampi siipikarjajemojen keskipoikastuotoksen kasvu. Tämä ei kuitenkaan paranna kotimaisen



Kuvio 6.5.a. Siipikarjanlihantuotanto koko maassa (milj. kg) eri skenaarioissa.



Kuvio 6.5.b. Siipikarjanlihan tuonti (milj.kg) eri skenaarioissa.

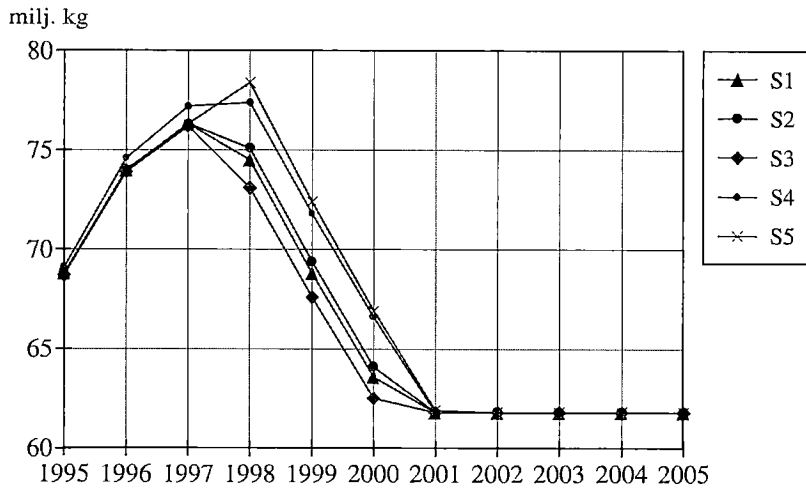
tuotannon kilpailukykyä suhteessa tuontiin juuri lainkaan. Tuotanto ja tuonti ovat skenaarioissa 1 ja 4 suunnilleen samat. Työnkäytön 5 % suuremmalla laskulla skenaariossa 5 on siten suurempi vaikutus kotimaisen tuotannon kilpailukykyyn suhteessa tuontiin kuin 27 % nopeammalla poikastuotoksen kasvulla skenaariossa 4.

Siipikarjanlihan tuotanto painottuu nykyisellään Etelä- ja Länsi-Suomeen. Vallitseva tilanne näyttää mallin tulosten mukaan säilyvän ennallaan, eikä tuotannon sijoittumista käsitellä tässä yhteydessä tarkemmin. Malli kaipaa lisäksi tarkempaa kustannusaineistoa ennenkuin mallia voidaan käyttää tuotannon sijoittumisen ennustamiseen.

Sektorimallissa ei ole otettu huomioon tuotannon kasvun aiheuttamia kitkattekijöitä, kuten esimerkiksi riskin karttamista ja pääoman saatavuutta. Loppuvuosina 2003-2005 päätöksenteossa ovat mukana myös kiinteät kustannukset, jolloin tuotannon kasvattaminen Etelä-Suomessa vaatii myös täydet kiinteät kustannukset. Alkuvuosina osa kiinteistä kustannuksista on uponneita, jolloin tuotanto laajenee nopeammin kuin loppuvuosina.

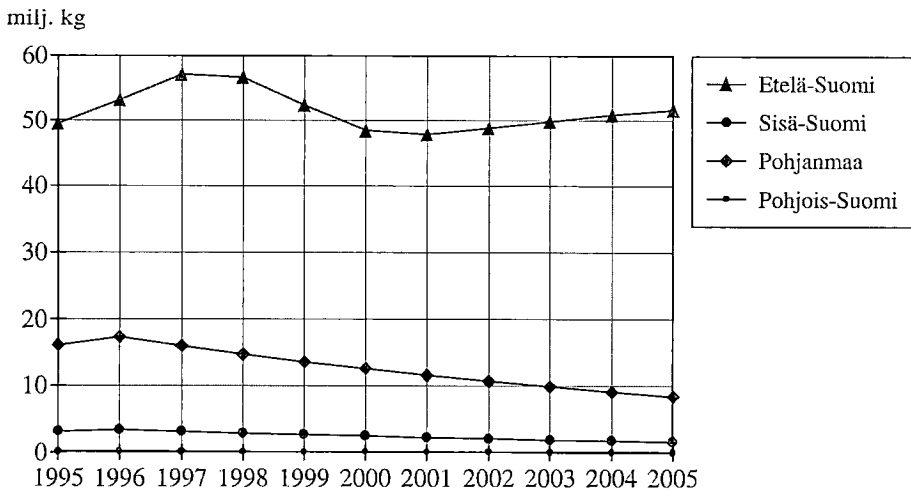
6.5.5. Kanamunien tuotanto

Kanamunista on ollut pitkään ylituotantoa. Vuodesta 1995 lähtien kanamunien hinta on ollut EU:n keskihintaa selvästi alhaisempi ja tuotanto on ollut tappiollista siirtymäkauden tuista huolimatta. Kanamunia on viety ulkomaille, mm. Ruotsiin ja Saksaan. Nykyisen ylituotantotilanteen ja alhaisten hintojen on odotettu paranevan tuottajien omilla rajoitustoimilla ja joidenkin tuottajien luopuessa tuotannosta.



Kuvio 6.6.a. Kananmunien tuotanto (milj. kg) eri skenaarioissa.

Sektorimallissa alkuvuosien ylituotantotilanne (kuvio 6.6.a) on seurausta uponneista kustannuksista. Munien vienti kuitenkin loppuu kokonaan molemmissa skenaariossa vuonna 2001 jolloin kotimainen tuotanto vastaa täysin kulutusta. Pienet muutokset tuottavuuskehityksessä eri skenaarioiden välillä eivät vaikuta asiaan. Koska kananmunia ei tuoda maahan, kulutus on tuotanto vähennettynä viennillä. Kulutuksessa tapahtuu vain pieniä muutoksia vuosina 1995-2005. Kulutuksen trendiarvo (60 milj. kg) pysyy vakiona, mutta kulutuksen sallitaan muuttuvan 3 % eli 1,8 miljoonaa kiloa trendiarvosta ylös- tai alaspäin.



Kuvio 6.6.b. Kananmunien tuotanto (milj. kilo) alueittain skenaariossa 1.

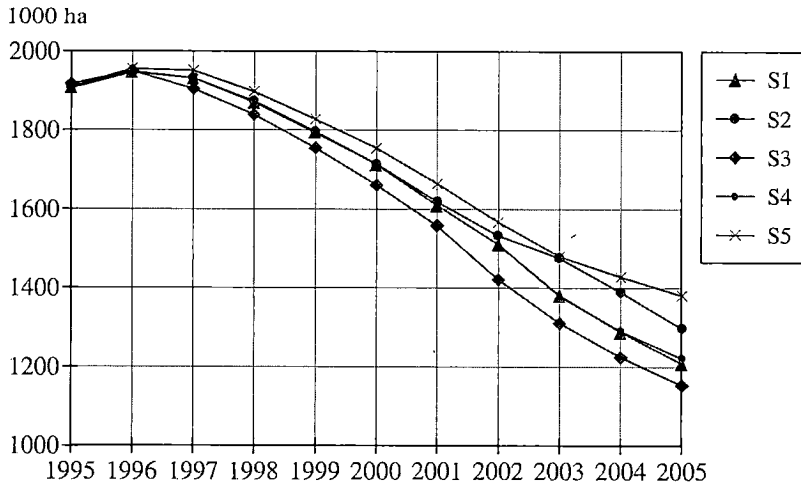
Viennissä on vain pieniä eri skenaarioiden välillä. Vienti loppuu skenaarioissa 1-4 vuonna 2000 ja skenaariossa 5 vuonna 2001 ja tämän jälkeen tuotanto vastaa kotimaista kulutusta. Kiinteiden kustannusten hitaampi tuleminen muuttuviksi skenaariossa 2 pitää yllä vientiä skenaariota 1 pitempään. Tuottavuuden kasvu ei ole missään skenaariossa riittävä ylläpitämään vientiä, kun kiinteät kustannukset tulevat päätöksentekoon mukaan.

Kananmunantuotanto painottuu kaikissa skenaarioissa nykyistäkin enemmän Etelä-Suomeen (kuvio 6.6.b). Esimerkiksi skenaario 1:ssä kananmunantuotannon kannattavuus säilyy Etelä-Suomessa muita alueita paremmin, ja tuotanto pysyy melko tasaisena. Muualla maassa tuotanto laskee vuodesta 1998 alkaen maksiminopeudella (suurin sallittu lasku on -9 %) päätyen noin puoleen vuoden 1995 tuotannosta vuoteen 2005 mennessä. Näin tapahtuu kaikissa skenaarioissa. Osa muun Suomen tuotannosta siirtyy Etelä-Suomeen. Kananmunantuotannon kustannukset mallissa eivät kuitenkaan ole välttämättä alueellisesti edustavia, joten näihin tuloksiin tuotannon sijoittumisesta tulee suhtautua varauksellisesti.

6.5.6. Kasvinviljely

Koska suurin osa maamme kasvinviljelystä on rehukasvien viljelyä, kotieläintuotannon laajuus määrää jo pitkälle kasvituotannon. Eläinten keskituotosten kasvu ja hehtaarisatojen nousu alentavat rehuntuotantoon tarvittavaa pinta-alaa. Suomessa on pitkään vallinnut viljan ylituotanto, mikä on aiheuttanut vientitarvetta. Muutokset viljelyn kannattavuudessa ja viennissä voivat saada aikaan merkittäviä muutoksia pellon käytössä. Koska markkinoiden hintataso ei kata nykyisellään kaikkia peltoviljelyn kustannuksia, sekä kotieläin- että kasvinviljelyn tuilla ja kesantomääräyksillä ja -palkkioilla on keskeinen vaikutus viljelyn intensiteettiin ja pellon käyttöön. Pellon käyttöön vaikuttavat myös kotieläintiloja koskevat tuotannon laajaperäisyyttä koskevat säädökset, kuten laajaperäisyyslisät. Puolet peltoalasta on kuitenkin muiden kuin kotieläintilojen käytössä (MYTT 1997, s. 48-49).

Perustuotannossa tarvittava pinta-ala laskee skenaarioissa 1-5 nopeasti eläinten keskituotosten ja hehtaarisatojen kasvun sekä viljan viennin ja ohran interventiomyynnin voimakkaan laskun seurauksena (kuvio 6.7). Pinta-alan laskua vauhdittaa edelleen se, että skenaarioissa 1-4 leipäviljan tuotanto laskee murtoosaan alkuvuosien tasosta jolloin tuonti kasvaa. Skenaariossa 5 leipäviljan viljely säilyy nykytasolla. Rehuviljan suhteen ollaan kaikissa skenaarioissa omavaraisia. Kasvinviljelytuotteiden tuonti- ja vientimäärät sekä ohran interventiomyyntit on esitetty liitteessä 5. Vaikka viljantuotannon kustannukset alenevatkin yleistä kustannuskehitystä nopeammin (kokonaisuutena noin 20-25 % kiloa kohden vuosina 1995-2005) skenaariota 3 lukuunottamatta (kokonaisuutena laskua kiloa noin 15 %) se ei riitä kokonaan korvaamaan laskevaa tukitasoa, vaan vienti laskee voimakkaasti vuoteen 2005 mennessä. Tuottavuuden kasvu, joka



Kuvio 6.7. Kokonaisviljelyala (poislukien kesanto) koko maassa (1000 ha) eri skenaarioissa.

saavutetaan satotason kasvun (+7,5/15 % vuosina 1995-2005), työnkäytön (-10/15 %) ja kiinteiden kustannusten laskuna (-5/10 %) hehtaaria kohti, ei ole riittävä, jotta viljan vienti olisi kannattavaa pitkällä aikavälillä.

Skenaarioissa 2, 4 ja 5 maitokiintiö tuotetaan täyteen, kun taas skenaarioissa 1 ja 3 jäädytään loppuvuosina kiintiön alle, mikä näkyy alempina kokonaispinta-aloina kyseisissä skenaarioissa skenaarioihin 2, 4 ja 5 verrattuna. Muita skenaarioita nopeampi eläinten keskituotoksen kasvu skenaariossa 4 vähentää tuotettua maito- tai lihakiloa kohti tarvittavaa viljelyalaa skenaarioon 1 (ja muihin skenaarioihin) verrattuna. Tämän vuoksi skenaariossa 4 viljelyala on loppuvuosina miltei sama kuin skenaariossa 1, vaikka skenaariossa 4 maidontuotanto on loppuvuosina noin 200 miljoonaa kiloa suurempi kuin skenaariossa 1.

Uponneiden kustannusten suurempi osuus skenaariossa 2 skenaarioon 1 verrattuna ilmenee suurempina kokonaispinta-aloissa eri suuralueilla (taulukko 6.10). Suuremmista uponneista kustannuksista johtuen kotieläintuotannon taso on korkeampi skenaariossa 2 kuin skenaariossa 1, jolloin tarvitaan myös enemmän pinta-alaa rehuntuotantoon. Koko maan tasolla viljelykäytössä oleva pinta-ala vuonna 2005 jää skenaariossa 2 noin 90 000 hehtaaria skenaariota 1 korkeammaksi.

Ruokinta muuttuu väkirehuvallaisemmaksi kaikissa skenaarioissa, mikä laskee nurmialaa lehmämäärän laskua nopeammin. Nurmialaa laskee lisäksi lehmiä ja lihakarjan väheneminen lehmien keskituotoksen kasvun ja erikoistuneen naudanlihan tuotannon tappiollisuuden seurauksena. Nurmiala laskee vuoden 1995 noin 720 tuhanteen hehtaariin vuonna 2005 skenaariossa 1, 460 tuhanteen hehtaariin skenaariossa 2, 405 tuhanteen hehtaariin

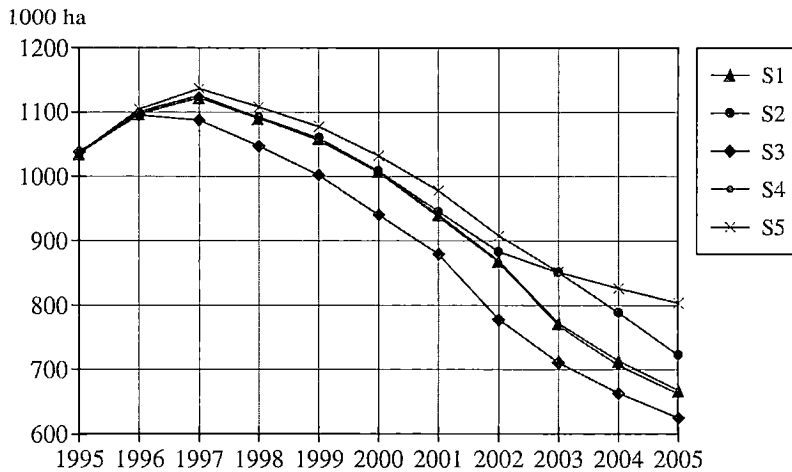
Taulukko 6.10. Kokonaisviljelyala (poislukien kesanto) suuralueittain (1000 ha) skenaarioissa 1 ja 2.

	Etelä-Suomi		Sisä-Suomi		Pohjanmaa		Pohjois-Suomi	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
1995	965,4	965,4	347,4	347,4	508,0	508,0	87,9	87,9
1996	981,3	981,3	365,7	365,7	509,4	509,4	91,4	91,4
1997	990,1	990,1	360,8	360,8	489,8	489,8	91,0	91,0
1998	966,8	966,8	351,3	351,3	464,6	464,6	87,8	90,7
1999	932,5	932,9	339,6	339,3	442,5	442,7	82,0	81,9
2000	887,5	887,9	323,9	324,1	423,4	423,6	78,6	78,7
2001	830,3	831,5	308,3	310,5	399,5	399,6	72,3	77,9
2002	779,2	782,4	279,7	296,2	384,9	384,2	67,8	71,4
2003	696,9	759,2	244,7	270,6	376,3	380,9	63,9	66,4
2004	647,6	705,0	222,1	247,4	358,5	374,6	60,7	63,0
2005	606,9	653,1	202,4	230,8	341,7	354,8	57,9	60,3

skenaariossa 3, 443 tuhanteen hehtaariin skenaariossa 4 ja 460 tuhanteen hehtaariin skenaariossa 5 vuoteen 2005 mennessä. Muita skenaarioita pienempi nurmiala skenaarioissa 1 ja 3 johtuvat pienemmästä lehmien lukumäärästä.

Skenaariossa 4 eläinten keskituotokset kasvavat 27 % nopeammin kuin muissa skenaarioissa. Tämän vuoksi maitokiintiö tuotetaan täyteen, jolloin nurmiala on skenaariossa 4 lähes 20 000 ha skenaariota 1 suurempi vuonna 2005. Skenaariossa 2 ja 5, joissa myös tuotetaan maitokiintiö täyteen (skenaariossa 2 jäädytään vain muutama miljoona kilo kiintiöstä vuonna 2005), nurmiala on noin 30 000 hehtaaria suurempi kuin skenaariossa 4. Skenaarioita 2 ja 5 pienempi nurmiala skenaariossa 4 johtuu nopeasta keskituotoksen noususta, jolloin sama maitomäärä tuotetaan pienemmällä lehmämäärällä ja myös pienemmällä nurmialalla. Vaikka lehmän keskituotos kasvaa skenaariossa 4 nopeammin kuin muissa skenaarioissa, lehmän käyttämä rehuyksikkömäärä on sama kaikissa skenaarioissa.

Myös vilja-ala laskee kaikissa skenaarioissa (kuvio 6.8). Tämä johtuu viljan viennin ja ohran interventiomyynnin laskusta ja toisaalta satotasojen ja eläinten keskituotosten trendikasvusta (samalla rehumäärällä ja rehualalla saadaan enemmän tuotosta). Vilja-alan lasku jää selvästi muita skenaarioita pienemmäksi skenaarioissa 2 ja 5. Skenaariossa 2 kaikki kiinteät kustannukset ovat mukana päätöksenteossa vasta vuonna 2005, kun taas muissa skenaarioissa kaikki kustannukset ovat muuttuvia vuonna 2003 (sikataloudessa vuonna 2004). Skenaarioon 1 verrattuna skenaarion 2 vilja-ala jää 55 000 ha korkeammaksi. Syynä on paljolti se, että maidontuotanto jää skenaario 1:ssä noin 200 milj. kiloa alle kiintiön.



Kuvio 6.8. Vilja-ala yhteensä koko maassa eri skenaarioissa (1000 ha).

Satotason kasvua on mahdotonta tarkasti ennustaa, mutta sillä on merkittävä vaikutus pinta-aloihin ja tuotantomääriin kasvinviljelyssä ja lypsykarjataloudessa tuloksiin. Tämä ilmenee skenaario 3:ssa, jossa satotason kasvu on puolet edellisten skenaarioiden kasvusta. Maidontuotanto jää oleellisesti alemmaksi, koska rehu kustannukset kasvavat hitaan satotason kasvun vuoksi (inflaatiovauhti on kokonaisuutena nopeampaa kuin tuotannon tehostuminen). Maidontuotannon lasku johtaa pienempään rehuviljan tuotantoon. Viljelypinta-alaa tarvitaan heikomman satotason vuoksi suhteessa tuotantomäärään muita skenaarioita enemmän. Kokonaisuutena skenaariossa 3 jäädytään kuitenkin yli 40 000 hehtaaria alle skenaario 1:n vilja-alasta. Rehuviljan suhteen ollaan edelleen omavaraisia myös skenaariossa 3. Leipävilja-ala laskee muita skenaarioita nopeammin skenaario 3:ssa.

Vilja-alojen välillä ei ole eroa skenaarioiden 1 ja 4 välillä, vaikka maidontuotanto jää skenaariossa 1 yli 200 miljoonaa kiloa alle kiintiön. Syynä on lehmän korkeampi keskituotos skenaariossa 4 skenaarioon 1, jolloin skenaariossa 4 tarvitaan lehmää kohti vähemmän pinta-alaa.

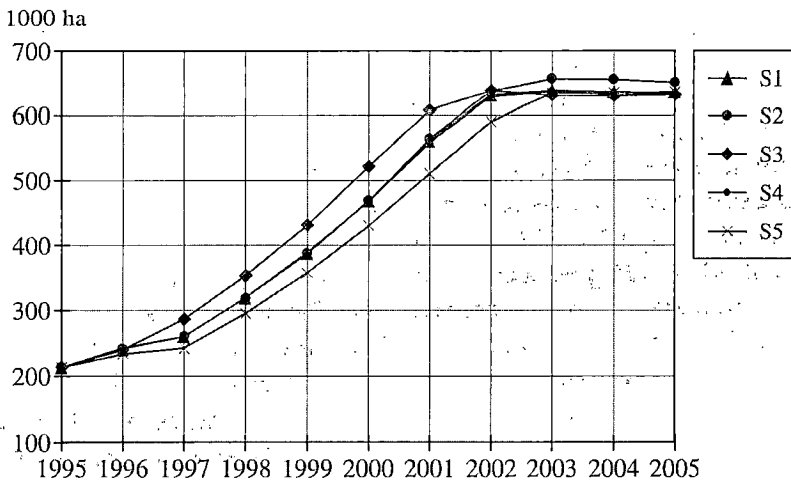
Skenaariossa 5 eräiden muuttuvien ja kiinteiden tuotantopanosten käyttö laskee 5 % enemmän kuin muissa skenaarioissa. Muuten oletukset ovat samat kuin skenaariossa 1. Maidontuotanto pysyy kiintiössä, leipäviljan suhteen ollaan omavaraisia ja jonkin verran rehuviljaa kannattaa edelleen viedä, jolloin vilja-ala on yli 130 000 ha suurempi kuin skenaariossa 1.

Kasvinviljelyn tuottavuuden kasvu on skenaarioissa 1-4 asetettu varsin hitaaksi, mikä on suurin syy viljantuotannon ja viljanviennin vähenemiseen. Tällä on haluttu tuoda selkeästi esiin tähänastisen suhteellisen hitaan tuottavuuden kasvun riittämättömyys. Erityisesti on huomattava, että viljelyalojen lasku ei ole

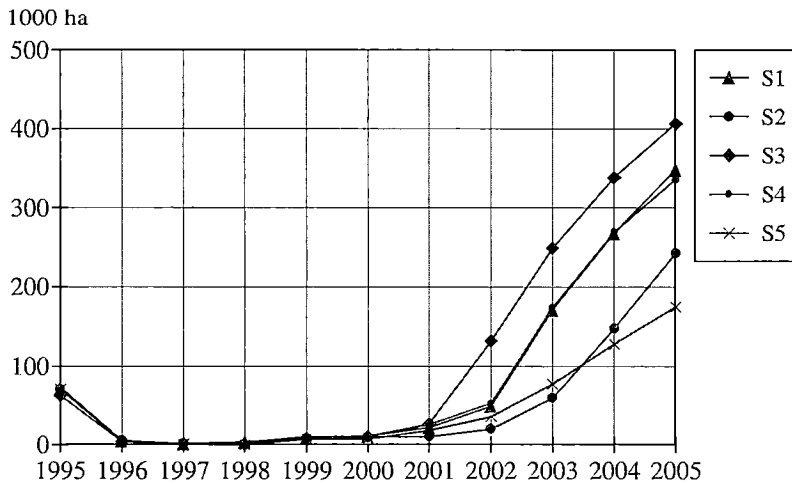
sama asia kuin tuotantomäärien lasku, koska sektorimallissa satotaso nousee trendinomaisesti. Satotason nousua voidaan perustella kasvilajikkeiden ja viljelymenetelmien kehittymisellä. Toisaalta on olemassa tekijöitä, jotka voivat hidastaa satotason nousua tai jopa kääntää sen laskuun.

Kesantoalat (kuvio 6.9 sisältää sekä avo- että viherkesannot) eivät juuri poikkea skenaarioiden 1, 3, 4 ja 5 välillä. Tämä johtuu siitä, että kesannoinnin kustannukset eivät olennaisesti muutu eri skenaarioissa. Peltoalaa on käytettävissä enemmän kuin perustuotannossa olisi tarpeen. Kesannoinnin laajuus ei riipu silloin niinkään kesannoinnin suhteellisesta asemasta varsinaiseen kasvinviljelyyn nähden, vaan siitä, kattaako kesannointipalkkio kesannoinnin kustannukset. Päätöksenteossa huomioitavat kesannoinnin kustannukset ovat erilaiset skenaarioon 1 verrattuna vain skenaariossa 2, jossa uponneiden kustannusten osuus on skenaariota 1 suurempi, ja skenaariossa 5, jossa työ- ja konekäyttö hehtaaria (myös kesantohehtaaria) kohti laskee 5 % alemmaksi kuin skenaariossa 1. Skenaariossa 2 päädytään vain vajaat 20 000 hehtaaria suurempaan kesantoalaan kuin skenaariossa 1. Skenaariossa 5 kesantoala kesantoala on pitkään skenaariota 1 alempi, mutta vuonna 2005 kesantoala on skenaariossa 5 miltei sama kuin skenaariossa 1 alemmasta työ- ja konekäytöstä huolimatta. Satotason hidaskasvu skenaariossa 3 ja eläintuotosten nopea kasvu skenaariossa 4 eivät aiheuta muutoksia kesantoaloissa skenaarioon 1 verrattuna.

Koska kaikkea viljelyn ulkopuolelle jäävää peltoalaa ei kannata kesannoida, osa peltoalasta jää mallissa käyttämättä (kuvio 6.10). Käyttämätön peltoala eli perustuotannon ja kesannoinnin ulkopuolelle jäävä ala riippuu tuottavuuskehityksestä. Skenaariossa 2 käyttämätön pinta-ala on skenaariota 1 pienempi, koska



Kuvio 6.9. Kesantoala yhteensä (sis. avo- ja viherkesannon) eri skenaarioissa (1000 ha).



Kuvio 6.10. Käyttämätön pinta-ala (1000 ha).

peltoa pidetään enemmän viljelyksessä suurempien uponneiden kustannusten takia, joiden vuoksi myös kotieläintuotanto on korkeammalla tasolla kuin skenaariossa 1. Skenaariossa 3 käyttämätön pinta-ala on skenaariota 1 suurempi, koska hidat satotason kasvu heikentää viljelyn ja myös kotieläintuotannon taloudellisia edellytyksiä ja tuotanto jää kaikilta osin skenaariota 1 alemmaksi. Skenaariossa 4 käyttämätöntä pinta-alaa on lähes yhtä paljon kuin skenaariossa 1 korkeammasta maidontuotannosta huolimatta. Tämä selittyy nopeammalla keskituotoksen kasvulla skenaariossa 4 skenaarioon 1 verrattuna. Skenaariossa 5, jossa tuottavuus kasvaa skenaariota 1 nopeammin, kannattaa pitää suurempi osa pinta-alasta viljelyksessä kuin skenaariossa 1.

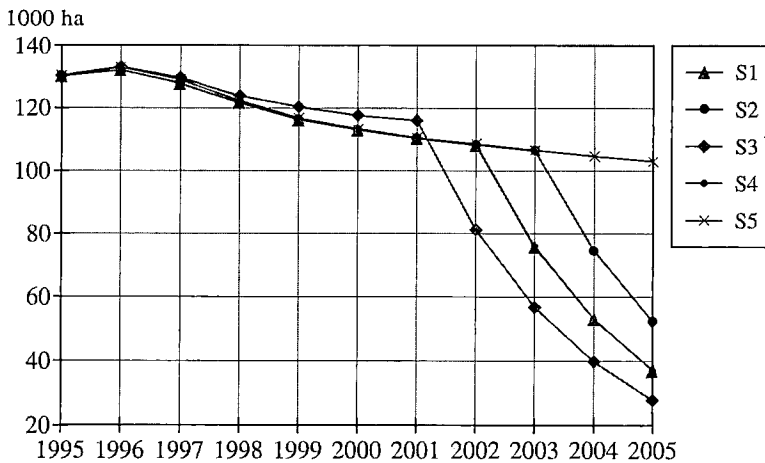
Taulukossa 6.11 on esitetty käyttämätön peltoala suuralueittain skenaarioissa 1 ja 5. Suurimmat suhteelliset erot skenaarioiden välillä ovat Etelä-Suomessa. Muualla maassa erot skenaarioiden 1 ja 5 välillä ovat suhteellisesti pienempiä. Tämä tarkoittaa sitä, Etelä-Suomen suhteellinen etu viljelyssä muihin alueisiin verrattuna on skenaariossa 5 suurempi kuin skenaariossa 1. Kun tuotantopanosien käyttö tehostuu koko maassa 5 % skenaariossa 5 skenaariota 1 enemmän, viljeltyä peltoalaa on edullisinta kasvattaa Etelä-Suomessa.

Perustuotannon ja kesannoinnin ulkopuolelle jäävä ala on käsitteenä sikäli ongelmallinen, että mallissa ei ole mukana vaihtoehtoista pellonkäyttöä, joka kilpailisi perustuotannon kanssa. Yhtä vaihtoehtoista käyttötappaa tuloineen ja kustannuksineen on vaikea määrittellä (tästä syystä peltoa jää tuotannon ulkopuolelle muissakin maatalouden sektorimalleissa, esim. Jensen 1996, s. 68-72). Mallista puuttuu kokonaan mm. puutarhatalous monine viljelykasveineen. Pinta-ala, joka mallissa jää perustuotannon ja kesannoinnin ulkopuolelle, ei tarvitse todellisuudessa olla kokonaan viljelykäytön ulkopuolella.

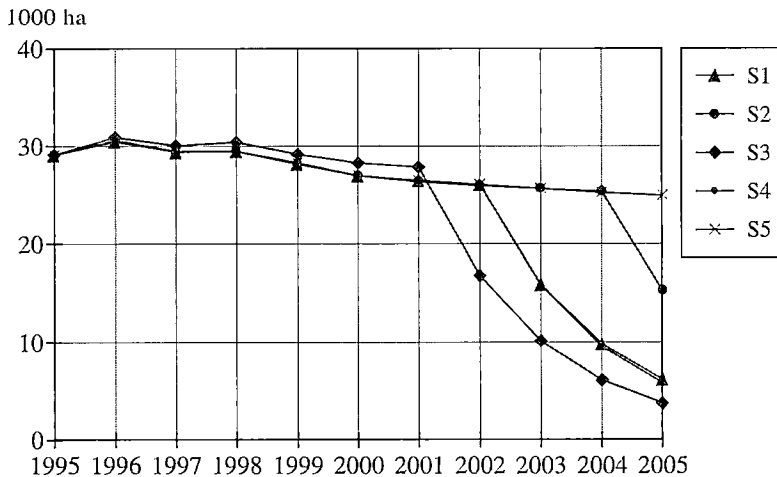
Taulukko 6.11. Käyttämätön pinta-ala suuralueittain ja koko maassa skenaarioissa 1 ja 5 (1000 ha).

	Etelä-Suomi		Sisä-Suomi		Pohjanmaa		Pohjois-Suomi		Koko maa	
	S1	S5	S1	S5	S1	S5	S1	S5	S1	S5
1995	21,5	21,2	26,5	26,5	16,7	16,7	6,3	6,3	71,0	70,6
1996	0,5	0,4	2,3	2,3	0,0	0,0	2,0	2,0	5,0	4,8
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,6	1,6	0,7
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,6	0,1
1999	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	7,0	8,7	7,5
2000	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	6,8	11,0	7,6
2001	2,1	1,4	3,7	3,0	0,0	0,0	16,3	13,9	22,1	18,3
2002	2,8	2,2	24,9	14,5	0,9	0,0	20,8	18,9	49,4	35,6
2003	63,4	2,8	66,8	42,6	16,0	8,7	25,3	22,8	171,5	76,9
2004	103,5	12,9	96,3	60,8	38,7	27,5	29,3	26,7	267,8	127,9
2005	132,9	21,5	121,8	72,3	60,6	50,8	32,7	30,1	348,0	174,7

Yksittäisten kasvien vilja-alat on esitetty liitteessä 5. Rehuviljan suhteen ollaan kaikissa skenaarioissa omavaraisia, mutta skenaarioissa 1-4 vuoteen 2005 mennessä suurin osa leipäviljasta tuodaan ulkomailta. Leipäviljojen viljelyalat on esitetty kuviossa 6.11-6.12. Skenaariossa 1 vehnäala alkaa laskea maksiminopeudella (-30 % vuodessa) vuodesta 2003 alkaen, jolloin kaikki viljelyn kiinteät kustannukset ovat tulleet muuttuviksi. Laskua rajoittavana tekijänä on tämän jälkeen subjektiivisesti asetettu suurin sallittu muutos edellisvuodesta, joten vuoden 2003 jälkeistä kehitystä ei voi pitää tarkkana ennusteena vehnäalan



Kuvio 6.11. Vehnäala eri skenaarioissa (1000 ha).



Kuvio 6.12. Ruisala eri skenaarioissa (1000 ha).

kehityksestä. Skenaariossa 5, jossa viljelyn kustannukset laskevat kiloa kohden noin 25 % vuodesta 1995 vuoteen 2005, leipäviljan suhteen ollaan omavaraisia. Tässä tulee ilmi leipäviljan viljelyn herkkyyks tehtyille oletuksille. 5 % nopeampi tuottavuuden kasvu skenaariossa 5 skenaarioon 1 (ja skenaarioihin 2-4) verrattuna aiheuttaa suuren suhteellisen muutoksen leipävilja-aloissa skenaarioiden 1 ja 5 välillä. Rehukasvien osalta annetut rajoitteet eivät ole yhtä ratkaisevia, koska rehunkäyttö voi muuttua, eli teknologia ei kotieläintaloudessa ole kokonaan Leontief-tyyppistä. Tämä vähentää tarjontareaktioiden herkkyyttä pienille hinta- tai tukimuutoksille paitsi eläintuotteiden, myös rehukasvien osalta. Ne kasvit, joilla ei ole sidonnaisuuksia kotieläintalouteen, ovat rehukasveja herkempiä hintasuhteille ja tuille. Tilannetta voivat tasoittaa silloin ainoastaan ulkomaankaupan hitaustekijät.

Huomionarvoista leipävilja-alojen kehityksessä on se, että missään skenaariossa vehnä- tai ruisalat eivät lähde laskuun heti vuonna 2000, jolloin siirtymäkauden tuet loppuvat, vaan vasta 1-3 vuoden viiveellä. Tämä johtuu siitä, että viljelyn kiinteät kustannukset tulevat kokonaan muuttuviksi vuonna 2003. Skenaariossa 2, jossa viljelyn kiinteät kustannukset tulevat muuttuviksi vuonna 2005, leipävilja-alat lähtevät voimakkaaseen laskuun vasta vuosina 2004 (vehnä) ja 2005 (ruis).

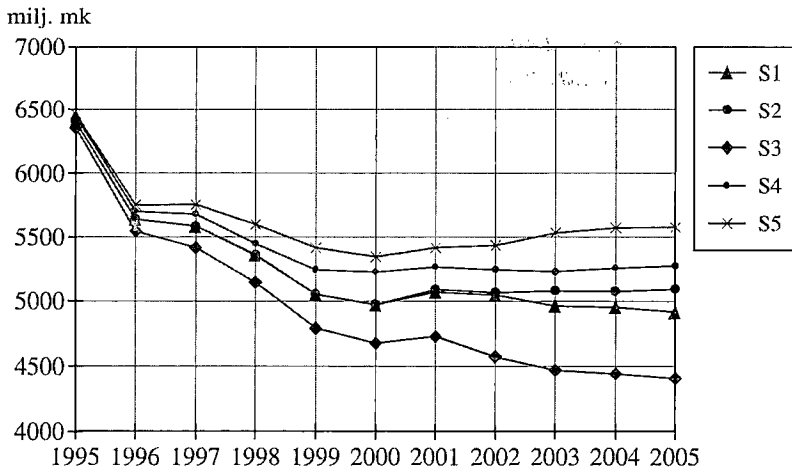
Ulkomaankaupan hitaustekijät eivät leipäviljojen tapauksessa jarruta tuonin kasvua, vaikka kotimainen ja ulkomainen vehnä ja ruis on määritelty eri tuotteiksi. Substituutiojouston arvoksi on asetettu rukiilla ja vehnällä molemmilla 7, mikä tarkoittaa sitä, että kotimainen ja ulkomainen leipävilja ovat varsin pitkälle samanlaisia tuotteita, mutta eivät kuitenkaan täysin homogeenisia. Tätä voidaan perustella koti- ja ulkomaisen vehnän laatueroilla ja erilaisilla

leivontaominaisuuksilla. Tässä tapauksessa tuotteiden lievä erilaisuus ei jarruta tuonnin kasvua, vaan viljelyala laskee ja tuonti kasvaa kaikissa skenaarioissa maksiminopeudella tietyn käännepisteen jälkeen. Skenaariossa 1 tämä käännepiste ajoittuu vuoteen 2003, jolloin viljelyn kaikki kiinteät kustannukset ovat päätöksenteossa mukana. Vehnäalan sallitaan muuttuvan korkeintaan 30 % edellisvuodesta ylös- tai alaspäin ja ruisalan 40 %. Jos substituutiojousto määriteltäisiin pienemmäksi (esim. naudanlihalla substituutiojousto on 2,5), kotimaisen tuotannon lasku ja samalla tuonnin kasvu voisi olla hitaampaa.

6.5.7. Tuotot, kustannukset ja maataloustulo

Yksi tärkeimpiä tunnuslukuja eri politiikkavaihtoehtoja arvioitaessa on koko maan maataloustulo. Se lasketaan varsinaisen optimointimallin ulkopuolella mallin antamista tuloksista kuten hinnoista, tuotannon ja käytettyjen tuotantopanosten määristä ja tuista. Liitteessä 5 on esitetty maatalouden tuotot, kustannukset ja maataloustulo eri skenaarioissa. Kuviossa 6.13 on esitetty maataloustulo eri skenaarioissa (milj. markkaa).

Vuosien 1995-1997 maataloustulo kuviossa 6.13 ei vastaa täysin maatalouden kokonaislaskelman mukaista maataloustuloa. Poikkeamien syynä on pääasiassa se, että mallissa ei ole mukana puutarhataloutta, kuten kokonaislaskelmassa, eivätkä tuotot ja kustannukset ajoitu samalla tavalla. Mallissa kunkin vuoden tuotot, kuten maataloustuet, ja kustannukset ajoittuvat maataloustuloa laskettaessa samalle vuodelle. Maatalouden kokonaislaskelmassa tuotot ja kustannukset eivät aina ajoitu samalle vuodelle jo siitä syystä, että osa kunkin vuodesta maksetaan vasta seuraavana vuonna. Lisäksi tuotantopanosten ja lopputuotteiden

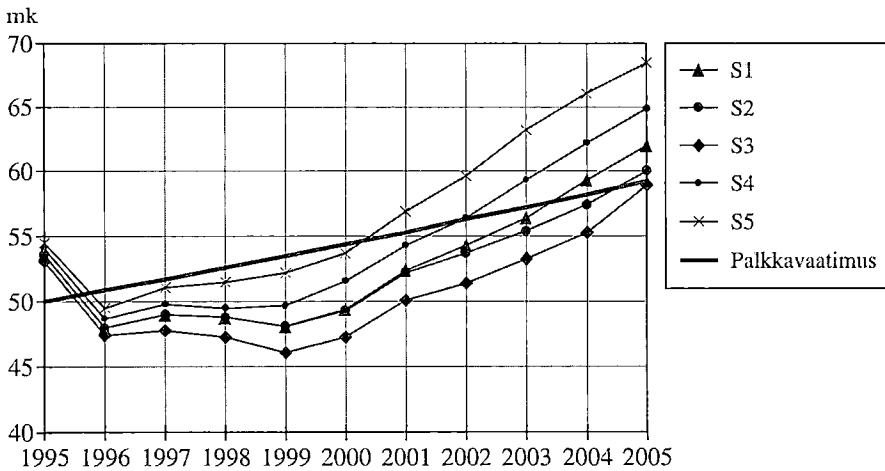


Kuvio 6.13. Maataloustulo eri skenaarioissa (milj. markkaa).

varastojen muutokset, joita ei ole mallissa mukana, voivat vaikuttaa kokonaislaskelmaan.

Maataloustulon selvä lasku vuodesta 1995 vuoteen 1996 johtuu ennen muuta siitä, että vuoden 1995 lihojen hintatukia (esim. sonneille 8,8 ja sioille 2,8 markkaa/kilo) ei enää maksettu vuonna 1996. Vuonna 1995 maksettuja varastokorvauksia ei ole otettu huomioon. Myöhemmin, kun vuoden 1995 kaltaisia hintatukia ei makseta, maataloustulo laskee 5 miljardin markan tuntumaan skenaarioissa 1 ja 2 (4,8 miljardiin skenaariossa 3) vuoteen 1999 mennessä. Tähän vaikuttavat yhdessä inflaatio, tuottavuuden kasvu ja kiinteiden tuotantokustannusten asteittain kasvava mukaantulo päätöksentekoon. Tuottavuuden kasvu asetettu siten, että skenaarioissa 1 ja 2 sekä 4 ja 5 kotieläintuotanto pysyy likimain nykytasolla vuoteen 2005. Näissä skenaarioissa maatalouden tuottavuuskehitys tältä osin kompensoi kustannusten nousun ja tukitason laskun. Näin ei kuitenkaan tapahdu skenaariossa 3, jossa maidontuotanto laskee huomattavasti alle kiintiön. Viljanviljely ja erityisesti viljan vienti vähenee kaikissa skenaarioissa, koska asetettu tuottavuuden kasvu ei riitä kompensoimaan inflaatiota ja tukien laskua.

Tuotanto voi säilyä entisellä tasollaan vain, jos tuotannonalan tuottavuuskehitys pystyy kompensoimaan tuotantopanosten kallistumisen ja alenevan tukitason. Malli toimii rationaalisesti eikä "suostu" tuottamaan tappiolla, kun kaikki kustannukset ovat päätöksenteossa mukana. Tällöin myös maataloustulo tehtyä työtuntia kohti nousee inflaation mukana. Kokonaisinflaatio on mallissa alle 2 prosenttia, koska lannoitteiden hinnat eivät nouse nimellisesti lainkaan ja teollisuusrehujen hinnat vain prosentin. Kuviossa 6.14, jossa maataloustulo on jaettu tehtyjen työtuntien määrällä, vertailulukuna käytetty työtunnin palkka-



Kuvio 6.14. Maataloustulo työtuntia kohti (markkaa).

vaatimus nousee 1,7 prosentin inflaatiovauhdin mukaan, mikä on lähellä mallin nykyisen version kokonaisinflaatiota. Jos malli käyttäytyy rationaalisesti, maataloustulo työtuntia kohti laskettuna tulee olla vähintään työtunnin palkkavaatimuksen tasolla, kun kaikki kustannukset ovat mukana päätöksenteossa.

Maataloustulo työtuntia on kaikissa skenaarioissa, lukuunottamatta skenaariota 3, vuonna 2005 korkeampi kuin 1,7 % mukaan laskettu työtunnin palkkavaatimus. Skenaariossa 3 hidas satotason kasvu heikentää taloudellisia toimintaedellytyksiä muihin skenaarioihin verrattuna, jolloin maataloustulo työtuntia kohti jää alhaiseksi. Tuotannon vuotuiset muutosrajat, jotka kuvaavat tuotannon biologis-teknisiä viiveitä, jarruttavat tappiollisen tuotannon laskua, ja siksi jätetään vähän palkkavaatimuksen alle.

Skenaariossa 2 maataloustulo tehtyä työtuntia kohti jää alemmaksi kuin skenaariossa 1. Syynä tähän on se, että skenaarioissa 2 kiinteät kustannukset tulevat hitaammin muuttuviksi kuin skenaarioissa 1. Mitä suurempi osa kustannuksista on mukana päätöksenteossa, sitä herkemmin tuotanto sijoittuu suotuisimmille alueille ja sitä nopeammin luovutaan tappiollisesta tuotannosta ja laajennetaan sitä tuotantoa, jossa tuotot kattavat kustannukset. Myös rehunkäyttö muuttuu taloudellisemmaksi sitä herkemmin, mitä vähemmän on uponneita kiinteitä kustannuksia, koska kiinteät kustannukset vaikuttavat myös rehuntuotannon kustannuksiin. Maataloustulo työtuntia kohti skenaariossa 2 ei nouse skenaarion 1 tasolle, koska kaikki kustannukset ovat olleet mukana optimoinnissa vasta vuonna 2005. Lyhyellä aikavälillä tuotannolliset viiveet jarruttavat tuotannon sopeutumista. Mikäli tarkasteluajanjakso olisi pitempi, maataloustulo työtuntia kohti nousisi myös skenaariossa 2 palkkavaatimuksen tasolle ja samalla kaikki kannattamaton tuotanto loppuisi.

Maataloustulo työtuntia kohti nousee kaikissa skenaarioissa sitä nopeammin kohti palkkavaatimustasoa mitä enemmän kustannuksia on mukana optimoinnissa. Skenaarioissa 4 ja 5 päädytään selvästi palkkavaatimusta korkeampaan tuntiansioon skenaariota 1 nopeamman tuottavuuskehityksen ansiosta.

6.5.8. Tuet

Sektorimallista saatavassa kokonaislaskelmatyyppisestä maataloustulolaskelmasta ilmenevät kunkin vuoden maataloustuet tukimuodoittain. Niiden perusteella voidaan tarkistaa mallin tukijärjestelmän todenmukaisuus. Vaikka tunnettujen vuosien osalta mallin tuotantomäärät vastaisivatkin todellisuutta, tukisummat eivät aina täysin vastaa todellisen maataloustulolaskelman mukaisia maksettuja tukia. Ensiksikin osa tuista on todellisuudessa maksettu vasta seuraavana vuonna. Toiseksi mallin maataloustulolaskelmassa maataloustuotteiden myynnistä saadut tuotot on laskettu pelkästään markkinahinnoin. Lisähinnat lasketaan mallin maataloustulolaskelmassa tukiin. Maksettujen tukimäärien tarkistus tukimuodoittain on kuitenkin tärkeä osa mallin tarkistamista.

Siirtymäkauden hintatuet loppuvat vuoteen 2000 mennessä. Kuitenkin maidon hintatuen jatkuminen osana vakavien vaikeuksien tukea sisältyy mallin kokonaislaskelmassa samaan erään kuin siirtymäkauden tuet. Taulukossa 6.13 on esitetty esimerkin vuoksi maataloustuen rakenne skenaariossa 2. Skenaario 2 on valittu esimerkiksi siksi, että siinä (kuten myös skenaarioissa 4 ja 5) kotieläintuotannon volyymi vuonna 2005 on lähellä nykytasoa, jolloin vertailu nykyhetkeen on helpompaa.

LFA-tuki maksetaan mallissa pinta-alaperusteisesti, koska mallissa ei ole erikseen mukana kasvinviljely- ja kotieläintiloja tuotantosuunnittain, vaan päätös-
muuttujina ovat eläinmäärät ja pinta-alat. Mikäli LFA-yksiköiden enimmäismäärä ylittyy, LFA-tukea leikataan ylitystä vastaavalla määrällä seuraavana vuonna. Vastaavalla tavalla menetellään pohjoisen tuen, öljykasvituen ja CAP-tuen suhteen (luku 4.2.7). Tästä syystä vuonna 1995 LFA-tukea maksetaan mallissa vähän enemmän kuin todellisuudessa. Tämä nostaa vuoden maidontuotannon

Taulukko 6.12. Tuotannon markkinahintainen arvo (milj. mk) skenaariossa 2.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Kasvinviljely	2643	2716	2764	2731	2696	2613	2451	2259	2191	2004	1821
Maidontuotanto	4666	4703	4737	4670	4629	4605	4652	4687	4735	4740	4742
Siipikarjanliha	285	281	307	319	320	326	331	337	342	347	352
Naudanliha	1661	1480	1503	1477	1433	1391	1372	1318	1300	1287	1281
Sianliha	1544	1412	1499	1552	1511	1456	1412	1402	1364	1360	1361
Lihantuotanto yht.	3489	3174	3308	3348	3263	3173	3114	3056	3007	2994	2994
Kananmunantuotanto	182	266	305	300	277	256	247	247	247	247	247
Tuotanto yhteensä	10981	10859	11114	11050	10866	10647	10464	10250	10181	9986	9804

Taulukko 6.13. Tuet skenaariossa 2 (milj. mk).

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
LFA-tuki	1779	1682	1632	1627	1618	1622	1623	1614	1587	1584	1572
Ympäristötuki	1406	1437	1430	1399	1354	1304	1249	1200	1169	1097	1026
CAP-peltotuki	1288	1410	1455	1514	1543	1600	1638	1674	1668	1604	1533
CAP-eläintuki	354	361	385	373	362	352	345	340	336	331	325
Pohjoinen tuki	641	649	916	1123	1242	1426	1480	1476	1476	1465	1450
Siirtymäkauden tuki	3609	3106	2365	1707	1126	727	723	721	719	720	720
Vakavien vaikeuksien tuki			128	246	315	376	358	343	332	296	258
Perunan tuki		44	51	49	46	44	43	42	40	39	38
Nuorten viljelijöiden tuki	149	153	127	99	75	56	56	56	54	52	49
Tuet yhteensä	9270	8849	8487	8135	7681	7507	7515	7466	7381	7188	6971

vähän (noin 30-40 tuhatta kiloa) todellisuutta suuremmaksi. Jatkossa LFA-tuen määrä pysyy kuitenkin sallituissa määrissä. Tukien kokonaismäärät vuosina 1995-1996 ovat lähellä maksettuja tukimääriä.

6.5.9. Tulosten yhteenveto

Edellä on esitetty valitun perusskenaarion (skenaario 1) ja skenaarioiden 2-5 kehitysurat ja tehty herkkyyksianalyysiä uponneiden kustannusten ja tuottavuus-oletuksien suhteen vertaamalla skenaarion 1 tuloksia skenaarioiden 2-5 tuloksiin. Skenaariot 2-5 poikkeavat kukin skenaariosta 1 vain yhden oletuksen suhteen. Eri oletusten vaikutus tuotantoon ja ulkomaankauppaan vaihtelee tuotantosuunnittain.

Kasvinviljely on pääsääntöisesti herkempi kustannusmuutoksille ja tuottavuuskehitykselle kuin kotieläintuotanto. Näin on erityisesti niiden kasvien kohdalla joita ei käytetä rehukasveina. Esimerkkinä tarkasteltiin leipäviljan tuotantoa. Skenaarioissa 1, 3 ja 4 leipäviljan pinta-alat laskivat murto-osaan alkuvuosien tasosta vuoteen 2005 mennessä. Vehnäala laski noin kolmannekseen ja ruissalat 12-20 prosenttiin alkuvuosien viljelyaloista. Leipäviljojen pinta-alat laskivat maksiminopeudella (vehnä -30 % edellisvuodesta ja ruis -40 % edellisvuodesta) skenaarioissa 1, 3 ja 4 vuodesta 2003 lähtien, jolloin kaikki viljelyn kiinteät kustannukset tulivat kokonaan muuttuviksi kustannuksiksi. Kun viljelyn kiinteät kustannukset tulivat kokonaan muuttuviksi vuonna 2005 skenaariossa 2, vehnä- ja ruissalat lähtivät laskuun vasta vuosina 2004 ja 2005, jolloin pinta-alat laskivat noin puoleen alkuvuosien tasosta. Skenaario 5 poikkesi skenaariosta 1 ainoastaan siten, että viljelyn työ- ja konekäyttö ja kiinteiden tuotantotekijöiden käyttö laski hehtaaria kohti 5 % enemmän vuoteen 2005 mennessä. Tällöin vehnä- ja ruissalat eivät laskeneet juuri lainkaan, vaan tuotanto vastasi kotimaista kulutusta. Syynä leipäviljantuotannon herkkyyteen pienille kustannusmuutoksille on Leontief-tyyppinen tuotantoteknologia eli kiinteät panos-tuotos-kertoimet.

Rehukasvien viljely ei ollut leipäviljan tavoin herkkä kustannusmuutoksille, vaan rehuntuotannon laajuuden määräsi kotieläintuotannon taso. Kotieläintuotannossa tuotantoteknologia ei ole mallissa kokonaan Leontief-tyyppistä, vaan kunkin rehuaineen käyttö voi eläintä kohti muuttua. Koska rehunkäyttö muuttuu kulloisiakin hintasuhteita vastaavasti, pienet kustannus- tai tuottavuusmuutokset eri skenaarioiden välillä eivät aiheuttaneet suuria muutoksia tuotannossa, vaan muutokset jäivät selvästi muutosrajojen alle. Muutosten suuruus vaihteli tuotantosuunnittain. Maidontuotanto oli herkempi kustannusmuutoksille ja uponneille kustannuksille kuin sika- ja siipikarjatalous. Tämä johtuu osaksi rehukustannusten suhteellisen suuresta osuudesta maidontuotannossa (jolloin maidontuotanto on herkkä esim. satotason kasvulle), mutta myös siitä, että rehunkäyttö muuttui samalla tavalla kaikissa tutkituissa skenaarioissa. Väkiprehujen käyttö kasvoi selvästi ja karkearehujen käyttö väheni lähes sallittuun minimiarvoon kaikissa

skenaarioissa. Rehunkäytön muuttuminen tasoitti vain osittain kustannuseroja eri skenaarioiden välillä, koska rehunkäytöllä oli kaikissa skenaarioissa voimakas pyrkimys väkirehuvaltaiseen suuntaan. Tällöin pienet erot tuottavuudessa eri skenaarioissa eivät aiheuttaneet juuri laikaan eroja rehunkäytössä eri skenaarioiden välillä.

Uponneilla kustannuksilla oli samantyyppiset vaikutukset kaikissa tuotantosuunnissa. Skenaariossa 2, jossa kiinteät kustannukset ovat kokonaan muuttuvia vasta vuonna 2005 (skenaariossa 1 vuonna 2003, mutta sikataloudessa vuonna 2004), tuotannon lasku jäi perusskenaariota pienemmäksi. Maidontuotanto pysyi kiintiössä skenaariossa 2, kun taas skenaariossa 1 maidontuotanto jäi 200 miljoonaa kiloa alle kiintiön. Skenaariossa 3 maidontuotanto jäi alle 1900 miljoonan kilon. Tuotanto laski skenaarion 3 loppuvuosina 3–4,5 % vuodessa, kun suurin sallittu laskunopeus oli 6 % vuodessa. Syynä laskuun skenaariossa 3 oli satotason hidaskasvu ja korkeammat rehukustannukset skenaarioon 1 verrattuna. Rehukustannuksilla on suuri merkitys lypsykarjataloudelle. Skenaariossa 4 lehmän keskituotos kasvoi runsaan neljänneksen nopeammin kuin skenaariossa 1. Tämä laski tuotantokustannuksia noin 6,7 % maitokiloa kohti (lehmää kohti noin 800 mk) skenaarioon 1 verrattuna vuoteen 2005 mennessä, mikä riitti pitämään maidontuotannon maakiintiön tuntumassa. Samoin skenaariossa 5, jossa muut kuin rehukustannukset lehmää kohti laskivat 5 % enemmän kuin skenaariossa 1 vuoteen 2005 mennessä, maidontuotanto pysyi koko ajan yli 2350 miljoonan kilon.

Erikoistunut naudanlihantuotanto laski maksiminopeudella kaikissa skenaarioissa. Naudanlihantuotannon erot eri skenaarioissa johtuivat täysin eroissa maidontuotannossa ja lehmien lukumäärässä.

Sianlihantuotanto saavutti kaikissa skenaarioissa tasapainotilan, jossa vienti ja tuonti ovat vähäisiä ja tuotanto vastaa kotimaista kulutusta. Sianlihantuotannossa päädyttiin vähän alle 165 miljoonan kiloon kaikissa skenaarioissa. Pienillä eroilla tuottavuuskehityksessä oli vain hyvin pieniä eroja sianlihantuotannon laajuuteen. Suhteellisesti erot olivat pienempiä kuin maidontuotannossa. Skenaariossa 1 sianlihantuotannon kiinteät kustannukset tulevat kokonaan muuttuviksi vuonna 2004, mutta skenaariossa 2 vuonna 2005. Sianlihantuotanto oli skenaariossa 2 vain vähän suurempi kuin skenaariossa 1. Jos sen sijaan sianlihantuotannon kiinteät kustannukset tulevat kokonaan muuttuviksi jo vuonna 2003, kuten muissa skenaarioissa, kustannukset kasvavat päätöksenteossa vuodesta 1998 (jolloin 68 % kiinteistä uponneista kustannuksista oli asetettu uponneiksi, jotta ennustettu vuoden 1998 tuotantomäärä saavutetaan) lähtien niin nopeasti, ettei tasapainotilaa saavuteta, vaan tuotanto laskee alle 160 miljoonan kilon vuoteen 2005 mennessä. Jos tuotanto laskisi maksiminopeudella vuodesta 1998, päädyttäisiin 131 miljoonaa kiloon vuonna 2005. Mallin tarkasteluajanjakson pidentäminen olisi eduksi sianlihantuotantoa tarkasteltaessa. Esim. vuoteen 2010 ulottuvassa mallissa poistoaikataulu voisi olla pitempi, jolloin

kiinteiden kustannusten suhteellisen osuuden kasvu päätöksenteossa olisi hitaampi, eikä malli olisi herkkä yhden tai kahden vuoden mittaisille eroille poistoaikataulussa eli aikataulussa, jolla kiinteät kustannukset tulevat muuttuviksi. Tällöin sianlihan tuotanto voisi toimia pitkän aikaa täysin kustannuksin.

Kananmunien vienti loppuu kaikissa skenaarioissa vuoteen 2000 tai 2001 mennessä, ja tasapainotilassa tuotanto vastaa vakiona pysyvää (oletus) kotimaista kulutusta. Siipikarjanlihan tuotannossa on vain pieniä muutoksia eri skenaarioiden välillä, mutta suhteellisesti muutokset ovat vähän suurempia kuin sianlihan tuotannossa. Kuten sianlihan tuotannossa, työnkäytön ja kiinteiden tuotantopanosten käytön muita skenaarioita nopeampi lasku eläintä kohti skenaariossa 5 johti vähän korkeampaan tuotantoon kuin muissa skenaarioissa.

Skenaariossa 2, jossa uponneita kustannuksia oli skenaariota 1 enemmän, maataloustulo tehtyä työtuntia kohti oli 60 markkaa tunnilta eli 2 mk alhaisempi kuin skenaariossa 1. Tämä johtuu siitä, että uponneet kustannukset pitävät yllä kannattamatonta tuotantoa ja samalla hidastavat tuotannon sijoittumista suhteellisesti parhaille tuotantoalueille. Maataloustulo, eli työlle ja pääomalle jäävä tulo, oli skenaariossa 2 kuitenkin 3,6 % suurempi kuin skenaariossa 1, mikä johtuu korkeammasta maidontuotannosta skenaariossa 2. Skenaariossa 3 maataloustulo ja maataloustulo tehtyä työtuntia kohti jäivät alhaisemmaksi kuin skenaariossa 1. Skenaarioissa 4 maataloustulo oli eläinten korkeamman keskituotoksen takia 7,2 % ja maataloustulo 4,7 % korkeampi kuin skenaariossa 1. Skenaariossa 5, jossa työnkäyttö ja kiinteät kustannukset laskivat nopeammin kuin skenaariossa 1, maataloustulo oli 13,4 % ja maataloustulo tehtyä työtuntia kohti 10,4 % skenaariota 1 korkeampi. Työnkäytön ja kiinteiden kustannusten vähentäminen on skenaarioajojen perusteella tehokkaampi tapa kasvattaa maataloustuloa ja tuntiansiota kuin pelkästään eläinten keskituotosten nostaminen. Tämä selittyy sillä, että vaikka eläinten keskituotosten nousu kasvattaa tuotantomääriä, markkinoilta saatava hinta on alhainen tuotantokustannuksiin nähden. Kustannukset lehmää kohti pysyvät kuitenkin ennallaan. Tällöin keskituotoksen nousun hyöty jää markkamääräisesti pienemmäksi kuin skenaariossa 5 suuremmasta työnkäytön ja kiinteiden kustannusten laskusta aiheutuva säästö. Koska suuri osa tuista maksetaan siirtymäkauden jälkeen eläinkohtaisesti, suhteellisen pienelläkin (skenaariossa 5 eräiden tuotantopanosten käyttö väheni 5 % enemmän skenaarioon 1 verrattuna) eläinkohtaisten kustannusten vähentämisellä voidaan saavuttaa markkamääräisesti yhtä suuri hyöty kuin selvästi nopeammalla keskituotoksen nousulla.

Kuten luvussa 6.2 todettiin, dynaamisen mallin perusskenaarion valinnalle ja arvioinnille ei ole olemassa täysin luotettavia ja varmoja perusteita. Tehty herkkyysanalyysi olisi periaatteessa voitu tehdä myös valitsemalla perusskenaarioksi mikä tahansa skenaarioista 2-5 ja muodostamalla sen jälkeen erilaisia vaihtoehtoisia skenaarioita (ei välttämättä samoja kuin edellä on esitetty) muuttamalla yhtä oletusta kerrallaan.

Skenaarion 1 valintaa voidaan perustella sillä, että sen varsin maltillinen tuottavuuskehitys on perusteltavissa menneellä kehityksellä ja nykysuuntauksella. Oletuksena skenaariossa 1 on se, että tuotantopanosten käyttö eläintä ja hehtaa-ria kohti tulee tuottajien aktiivisten toimenpiteiden tuloksena laskemaan riittävästi, jotta kotieläintuotanto säilyy likimain nykytasolla. Tätä voidaan perustella sillä, että vaihtoehtoisia ansiomahdollisuuksia on maaseutualueilla vähän, jonka vuoksi maatiloilla tultaneen tekemään monia toimenpiteitä tuotannon kannattavuuden turvaamiseksi. Koska alalta on poistumassa pieniä tiloja, voidaan keskimääräisen työnkäytön ja kiinteiden kustannusten odottaa laskevan. Tämän perusteella skenaarion 3 alle 2 miljardin kilon tuotanto vuonna 2005 voi olla liian alhainen arvio. Toisaalta lehmien geneettinen tuotantopotentiaali antaa mahdollisuuden nopeampaan keskituotosten kasvuun kuin skenaariossa 1, jos väkirehu-ruokintaa lisätään, jolloin skenaario 4 saattaa tässä suhteessa olla realistisempi. Keskituotosten kasvu kuvaa mallin nykyisessä versiossa kuitenkin vain ruokin-nasta riippumatonta trendikasvua, joka tuskin kasvaa yhtä nopeasti kuin skenaarion 4, vaan on todennäköisesti lähempänä skenaarion 1 kasvua. Nopea keskituotoksen kasvu lyhyellä aikavälillä vaatii väkirehuokinnan selvää lisäämistä tai eläinaineksen nopeaa valikoitumista. Mallissa ei ole mukana tuotanto-funktioita, jotka kuvaisivat ruokinnan ja keskituotoksen välistä riippuvuutta.

Skenaarion 1 taustalla on muitakin valintoja kuin ne oletukset, jotka ovat erilaisia skenaarioissa 2-5. Näitä valintoja selvitettiin luvussa 6.4. Sektorimallia ei ole tarkoitettu tulevaisuuden ennustamiseen sinänsä, vaan eri politiikka-vaihtoehtojen vertailuun. Kun valitut parametrien arvot pidetään samoina sekä perus- että politiikkaskenaarioissa, ne eivät ratkaisevasti vaikuta johtopäätök-siin. Suuri osa luvun 6.4 parametreista on luonteeltaan sellaisia (esim. tuotan-non vuotuiset muutosrajat), että niitä muutettaessa muutosten suunta pysyy samana. Muutosten suuruus sen sijaan voi muuttua, ja joissain tapauksissa on syytä tehdä samantyyppistä herkkyyksianalyysiä kuin edellä on esitetty.

7. Muita sovellusmahdollisuuksia

Suomen maatalouden alueellista sektorimallia voidaan käyttää politiikka-ana-lyysin ohella monenlaiseen taloudelliseen analyysiin. Yhtä lailla kuin mitä ta-hansa tukea, hintaa tai kiintiötä, voidaan muuttaa myös mitä tahansa mallin parametria ja tutkia muutoksen vaikutuksia. Erilaisia analyysejä voidaan tehdä esim. EU:n hintatason, kulutuksen ja panoshintojen muutosten vaikutuksista. Nykyisessä versiossa lähes kaikkien tuotantopanosten hinnat nousevat 2 % vuo-dessa yleisen inflaatiokkehityksen mukana. Teollisuusrehujen hinnat nousevat vuositason 1 % ja lannoitteiden hinnat eivät nouse lainkaan. Eri tuotanto-panoksille voidaan asettaa erilainen hintakehitys, ja tutkia vaikutuksia tuotan-non määrään ja sijoittumiseen. Eri panosten hinnat ovat kehittyneet eri tavalla

vuosina 1995-1997, mutta tätä ei ole mallin nykyversiossa otettu huomioon. Eri tuotantopanosten erilaisen hintakehityksen huomioonottaminen vaatii myös erilaiset oletukset tulevasta hintakehityksestä.

EU:n hintataso määräytyy todellisuudessa pitkälti EU:n maatalouspolitiikan mukaan, mutta jonkin verran ajallisia alueittaisia vaihteluja EU:n sisällä esiintyy. Sektorimallilla voidaan tutkia myös pelkästään EU:n hintatason vaikutuksia. Samoin voidaan tutkia vienti- ja tuontikustannusten vaikutuksia ulkomaankauppaan ja kotimaan tuotantoon.

Kulutusmuutokset ovat koko maataloustuotannon kannalta ratkaisevia. Kulutusmuutosten vaikutuksia voidaan tutkia asettamalla kulutukselle erilaisia trendejä. Samoin mallilla voidaan tutkia kuluttajien preferenssien muuttumista kotimaisten ja ulkomaisten tuotteiden välillä. Kysymykseen voisi tulla esimerkiksi kuluttajien tottuminen tuontielintarvikkeisiin. Tällä voi olla huomattava merkitys maataloustuotannon kannalta.

7.1. Maatalouden rakennekehitys

Koska esitetyssä sektorimallissa voi tehdä oletuksia maatalouden tuottavuuskehityksestä, erityisesti työn ja kiinteiden tuotantopanosten käytön tehostumisesta hehtaaria tai eläintä kohti, sektorimallia voidaan käyttää myös maatalouden rakennekehityksen tutkimiseen. Yhtälön (4-35), joka on esitetty luvussa 4.4, mukainen funktiomuoto on havaittu sopivaksi tutkittaessa tilakoon ja panoskäytön välistä riippuvuutta MTTL:n kirjanpitoaineistossa. Tätä riippuvuutta on käytetty hyväksi myös MTTL:n aiemmissa rakennemuutostutkimuksissa (Niemi ym. 1995, s. 138, 144, 146, 147, 153). Funktiota ei ole mallissa kuitenkaan asetettu suoraan tilakoon ja panoskäytön välille, vaan panoskäytön oletetaan riippuvan ainoastaan ajasta. Jos oletetaan tilakoon kasvavan lineaarisesti ajan funktiona, panoskäytön voidaan ajatella tehostuvan mallissa tilakoon funktiona. Mallista kuitenkin puuttuu toistaiseksi eksplisiittinen yhteys tilakoon ja panoskäytön väliltä. Tämän yhteyden määrittämisen tekee ongelmalliseksi se, että panoskäytön tehostuminen johtuu todellisuudessa monista muistakin tekijöistä kuin pelkästään tilakoon kasvusta. Tuotantopanosten käytön väheneminen eläintä tai hehtaaria kohti voidaan ymmärtää kiinteiden tuotantotekijöiden ja työnkäytön osalta tilakoon kasvusta johtuvaksi, mutta tuotantopanosten käyttö voi tehostua myös uuden tuotantoteknologian tai tilojen välisen tuotanto- ja kone-yhteistyön myötä ilman tilakoon kasvua.

Voidaan kuitenkin olettaa, että sektorimalliin asetettu panoskäytön tehostuminen vaatii tietyn tilakoon kasvun. Asettamalla eksogeenisesti tietty tilakoon kasvu tuotantosuunnittain ja alueittain, voidaan mallin antamien tuotantomäärien perusteella laskea tuotantoa vastaava tilojen lukumäärä. Tällöin voidaan tutkia, kuinka suurta panoskäytön tehostumista ja tilakon kasvua tarvitaan pitämään maatalous kilpailukykyisenä eri tuotantosuunnissa. Tältä pohjalta voidaan poh-

tia tarvittavia toimenpiteitä ja edellytyksiä tilakoon kasvattamiseksi eri politiikka- vaihtoehdoilla. Tuloksiin ja varsinkin tarvittavaan tilakoon kasvuun tulee sisällyttää kuitenkin tietty virhemarginaali, koska panoskäytön ja tilakoon välistä yhteyttä on mahdoton luotettavasti määrittää. Yhteyden määrittämisessä voidaan käyttää hyväksi olemassaolevia tilatason tutkimuksia mm. tuotannon rationalisoinnista, tilakoon kasvusta ja koneysteistyöstä tuotantosuunnittain. Kasvinviljelytilojen tilakokoa (yksikkö hehtaaria/tila) ei voida mallissa käsitellä, koska peltoalaa ei ole jaoteltu eri tuotantosuuntien kesken.

7.2. Maatalouspolitiikan ympäristövaikutusten arviointi

Tässä työssä esitettyä sektorimallia voidaan käyttää myös maatalouspolitiikan alueellisten ympäristövaikutusten arvioinnissa. Ympäristövaikutukset riippuvat tuotantomääristä ja tuotannon panoskäytöstä alueittain. Muutokset tuotannon sijoittumisessa voivat merkittävästi vaikuttaa hehtaarikohtaisiin ravinnemääriin aluetasolla ja muuttaa esim. ravinnehuuhtoumia vesistöihin. Arvioinnin pohjana ovat alueelliset eläinmäärät ja pinta-alat, joiden perusteella lasketaan keskimääräinen eläintiheys (eläinyksikköä/ha) ja ravinnetase (typpi- tai fosforikiloa/ha) jokaiselle 14 tuotannolliselle alueelle. Mikäli eläintiheys nousee jollain ympäristön kannalta herkällä alueella, se on merkki potentiaalisesta ympäristöhaitasta. Eläintiheys ei kuitenkaan yksinään kerro koko totuutta, vaan tarkasteluun tulee ottaa myös alueellisissa pinta-aloissa tapahtuvan muutokset. Keskeinen tunnusluku on tällöin ravinnetase, joka ottaa huomioon eläinten lannan ja lannoituksen mukana tulevat ravinteet ja sadon mukana poistuvat ravinteet.

Kasvikohtainen fosforin ja typen ravinnetase lasketaan sektorimallin tuottamista eläin-, pinta-ala- ja lannoitusmääristä jokaiselle 14 tuotannolliselle alueelle. Ravinteita tulee peltoon lannoituksen ja levitetyn lannan sekä pieniä määriä ilmansaasteiden mukana. Kun tiedetään lannoitteiden typpi- ja fosforimäärät sekä eri eläinten lannan typpi- ja fosforimäärät, voidaan laskea peltoon tuleva ravinnemäärä. Lannan mukana tulevat ravinnemäärät on oletettu ruokinnasta riippumattomaksi. Todellisuudessa lannan ravinnepitoisuus riippuu kuitenkin ruokinnasta. Lanta levitetään rehualalle. Korjatun sadon mukana pellolta poistuu typpeä ja fosforia eri määrät eri kasveilla. Olettamalla tietynsuuruinen ammoniakkin haihtuminen lannasta voidaan laskea erikseen brutto- ja nettotase. Ravinnetaseen laskemisessa tärkeää on tietää luotettavasti sadon mukana poistuvien ravinteiden määrä.

Kasvikohtaisista ravinnetaseista lasketaan edelleen alueen keskimääräinen ravinnetase hehtaaria kohti eri kasvien pinta-alojen perusteella. Tällainen tase on osin ongelmallinen, koska peltoalaa ei ole mallissa eritelty kotieläin- ja kasvinviljelytilojen kesken. Näin ei saada laskettua kotieläintilojen keskimääräistä ravinnetasetta tuotantosuunnittain eikä kasvinviljelytilojen keskimääräistä ravinnetasetta, vaan tuloksena saadaan alueellinen keskiarvo, joka on aina

alhaisempi kuin kotieläintilojen todellinen ravinnetase hehtaaria kohti. Joka tapauksessa saatua lukua voidaan käyttää yhtenä maatalouden potentiaalisen ympäristövaikutuksen mittarina aluetasolla. Sektorimallin tuottaman ravinnetaseen lisäksi ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee käyttää tilakohtaisia laskelmia, jotka antavat tarkemman kuvan ravinnetaseesta ja ravinnehuuhtoumista tilatasolla. Lopullinen ympäristöhaitta riippuu ravinteiden huuhtoumisesta, johon puolestaan vaikuttaa kasvilajien lisäksi monet mikrotason tekijät, kuten esim. maalaji ja pellon kaltevuuskulma.

Ravinnetaseiden muutosten tulkinnessa on samalla kertaa otettava huomioon satotaso ja lannoitekäyttö sekä muutokset pinta-aloissa ja eläinmäärissä alueittain. On tärkeää erottaa, kuinka suuri vaikutus perusskenaarion oletuksilla, kuten esim. satotason kasvulla, on ravinnetaseen kehitykseen, ja kuinka suuri osa muutoksista johtuu esim. rehunkäytön, kasvien pinta-alojen ja kotieläintuotannon muuttumisesta alueittain. Tulkinnan helpottamiseksi ravinnetase voidaan hajottaa komponentteihin eli kasvikohtaisiin taseisiin. Tulkintaa helpottaa myös alueellisen eläintiheyden tarkastelu, joka lasketaan rehualaa kohti alueellisten eläinmäärien perusteella.

Alueellisten ravinnetaseiden perusteella voidaan ympäristövaikutusten tutkimisessa ottaa erityistarkasteluun ympäristön kannalta herkät alueet, kuten esim. jokivarsialueet ja herkät järviolueet. Tämän mahdollistaa mallin kohtuullisen tiheä aluejako (14 tuotannollista aluetta). Mikäli ravinnetase sektorimallin tulosten mukaan kasvaa jollain ympäristön kannalta herkällä alueella, ko. alueen tilannetta voidaan tutkia tarkemmin laskemalla tilakohtaisia ravinnetaseita ja ravinnehuuhtoumia. Tällöin saadaan tarkempi käsitys todellisesta tilatason ravinnetilanteesta ja voidaan pohtia keinoja tilanteen korjaamiseksi.

8. Mallin jatkokehitys

8.1. Mallin vahvuudet ja heikkoudet

Sektorimallin rakenteessa on piirteitä, joita voidaan pitää huomattavina parannuksina verrattuna moniin kirjallisuudessa esiintyviin malleihin. Sektorimalliin on voitu sisällyttää monia maatalouden sektorimalleissa yleisesti tavoittelemisen arvoisina pidettyjä rakenteellisia ominaisuuksia, joita on esittänyt esim. Bauer (1989a, s. 18-20). Tällaisia ominaisuuksia ovat dynaamisuus, alueellisuus, Armington-oletus, kuluttajien kotimaisuuspreferenssit, eri maitotuotteiden ja maidonjalostuksen kuvaus, yksityiskohtainen politiikkatoimenpiteiden (esim. pohjoisen tuen leikkurit) ja tukien määrittely, rehu- ja lannoitekäytön muuttumisen hintasuhteiden perusteella, maatalouden tuottavuuskehitys, uponneet kustannukset ja oletus maatalouden sopeutumisesta perättäisten epätasapainotilojen

kautta. Edellä mainitut piirteet tuovat mallin staattisia optimointimalleja, joita on perinteisesti paljon käytetty maatalouden politiikka-analyysissä (Hazell ja Norton 1986, Aplan ja Jonasson 1992), lähemmäksi todellisuutta. Eksogeeniset trendit satotasolle, keskituotoksille, panoskäytölle ja kiinteille kustannuksille tuovat maatalouden tuottavuuskehityksen mukaan tarkasteluun, mikä laajentaa mallin käyttöaluetta ja mahdollistaa ongelmakeskeisen analyysin. Eri olettamusten huolellinen ja järjestelmällinen spesifiointi auttaa jäsentämään ja hahmottamaan jatkuvassa muutostilassa olevan maatalouden kehityssuuntia ja antaa tarpeellista kokonaisnäkemyksiä eri politiikkavaihtoehtojen vaikutuksista.

Mallissa on edelleen piirteitä, joita ei voida pitää täysin tyydyttävinä. Tuottavuuskehitys on riippumaton hintasuhteista ja tuista, mikä ei pitkällä aikavälillä ole perusteltavissa. Vaikka lannoitus ja rehunkäyttö muuttuvatkin hintasuhteiden mukaan, Leontief-teknologia eli optimointimallin sisällä vakiona pysyvät panos-tuotos-suhteet ja siitä johtuva herkkyys on edelleen mallin leimallinen piirre. Mallista puuttuu varsinainen investointitoiminta ja pitkän aikavälin päätöksenteko. Kaikki päätökset tehdään yhden vuoden markkinareaktion antavissa optimointimalleissa, joille annetaan eksogeenisesti uponneet kustannukset eli määritellään se osa kiinteistä kustannuksista mitä ei oteta päätöksenteossa lyhyellä aikavälillä huomioon. Laajaperäisyysrajat ja -lisät on määritelty ainoastaan aluetasolla, jolloin ne menettävät merkityksensä tilatason politiikkatoimenpiteinä. Mallilla ei nykyisessä muodossaan voida täsmällisesti tutkia laajaperäisyysvaatimusten ja -lisien vaikutuksia, vaan alueittain joudutaan tekemään oletuksia siitä, kuinka suuri osa eläimistä on oikeutettuja eri suuruisiin laajaperäisyyslisiin.

Mallin heikkouksiin ja eri ongelmakohtiin paneudutaan mallin jatkokehityksessä. Ongelmien joitakin ratkaisuvaihtoehtoja tarkastellaan lyhyesti luvuissa 8.2-8.5. Tavoitteena on mallintaa osa mallin nykyisen version eksogeenisista muuttujista endogeenisiksi muuttujiksi.

8.2. Poliittikkatoimenpiteiden ja tuottavuuskehityksen välinen yhteys

Keskeinen heikkous sektorimallin nykyisessä versiossa on se, että oletukset satotason ja eläinten keskituotosten trendikasvusta sekä eräiden tuotantopanosien käytön laskusta hehtaaria tai eläintä kohti ovat riippumattomia politiikasta ja sen aiheuttamista muutoksista hintasuhteissa ja tuissa. Lyhyellä aikavälillä tuottavuuskehitys voi olla hetken aikaa samansuuntainen politiikkamuutoksen jälkeenkkin (esim. viljelijöiden oppiminen uuteen toimintaympäristöön voi viedä aikaa). Pitkällä aikavälillä tuottavuuskehityksen tulisi kuitenkin riippua kunkin politiikkavaihtoehdon mukaisista hintasuhteista ja tuista.

Jos eri politiikkaskenaarioissa on erilaiset hintasuhteet ja tuet, myös maatalouden tuottavuuskehityksen tulisi olla erilainen eri skenaarioissa. Tämä on olennainen asia ennen muuta sen vuoksi, että näköpiirissä on politiikkamuutoksia (Agenda 2000), joissa alentuvia hintoja kompensoidaan eläin- tai pinta-ala-

kohtaisilla tuilla. Tällöin on suuri merkitys sillä, tapahtuuko maatalouden tuottavuuskehitys tuotannon intensiteettiä (kuten hehtaarisatoja ja eläinten keskituotoksia) kasvattamalla vai ensisijaisesti vähentämällä keskeisten tuotantopanosten, kuten työn ja pääoman, käyttöä yksikköä kohti. Tämä voitiin todeta myös esitetyissä skenaarioajoissa (luku 6.5-6.6), joissa tutkittiin perusskenaarion herkkyyttä tehdyille tuottavuusoletuksille. Hinnat pysyivät kaikissa skenaarioissa ennallaan vuosina 1995-2005 ja oletuksena oli tukijärjestelmän säilyminen nykyisellään vuoden 2000 jälkeen, jolloin tuet pysyivät samoina vuosina 2000-2005. Perusskenaariota selvästi nopeampi lehmän keskituotoksen kasvu skenaariossa 4 johti perusskenaariota korkeampaan maataloustuloon, mutta alhaisempaan maataloustuloon kuin skenaariossa 5, jossa oletuksena oli 5 % perusskenaariota suurempi työn- ja pääoman käytön lasku eläintä kohti. Jos hintoja lasketaan ja eläinkohtaisia palkkioita korotetaan, keskituotosten nostamisen hyöty jää entistä vähäisemmäksi. Tällöin myös pyrkimus korkeampaan keskituotokseen voi vähentyä.

Erilaiset tukipolitiikat asettavat viljelijöille erilaiset kannustimet tuotannon kehittämiseen. Tästä seuraa, että tukipolitiikalla on pitkällä aikavälillä vaikutuksensa maatalouden kustannusrakenteeseen. Jos esimerkiksi maidon hintaa lasketaan ja hinnanlaskua korvataan suoralla lehmäkohtaisella tuella, silloin muuttuu paitsi lehmien ruokinta halvempien rehuaineiden suuntaan, myös ruokintaan, lehmien hoitoon ja valvontaan käytettävä työaika. Samoin rehuntuotannon koneym. kustannukset muuttuvat pitkällä aikavälillä rehunkäytön muuttuessa. Jos viljan hintaa alennetaan, viljanviljelyn tuotannon intensiteetti (mm. lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käyttö) laskee, mikä vaikuttaa myös työnkäyttöön.

Hintasuhteiden ja tukien vaikutuksia panoskäyttöön voidaan joiltain osin mallintaa erilaisten epälineaaristen tuotantofunktioiden tai vaihtoehtoisten tuotantomenetelmien avulla. Osa politiikan ja tuottavuuskehityksen välisestä yhteydestä, kuten esim. investoinnit ja uusi tuotantoteknologia, voidaan mallintaa erilaisia päätössääntöjä käyttämällä (luku 8.4). Tietyn tuottavuuskehityksen osan, kuten esim. kasvilajikkeiden kehittymisen, voidaan edelleen katsoa olevan riippumatonta politiikasta.

8.3. Tuotantofunktioiden ja eri tuotantomenetelmien määrittäminen

Vaihtoehtoiset tuotantomenetelmät tai tuotantofunktiot luovat paitsi yhteyden hintojen, tukien ja tuotantopanosten käytön välille, myös vähentävät mallin herkkyyttä hintasuhteiden tai tukien muutoksille. Erityisesti kasvinviljelyssä tulisi olla vaihtoehtoisia tuotantotapoja, joilla on erilainen satotaso ja panoskäyttö. Samoin tulisi muodostaa riippuvuus eläinten ruokinnan ja keskituotoksen välille.

Tuotantofunktioiden muodostaminen on käytännössä vaikeaa empiirisen aineiston vähäisyyden vuoksi. Vaikka empiiristä aineistoa joiltain osin onkin

olemassa, tuotantofunktiota ei voida valita suoraan tehtyjen kokeiden perusteella, koska tuotantofunktio täytyy sovittaa panoskäytön alkutilanteeseen, joka on erilainen eri alueilla.

Tuotantofunktioiden määrittämistä eläimille vaikeuttaa se, että yksittäisten rehuaineiden tuotosvaikutus riippuu muiden rehuaineiden syönnistä. Esimerkiksi väkirehun tuotosvaikutus lehmällä riippuu syödyn karkearehun määrästä. Jos ruokinta on tasapainoista, yksittäisen rehun tuotosvaikutus voi olla likimain lineaarinen, mutta yksittäisen rehun tuotosvaikutus heikkenee, mikäli ruokinta menee liian yksipuoliseksi. Funktiomuotojen valinta on tämän vuoksi vaikeaa (Ylätalo ym. 1996, s. 77).

Eläinten, esimerkiksi lypsylehmien tuotos, riippuu ruokinnan lisäksi monista muista tekijöistä. Lehmät reagoivat koko tuotantoympäristöönsä, jolloin ruokinnan tuotosvaikutus voi olla erilainen eri olosuhteissa (Ylätalo ym. 1996, s. 76-77). Periaatteessa on mahdollista mallintaa tuotantofunktioita, joissa selittävinä muuttujina on rehujen ohella myös muita tuotantopanoksia. Käytännössä tämä on vaikeaa, ellei mahdotonta. Sektorimallin kannalta olennaista on määrittää eläinten keskituotos rehujen käytön (lehmillä karkearehujen ja väkirehujen) funktiona. Empiirisen aineiston perusteella saatu tuotantofunktio muuttuu ajan myötä eläinten geneettisen tuotosominaisuuksien muuttuessa. Tuotantofunktion tulee siis nousta ruokinnasta riippumatta ajan funktiona. Nousun jyrkkyys riippuu pitkällä aikavälillä niistä kannustimista, joita tuottajilla on kehittää tuotantoaan.

Merkittävä tuotantofunktioihin liittyvä ongelma on se, että epälineaaristen funktioiden käyttö lisää epälineaaristen muuttujien määrää. Koska mallin suoritus-aika kasvaa nopeasti epälineaaristen muuttujien määrän kasvaessa, on syytä keskittyä vain tärkeimpien tuotantofunktioiden mallintamiseen.

Vaihtoehtona epälineaarisille tuotantofunktioille on vaihtoehtoisten tuotantomenetelmien määrittäminen, joissa kussakin on kiinteät panos-tuotos-suhteet. Tällöin malli valitsee eri menetelmien väliltä sen mukaan kuin hintasuhteiden ja tukien mukaan on edullista. Menettelytapa lisää epälineaaristen muuttujien sijasta lineaaristen muuttujien määrää, mitkä ovat ratkaisualgoritmin kannalta helppoja käsitellä. Mikäli kuitenkin panoskäytön ja tuotannon välinen riippuvuus on voimakkaasti epälineaarinen, joudutaan vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä määrittelemään useita, jolloin lineaaristen muuttujien määrä kasvaa moninkertaiseksi. Joissain tapauksissa, jos panoskäytön ja tuotannon välinen epälineaarinen riippuvuus tiedetään, paras vaihtoehto voi olla epälineaarisen tuotantofunktion käyttäminen.

Erilaisten viljelymenetelmien, joissa eri tuotantopanoksia käytetään erilaisia määriä ja saadaan erilaisia hehtaarisatoja, määrittäminen vaatii yksityiskohtaisen kuvauksen eri menetelmien todellisista kustannuksista. Tämä edellyttää tarkkaa selvitystä siitä, mitkä vaihtoehtoiset menetelmät ovat laajassa mittakaavassa käytännössä mahdollisia, mitkä ovat niiden todelliset kustannukset (esim. työn-

käyttö ja konekustannukset), vaikutukset satotasoon sekä rikkakasvien torjuntaan ja maan laatuun pitkällä aikavälillä. Vaihtoehtoisia viljelymenetelmiä voidaan asettaa malliin myös apriori, ilman empiiristä aineistoa panoskäytön ja satotason suhteesta. Tällöin ei voida olla varmoja siitä, ovatko annetut tuotantomenetelmät käytännössä mahdollisia. Näin voidaan kuitenkin tutkia, millainen viljelyteknologia on optimaalinen eri politiikkavaihtoehdoilla.

8.4. Investoinnit ja tilatason päätöksentekomekanismit

Sektorimallista puuttuu eksplisiittinen investointitoiminta eli investoinnit eivät ole oma itsenäinen päätösmuuttujansa. Investoinnit ovat mukana implisiittisesti, koska jokaista eläintä ja viljeltyä hehtaaria kohti on määritelty koneiden ja rakennusten poistot. Tuotannon muuttuessa myös poistot muuttuvat. Mallin nykyisessä versiossa työnkäytön ja kiinteiden kustannusten oletetaan laskevan ajan myötä eksogeenisesti annetun epälineaarisen funktion mukaan investoinneista riippumatta. Todellisuudessa tuotantoteknologia ja tuottavuus voivat kasvaa nopeastikin voimakkaan investointiaallon seurauksena.

Investointikäyttäytymisen tarkempi mallintaminen voisi parantaa mallin kykyä kuvata panoskäytön muutoksia. Investointeja voidaan mallintaa eksplisiittisesti mm. viljelijän käyttäytymistä kuvaavilla päätössäännöillä. Lähtökohtana voidaan käyttää tilatason mallia, jossa investoinnin odotetut tulot ja kustannukset diskontataan nykyhetkeen. Samalla voidaan ottaa huomioon riskikäyttäytyminen ja korkotasot. Investoinnin hinta on yhteydessä uuden tuotantovälineistön teknologian tasoon. Tilan taloudellinen menestys ja velkaisuus yhdessä korkotason ja investointitukien kanssa vaikuttavat investointipäätökseen ja uuden tuotantoteknologian käyttöönottoon. Kunkin tuotannonalan investointifunktioiden parametrit voidaan alkuvuosina asettaa siten että tunnettu investointikäyttäytyminen ja tuottavuuskehitys toteutuvat.

Tilatason päätöksentekosääntöjä voidaan soveltaa myös satotason ja eläinten keskituotosten kehitykseen. Satotason tai keskituotoksen vuosittaisen kasvun selittäjinä voivat olla esim. tilatason optimointimallin avulla lasketut satotason tai keskituotoksen duaalimuuttujien (jos satotasolle tai keskituotokselle on asetettu tuotantofunktio) arvot, jotka ilmaisevat kuinka paljon satotason tai keskituotoksen noususta kannattaa maksaa. Erilaisilla tuilla ja hintasuhteilla viljelijöillä on erilaiset kannustimet kehittää tuotantoaan.

Tilatason päätöksentekomekanismien kytkeminen sektorimalliin auttaa paremmin näkemään tilatason merkityksen markkinoiden käyttäytymisessä. Yhtä lailla voidaan mallintaa tarkemmin teollisuuden ja kuluttajien valinta- ja päätöskriteereitä. Vaarana on kuitenkin se, että mitä enemmän erilaisia päätöksentekomekanismeja mallinnetaan ja poiketaan vallitsevan talousteorian oletuksista, tulokset voivat olla vaikeammin tulkittavissa rationaalisen toiminnan tuloksiksi. Erilaisia päätöksentekosääntöjä on mallinnettu mm. evoluutiotaloustieteen pii-

rissä (Nelson ja Winter 1982, Andersen 1994). Evoluutiotaloustieteen menetelmät asettavat perinteisiä neoklassisia menetelmiä enemmän painoa yritystason muuttujille ja tuovat uusia mahdollisuuksia niiden mallintamiseen. Näitä mahdollisuuksia tutkitaan sektorimallia kehitettäessä.

8.5. Laajaperäisyysvaatimukset ja -lisät

Laajaperäisyysvaatimusten ja -lisien mallintaminen vaatii peltoalan jakamisen eri tuotantosuuntien kesken alueittain. Peltoala voidaan jakaa olemassaolevan tilastoaineiston perusteella. Ongelmana on kuitenkin pellon vuokraus ja lisäpellon hankinta, mikä muuttaa tuotantosuuntien käytettävissä oleva peltoalaa. Tiloilla on mahdollisuus vuokrata tai ostaa peltoa tilan ulkopuolelta, mistä aiheutuu omat kustannuksensa. Tämä voidaan mallintaa siten, että kukin tuotantosuunta joutuu maksamaan lisäpellosta tietyt vuotuiset kustannukset, jotka vähennetään kohdefunktion arvosta. Tämä lisää vain vähän mallin lineaaristen muuttujien lukumäärää. Laajaperäisyysvaikutusten vaikutus riippuu lisäpellon hinnasta, ja ongelmaksi voi tulla laajaperäisyysvaikutusten herkyys lisäpellon hinnalle. Jos lisäpellon vuotuinen kustannus on matala laajaperäisyysliisiin nähden ja peltoalaa on alueella paljon viljelemättä, peltoa siirtyy silloin kotieläintalouden käyttöön niin paljon, että ko. alueella maksetaan suurimmat mahdolliset laajaperäisyyslisät. Jos kuitenkin alueen peltoala on jo suurelta osin muussa, rehuntuotantoa kannattavammissa käytössä, peltoa ei välttämättä siirry kotieläintiloille niin paljoa, että laajaperäisyyslisä maksettaisiin täysimääräisinä.

9. Yhteenveto

Tässä raportissa on esitetty Suomen maatalouden alueellisen sektorimallin ensimmäinen versio, joka kuvaa maataloustuotteiden tuotantoa, kulutusta ja ulkomaankauppaa alueittain ja maataloustuloa koko maan tasolla vuoteen 2005. Malli on tarkoitettu ensisijaisesti politiikkamuutosten vaikutusten arviointiin, mutta se soveltuu myös muuhun maatalouden taloudelliseen analyysiin. Mallilla voidaan tutkia paitsi eri politiikkatoimenpiteiden, myös muiden tekijöiden, kuten esim. kulutusmuutosten, lopputuotteiden ja tuotantopanosten hintakehityksen sekä uuden tuotantoteknologian ja maatalouden tuottavuuskehityksen vaikutuksia maataloustuotannon määrään, sijoittumiseen ja maataloustuloon. Mallilla voidaan myös tutkia, kuinka suuri tuotantokustannusten lasku tarvitaan, jotta maataloustuotannon laajuus säilyisi tietyllä tasolla erilaisilla tukiratkaisuilla. Mallia voidaan käyttää lisäksi tutkittaessa maatalouden rakennekehitystä ja maatalouspolitiikan ympäristövaikutuksia.

Mallissa ovat mukana maatalouden päätuotantosuunnat eli maidontuotanto, naudanlihantuotanto, sian- ja siipikarjanlihantuotanto, kananmunantuotanto ja

tärkeimmät viljelykasvit. Mallista puuttuvat mm. puutarha- ja lammastalous. Suomi on jaettu mallissa neljään suuralueeseen: Etelä-Suomi, Sisä-Suomi, Pohjanmaa ja Pohjois-Suomi. Suuralueet jakautuvat tuotannon osalta kukin 2-5 alialueeseen tukivyojhykejaon mukaisesti, jolloin tuotannollisia alueita on koko maassa yhteensä 14. Tämä mahdollistaa pääosiltaan tarkan tukijärjestelmän kuvauksen.

Tuotteet, joiden kulutus on määritetään suuralueittain, voivat liikkua suuralueiden välillä tietyin kuljetuskustannuksin. Sokeri- ja maitotuotteet hinnoitellaan vähittäishintatasolla, mutta muut tuotteet, kuten liha, kananmunat ja kasvi- tuotteet hinnoitellaan tuottajahintatasolla. Eri maitotuotteita on määritelty yhteensä 18. Maidon tuottajahinta sekä eri maitotuotteiden ja sokerin jalostuskustannukset johdetaan vähittäishinnoista kiinteiden marginaalien avulla. Kotimarkkinoilla kotimaiset ja vastaavat ulkomaiset tuotteet ovat epätäydellisiä substituutteja ja vaikuttavat toistensa hintoihin. Kotimaisen tuotteen (esim. lihan) kysyntäfunktiot voidaan asettaa ulkomaisia ylemmäksi, mikäli kuluttajien oletetaan arvostavan kotimaisia tuotteita ulkomaisia enemmän. Kotimaisen ja ulkomaisen tuotteen substituutiokertoimilla voidaan määritellä, kuinka helposti kuluttaja on valmis siirtymään kotimaisesta ulkomaiseen tuotteeseen. Vientituotteet ovat kotimaisten tuotteiden kanssa homogeenisia. Vientikustannukset on määritelty siten, että viennin nopeat muutokset muuttavat vientikustannuksia, mikä vähentää vientireaktioiden herkkyyttä hinta- ja tukimuutoksille. Ulkomaankauppaa käydään yhden vientisataman kautta.

Mallin sisäisiä eli endogeenisiä muuttujia ovat kulutus, sokerin ja maitotuotteiden jalostus, eläinten lukumäärät ja eri kasvien pinta-alat, lannoitus ja rehunkäyttö, tuotteiden kuljetukset alueiden välillä sekä tuonti ja vienti. Mallin ulkoisia eli eksogeenisiä muuttujia, joiden vaikutuksia voidaan tutkia mallin avulla, ovat maataloustukien, kiintiöiden ja EU:n hintatason lisäksi kulutustrendit, tuotantopanosten hintakehitys, satotason lannoituksesta riippumaton trendikasvu, eläinten keskituotoksen kasvu, eräiden tuotantopanosten (kuten työn ja kiinteiden tuotannontekijöiden) käytön lasku hehtaaria tai eläintä kohti sekä uponneet kustannukset. Alkuvuosina osa kiinteistä kustannuksista on uponneita, mutta ajan myötä kiinteät kustannukset tulevat asteittain muuttuviksi kustannuksiksi, jolloin ne huomioidaan täysimääräisesti päätöksenteossa. Kansantaloudellisia kytkentöjä kuvataan kulutustrendien, kysynnän hintajousten ja työtunnin hinnan avulla. Kulutukselle on annettu eksogeeniset trendit vuoteen 2005, mutta kulutus voi vuosittain vaihdella muutamia prosentteja trendiarvon ympärillä. Tuotantopanosten hintojen oletetaan nousevan tietyllä nopeudella yleisen kustannuskehityksen mukana.

Toteutetun sektorimallin ytimenä on tuottajien ja kuluttajien yhteenlaskettua ylijäämää maksimoiva optimointimalli. Rajoituksina optimoinnissa ovat markkinatasapaino (kysyntä = tarjonta), kiintiöt, alueittaiset peltoalajajoitteet ja joillekin mallin sisäisille muuttujille asetetut muutosrajat. Optimointimalli ratkais-

taan erikseen joka vuodelle käyttäen alkuarvona edellisen vuoden ratkaisua. Biologis-teknisten rajoitusten ja viiveiden sekä kiinteiden tuotannontekijöiden takia vuotuiset muutokset tuotannossa on rajoitettu suhteessa edelliseen vuoteen. Vuotuiset muutosrajat on määritelty tuotantosuunnittain ja viljelykasveittain ja ne on asetettu siten, että rajat vastaavat eri tuotantosuuntien todellisia lyhyen aikavälin biologisia ja teknisiä muutosmahdollisuuksia. Muutosrajojen vuoksi optimoinnin tuloksena saatua vuotuista markkinatasapainoa tulee pitää lyhyen aikavälin taloudellisena epätasapainotilana eikä staattisena pitkän aikavälin tasapainona. Poliitiikan, teknologian, kulutuksen ja ulkomaankaupan muutokset aiheuttavat jatkuvia muutoksia markkinoilla. Optimointimalli antaa vuosittaisen markkinareaktion ja ohjaa sektoria tasapainon suuntaan. Maatalouden oletetaan sopeutuvan peräkkäisten epätasapainotilojen kautta. Vaikka muutokset tuotannossa ovat lyhyellä aikavälillä rajoitettuja, pitkällä aikavälillä muutokset voivat olla merkittäviä, mikäli muutosta ajavat hintasuhteet ja politiikka vaikuttavat riittävän pitkään. Pitkällä aikavälillä myös kiinteät kustannukset tulevat täysimääräisinä päätöksentekoon mukaan. Mallin ensimmäinen versio tuottaa maataloustuotannon kehitysuran vuodesta 1995 vuoteen 2005. Tarkasteluajanjaksoa voidaan kuitenkin pidentää esim. vuoteen 2010.

Mallista saavat kehitysurat riippuvat tietyissä tilanteissa annetuista tuotannon vuotuisista muutosrajoista. Läheskään aina tuotantomuutokset eivät ole sallitun muutosvälin suuruisia, varsinkaan kotieläintaloudessa, jossa rehunkäyttö voi muuttua. Tästä aiheutuvat epälineaariset muuttujat ja rajoitteet tasoittavat tarjontareaktioita. Sen sijaan kasvinviljelyssä panos-tuotos-suhteet ovat optimointimallissa kiinteät. Tiettyjen viljelykasvien tuotanto voi herkästi muuttua koko sallitun vaihteluvälin verran, varsinkin jos tuotanto ei ole sidoksissa kotieläintalouteen. Muutoksen suuruus riippuu silloin annetusta muutosrajasta. Muutosten suuruus voi olla erilainen eri muutosrajoja käytettäessä, muutosten suunta sen sijaan ei. Tutkittaessa eri politiikkavaihtoehtojen vaikutuksia on tärkeää pitää muutosrajat samoina eri politiikka-ajoissa.

Tuotanto sijoittuu mallissa parhaille alueille suhteellisen edun mukaisesti kapasiteettirajojen puitteissa. Kasvinviljelyä sitovat alueelliset peltoalarajoitteet ja maidontuotantoa alueelliset maitokiintiöt. Poistot on määritelty hehtaaria ja eläintä kohti, jolloin tuotannon kasvu merkitsee kasvavia kiinteitä kustannuksia. Tuotannon siirtymistä hillitsevät lisäksi kuljetuskustannukset suuralueiden välillä. Tästä huolimatta tuotannon sijoittuminen voi olla herkkä kustannuseroille. Niiden tuotteiden kohdalla, jotka eivät ole sidoksissa kotieläintalouteen ja joiden tuotannossa panos-tuotos-suhteet ovat kokonaan kiinteitä, hyvinkin pienet kustannuserot alueiden välillä voivat muuttaa tuotannon sijoittumista.

Mallin dynaamisuus ja vuotuiset muutosrajat estävät kuitenkin nopeat muutokset tuotannon kokonaismäärässä ja sijoittumisessa. Tuotannon sijoittuminen voi muuttua merkittävästi, mikäli alueiden väliset kustannus- ja tukierot pysyvät samoina riittävän pitkään. Koska tuet, tuotantopanosten hinnat ja tuottavuus

voivat muuttua mallissa joka vuosi, alueiden suhteellisten kustannus- ja tukierojen säilyminen ja siitä aiheutuva tuotannon nopea keskittyminen ei ole yhtä todennäköistä kuin staattisissa malleissa. Tuotannon laajuutta ja sijoittumista säätelevät lisäksi alueittaiset kokonaispeltoalat ja maitokiintiöt. Mallilla voidaan tutkia myös alueiden välisen maitokiintiöiden kaupan vaikutuksia.

Tärkeä osa mallin soveltamista on perusskenaarion valinta, jota käytetään pohjana eri politiikkavaihtoehtojen vaikutuksia arvioitaessa. Perusskenaariossa oletuksena on, ettei tutkittavien politiikkavaihtoehtojen mukaisia politiikkamuutoksia tapahdu. Sen lisäksi tehdään oletuksia tuotantopanosten hintakehityksestä, maatalouden tuottavuuden kehityksestä ja uponneista kustannuksista. Maatalouden tuottavuuskehitystä kuvaavat parametrit, kuten satotason ja keskituotosten nousu sekä työnkäytön ja kiinteiden kustannusten lasku eläintä ja hehtaaria kohti, tulee asettaa siten, että kehitys on perusteltavissa menneellä kehityksellä, nykysuuntauksella tai asiantuntijoiden arvioimalla tuotannon- alakohtaisella kehityspotentialilla. Mallissa on lisäksi monia parametreja, joita ei voida estimoida tilastoaineistosta. Esimerkiksi kysynnän hintajoustojen ja kotimaisten ja vastaavien ulkomaisten tuotteiden välisten substituutiojoustojen valinnassa voidaan joiltain osin käyttää hyväksi olemassaolevia tutkimuksia, mutta silti joudutaan osittain turvautumaan subjektiivisiin oletuksiin. Toisaalta kaikkia parametrien arvoja (esim. tuotannon vuotuiset muutosrajat) ei ole edes mielekästä asettaa tilastollisin perustein, koska taloudellinen toimintaympäristö on maataloudessa EU-jäsenyyden seurauksena olennaisesti muuttunut aikaisempaan verrattuna.

Mallin herkkyyttä tuottavuuskehitykselle ja uponneille kustannuksille tutkitiin herkkyyksianalyyssillä. Valitun perusskenaarion rinnalle asetettiin neljä vaihtoehtoista skenaariota, jotka kukin poikkesivat perusskenaariosta yhden oletuksen suhteen. Tulosten mukaan kasvinviljely on pääsääntöisesti herkempi kustannusmuutoksille ja tuottavuuskehitykselle kuin kotieläintuotanto. Näin on erityisesti niiden kasvien kohdalla joita ei käytetä rehuksineina, kuten esimerkiksi leipäviljaa, jonka viljelyssä on kiinteät panos-tuotos-suhteet (Leontief-teknologia). Rehuksien viljely ei ollut leipäviljan tavoin herkkä kustannusmuutoksille, vaan rehuntuotannon laajuuden määräsi kotieläintuotannon taso. Kotieläintuotannossa tuotantoteknologia ei ole mallissa kokonaan Leontief-tyyppistä, vaan kunkin rehuaineen käyttö voi eläintä kohti muuttua. Koska rehunkäyttö muuttuu kulloisiakin hintasuhteita vastaavasti, pienet kustannus- tai tuottavuuserot eri skenaarioiden välillä eivät aiheuttaneet suuria muutoksia tuotannossa, vaan muutokset jäivät kotieläintaloudessa selvästi muutosrajojen alle. Muutosten suuruus vaihteli tuotantosuunnittain. Maidontuotanto oli herkempi kustannusmuutoksille ja uponneille kustannuksille kuin sika- ja siipikarjatalous. Tämä johtuu osaksi rehukustannusten suhteellisen suuresta osuudesta maidontuotannossa (jolloin maidontuotanto on herkkä esim. satotason kasvulle), mutta myös siitä, että rehunkäytöllä oli kaikissa skenaarioissa voimakas pyrkimys väkirehuvaltaiseen

suuntaan. Tällöin pienet erot tuottavuudessa eri skenaarioissa eivät aiheuttaneet juuri lainkaan eroja rehunkäytössä eri skenaarioiden välillä.

Uponneilla kustannuksilla oli samantyyppiset vaikutukset kaikissa tuotantosuunnissa. Jos uponneita kustannuksia oli perusskenaariota enemmän, tuotannon lasku jäi perusskenaariota pienemmäksi. Uponneet kustannukset pitivät yllä tappiollista tuotantoa, jolloin maataloustulo tehtyä työtuntia kohti jäi pienemmäksi, jos uponneiden kustannusten osuutta kasvatettiin perusskenaarioon verrattuna. Jos kiinteät kustannukset ovat yksikköä kohti erilaiset eri alueilla, uponneet kustannukset voivat hidastaa tuotannon hakeutumista suhteellisesti parhaille alueille. Jos taas kiinteät kustannukset ovat samat kaikilla alueilla, mutta muuttuvissa kustannuksissa on eroja, uponneet kustannukset voivat mallissa edistää tuotannon uudelleen sijoittumista.

Tulevaisuuden kehitysuria tuottavan dynaamisen mallin perusskenaarion valinnalle ja arvioinnille ei ole olemassa täysin luotettavia ja varmoja perusteita. Tunnettujen alkuvuosien osalta arviointiperusteena voidaan käyttää mallin tulosten vastaavuutta toteutuneeseen kehitykseen. Mallin parametrien arvoja ei kuitenkaan kannata asettaa siten, että malli toistaisi tarkasti tapahtuneen kehityksen, koska toteutuneeseen kehitykseen liittyy aina monia satunnaistekijöitä, jotka eivät toistu enää sellaisenaan tulevaisuudessa. Mallia ei ole tarkoitettu tulevaisuuden ennustamiseen sinänsä, vaan eri politiikkavaihtoehtojen vertailuun. Kun valitut parametrien arvot pidetään samoina sekä perus- että politiikkaskenaarioissa, ne eivät ratkaisevasti vaikuta johtopäätöksiin. Suuri osa mallin parametreista on luonteeltaan sellaisia, että niitä muutettaessa muutosten suunta pysyy samana. Muutosten suuruus sen sijaan voi muuttua, ja joissain tapauksissa on syytä tehdä herkkyysanalyysiä.

Vaikka malliin on voitu sisällyttää monia maatalouden sektorimalleissa yleisesti tavoittelemisen arvoisina pidettyjä rakenteellisia ominaisuuksia, mallissa on edelleen piirteitä, joita ei voida pitää täysin tyydyttävinä. Tuottavuuskehitys on mallin ensimmäisessä versiossa riippumaton hintasuhteista ja tuista, mikä ei pitkällä aikavälillä ole perusteltavissa. Lannoitus ja rehunkäyttö muuttuvat hintasuhteiden mukaan, mutta Leontief-teknologiasta eli vakiona pysyvistä panostuotos-suhteista johtuva herkkyys on edelleen mallin leimallinen piirre. Mallista puuttuu varsinainen investointitoiminta ja pitkän aikavälin päätöksenteko. Kaikki päätökset tehdään yhden vuoden markkinareaktion antavissa optimointimalleissa, joille annetaan eksogeenisesti uponneet kustannukset eli määritellään se osa kiinteistä kustannuksista mitä ei oteta päätöksenteossa lyhyellä aikavälillä huomioon. Uponneet kustannukset on asetettu tunnettujen alkuvuosien osalta siten, että tulokset vastaavat likimain toteutunutta kehitystä. Tilatason politiikkatoimenpiteitä ei sektoritason malleissa voida täsmällisesti mallintaa. Laajaperäisyysrajat ja -lisät on tässä tapauksessa määritelty aluetasolla, eikä peltoalaa ole jaettu eri tuotantosuuntien kesken. Mallilla ei nykyisessä muodossaan voida täsmällisesti tutkia laajaperäisyysvaatimusten ja -lisien vaikutuksia, vaan alueit-

tain joudutaan tekemään oletuksia siitä, kuinka suuri osa eläimistä on oikeutettuja eri suuruisiin laajaperäisyyslisiin.

Mallin heikkouksiin ja eri ongelmakohtiin paneudutaan mallin jatkokehityksessä. Tavoitteena on mallintaa osa mallin ensimmäisen version eksogeenisista muuttujista endogeenisiksi muuttujiksi määrittelemällä erilaisia tuotantofunktioita ja vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä. Tällöin esim. maatalouden tuottavuuskehitys ei ole enää eksogeeninen, vaan endogeeninen muuttuja, joka riippuu hintasuhteista ja tuista. Samalla kun Leontief-tyyppinen tuotantoteknologia yhä enemmän korvautuu tuotantofunktioilla ja vaihtoehtoisilla tuotantomenetelmillä, vähenee myös mallin herkkyys hinta- ja tukimuutoksille.

Kirjallisuus

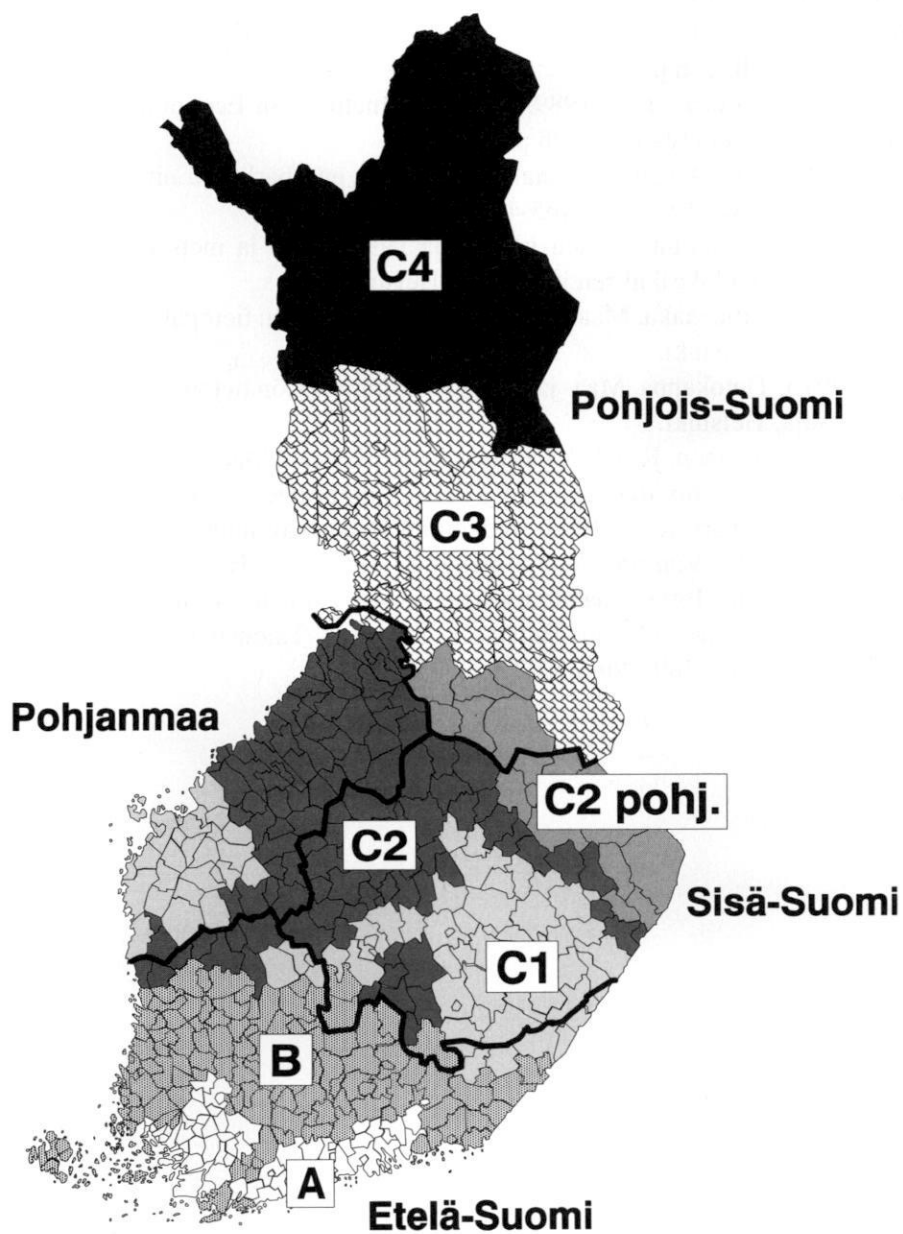
- Andersen, E.S. 1994. *Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions*. Pinter Publishers Ltd. London. 238 p.
- Apland, J. & Jonasson, L. 1992. *The Conceptual Backround and Structure of SASM: A Swedish Agricultural Sector Model*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 32 p.
- Apland, J., Öhlmer, B. & Jonasson, L. 1994. Sector Modeling for Prediction and Evaluation. A useful tool at interdisciplinary research. *Swedish Journal of Agricultural Research* 24: 119-130.
- Banse, M. & Tangermann, S. 1996. Agricultural Implications of Hungary's Accession to the EU - Partial versus General Equilibrium Effects. Paper prepared for the 50th EAAE-seminar "Economic Transition and the Greening of Policies: new Challenges for Agriculture and Agribusiness in Europe", Giessen, Germany, October 15-17 1996. 15 p.
- Bauer, S. 1988a. Historical review, experiences and perspectives in sector modelling. *Proceedings of the 16th Symposium of the European Association of Agricultural Economists*, April 14th-15th, 1988. p. 3-22.
- Bauer, S. 1988b. Some lessons from the dynamic analysis and prognosis system (DAPS). *Proceedings of the 16th Symposium of the European Association of Agricultural Economists*, April 14th-15th, 1988. p. 325-344.
- Bauer, S. & Henrichsmeyer, W. 1988a. Agricultural Sector Modeling. *Proceedings of the 16th Symposium of the European Association of Agricultural Economists*, April 14th-15th, 1988. 406 p.
- Bauer, S. & Kasnakoglu, H. 1990. Non-linear programming models for sector and policy analysis. Experiences with the Turkish agricultural sector model. *Economic Modelling*, July 1990. p. 275-290.
- Baumol, W.J. 1977. *Economic theory and operations analysis*. Prentice Hall. 695 p.
- Brockmeier, M., Hertel, T. & Swaminathan, P. 1996. Integration of the Central European Economies into the European Union. Paper presented at the GTAP Follow-Up/50th EAAE Conference, Giessen, Germany, October 15-17 1996. 39 p.
- Brooke, A., Kendrick, D. & Meeraus, A. 1992. *GAMS. A user's guide*. Release 2.25. The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. 278 p.
- Bäckman, S., Vermeulen, S. & Taavitsainen, V-M. 1997. Long-term fertilizer field trials: Comparison of three mathematical response models. *Agric. Sci. Finl.* Vol. 6:151-160.
- Chiang, A.C. 1984. *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. McGraw-Hill 1984. 788 p.

- Dixit, A. 1988. Optimal Trade and Industrial Policies for the US Automobile Industry, kirjassa *Empirical Methods for International Trade*, Roger C. Feenstra (toim.), Massachusetts Institute of Technology. p. 141-165.
- EYVL 1995. Euroopan Yhteisöjen virallinen lehti N:o L 126/35 9.6.1995.
- Fusfield, D.R. 1996. Rationality and economic behaviour. *Journal of Economic Methodology* 3:2,285-306.
- Hanley, N. & Spash, C.L. 1993. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Edward Elgar, England. 278 p.
- Hart, N. 1996. Equilibrium and time: Marshall's dilemma. *Journal of Economic Methodology* 3:2,285-306.
- Hazell, P.B.R. & Norton, R.G. 1986. *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan publishing company, New York. 400 p.
- Heikkilä, T. 1980. Typpilannoitteiden taloudellisesta käytöstä koetulosten perusteella. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja n:o 70. Helsinki. 45 s.
- Hiiva, E. 1996. Maatilojen tulokehitys siirtymäkaudella 1995-2000. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja no. 206. Helsinki. 95 s.
- Hillinger, C. 1996. Dynamic disequilibrium economics: history, conceptual foundations, possible futures. In: Barnett et al. (eds.). *Dynamic disequilibrium modeling: Theory and applications*. Proceedings of the Ninth International Symposium in Economic Theory and Econometrics. Cambridge University Press 1996. p. 27-65.
- Howitt, R.E. 1995. A Calibration method for agricultural economic production models. *Journal of Agricultural Economics*. 46(2): 147-159.
- Hubbard, L.J. 1995. General Equilibrium Analysis of the CAP using the GTAP Model. *Oxford Agrarian Studies* Vol. 23, No. 2: 163-176.
- Jensen, J.D. 1996. An applied econometric sector model for danish agriculture (Esmeralda). Statens Jordbrugs- og fiskeriøkonomiske Institut. Rapport nr. 90. 121 s. Copenhagen.
- Johansson, P.O. 1991. *An Introduction to modern welfare economics*. Cambridge University Press. 176 p.
- Jonasson, L. & Apland, J. 1997. Frontier technology and inefficiencies in programming sector models: An application of Swedish agriculture. *European Review of Agricultural Economics* 24: 031-046.
- Kallinen, A. 1997. Sian tuotanto kasvaa nopeammin kuin kulutus. *Lihatalous* 7/1997, s. 44-45.
- Kettunen, L. 1981. Maataloussektorin suunnittelu- ja ennustemalli Massu. Ensimmäinen versio. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja N:o 84. Helsinki. 45 s.
- Kleemola, H.M. 1989. Säilörehun typpilannoituksen kannattavuus. Maanviljelystalouden tutkielma 1989. Helsingin yliopiston maatalousekonomian laitos.

- Lehtonen, H. 1996. Maatalouden alueellinen analyysi- ja ennustemalli. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu, teknillisen fysiikan ja matematiikan osasto. Espoo. 122 s.
- MKL 1995a. Mallilaskelmat. Suunnitteluosaston sarja A24. Maaseutukeskusten liitto. Helsinki. 112 s.
- MKL 1995b. Tuotostarkkailun tulokset. Maitotilaneuvonta 1995. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja no 904. ISSN 0789-9661, ISBN 951-808-046-1. Helsinki. 42 s.
- MKL 1996a. Tuotostarkkailun tulokset. Maitotilaneuvonta 1996. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja no 915. ISSN 0789-9661, ISBN 951-808-055-0. Helsinki. 43 s.
- MKL 1996b. Maatalouskalenteri 1997. Maatalouskeskusten liitto. Helsinki. 22 s.
- MMM 1997. Maa- ja metsätalousministeriö, rakenneyksikkö. Suositus investointi- ja käynnistystukihakemusten liitteeksi tehtävissä kannattavuuslaskelmissa käytettävien tukien tasoista. 220/574/97. Helsinki.
- MYTT 1995. Maatilatalouden yritys- ja tulotilasto 1994. Tilastokeskus. Maa- ja metsätalous 1995:8. Helsinki. 64 s.
- MYTT 1997. Maatilatalouden yritys- ja tulotilasto 1995. Tilastokeskus. Maa- ja metsätalous 1997:1. 64 s.
- Nelson, R.R. & Winter, S.G. 1982. An Evolutionary Theory of Economic Change. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London. 437 p.
- Niemi, J., Linjakumpu, H. & Lankoski, J. 1995. Maatalouden alueellinen rakennekehitys vuoteen 2005. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantaja n:o 204. Helsinki. 185 s.
- Pindyck, R.S. & Rubinfeld, D.L. 1995. Microeconomics. Third edition. Prentice Hall. 699 p.
- Pyykkönen, P. 1996. Maatalouden pääomakanta ja investointitarve eri rakennekehitysvaihtoehtoissa. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos PTT. Raportteja ja artikkeleita N:o 146. Helsinki. 45 s.
- Rantala, J. 1997. Maidon tuotantokustannukset taloustarkkailutiloilla. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos PTT. Raportteja ja artikkeleita N:o 151. Helsinki. 78 s.
- Samuelson, P.A. 1952. Spatial price equilibrium and linear programming. American Economic Review 42: 283-303.
- Samuelson, P.A. 1983. Foundations of economic analysis. Enlarged edition. Harvard economic studies, vol. 80. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England.
- Samuelson, P.A. & Nordhaus, W.D. 1984. Economics. McGraw-Hill.
- Sheldon, I.M. 1992. Imperfect Competition and International Trade: The use of Simulation Techniques, in Industrial Organization and International Trade: Methodological Foundations for Food and Agricultural Market Research.

- 214 p. Toimittaneet I.M. Sheldon ja D.R.Henderson. North Central Regional Research Project NC-194. Publication number 334. NC-194 Research Monograph Number 1. July.
- Shoven, J.B. & Whalley, J. 1992. Applying general equilibrium. Cambridge University Press. 299 p.
- Silberberg, E. 1990. The structure of economics. A mathematical analysis. McGraw-Hill. 686 p.
- Stokey, N.L. & Lucas, R.L. 1989. Recursive methods in Economic Dynamics, Harvard University Press. 588 p.
- Sumelius, J. 1993. A response analysis of wheat and barley in nitrogen in Finland. *Agric. Sci. Finl.* 2(6):465-479.
- TIKE 1996. Maatilatilastollinen vuosikirja 1996. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen julkaisuja. Helsinki. 252 s.
- TIKE 1997a. Viljavaaka. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen julkaisuja. Helsinki.
- TIKE 1997b. Tietokappa. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen julkaisuja. Helsinki.
- Tyers, R. & Anderson, K. 1992. Disarray in World Food Markets, A Quantitative Assessment. Cambridge University Press, Cambridge. 444 p.
- Törmä, H & Rutherford, T. 1993. Integrating Finnish agriculture into EC. Vattututkimuksia 13. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Helsinki. 83 s.
- Ylätaalo, M. (toim.) 1996. Maatalousyrittäjien taloudellinen sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. Helsingin Yliopisto, Taloustieteen laitos, Maatalousekonomia. Julkaisuja no. 12. Helsinki. 258 s.

Liite 1. Mallin aluejako.



Liite 2.

Taulukko 1. Lannoitteiden käyttö eri suuralueilla (kg/ha).

Kasvi	Lannoite	Etelä-Suomi kg	Sisä-Suomi kg	Pohjanmaa kg	Pohjois-Suomi kg
Vehnä	typpirikas y-lannos	450	420	440	-
Ruis	Oulun salpietari	307	287	300	270
Ruis	Syysviljan kestopannos	160	150	160	150
Mallasohra	typpirikas y-lannos	370	350	370	350
Ohra	typpirikas y-lannos	350	330	350	320
Kaura	typpirikas y-lannos	340	320	340	310
Sekavilja	typpirikas y-lannos	340	320	340	310
Öljykasvit	typpirikas y-lannos	340	320	340	310
Sokerijuurikas	natriumpitoinen y-lannos	900	880	890	870
Ruokaperuna	kloorivapaa y-lannos	665	583	583	500
Tärkkelysperuna	kloorivapaa y-lannos	665	583	583	500
Herne	typpirikas y-lannos	340	320	340	310
Kuivaheinä	typpirikas y-lannos	390	380	380	360
Kuivaheinä	NK-lannos	260	250	255	240
Säilörehu	typpirikas y-lannos	500	500	500	500
Säilörehu	NK-lannos	440	410	440	400
Tuorerehu (laidun ym.)	typpirikas y-lannos	250	240	250	230
Tuorerehu (laidun ym.)	Oulun salpietari	200	200	200	200
Tuorerehu (Laidun ym.)	NK-lannos	290	270	290	260

Taulukko 2. Typen käyttö eri suuralueilla (kg/ha).

Kasvi	Etelä-Suomi kg	Sisä-Suomi kg	Pohjanmaa kg	Pohjois-Suomi kg
Vehnä	90	84	88	-
Ruis	112	105	110	100
Mallasohra	74	70	74	-
Ohra	70	66	70	64
Kaura	68	64	68	62
Sekavilja	68	64	68	62
Öljykasvit	68	64	68	-
Sokerijuurikas	180	176	178	-
Ruokaperuna	53	47	47	40
Tärkkelysperuna	53	47	47	-
Herne	68	64	68	62
Kuivaheinä	130	126	127	120
Säilörehu	188	182	188	180
Tuorerehu (laidun ym.)	160	154	160	150

Taulukko 3. Satotaso alueittain (tonnia/ha). Keskiarvo vuosilta 1988-1996.

Kasvi	Suuralue	A	B	BS	C1	C2	C2P	C3	C4
Vehnä	Etelä-Suomi	3,57	3,42	3,59	3,08	3,21			
	Sisä-Suomi		3,42		3,08	2,92	-		
	Pohjanmaa				4,08	3,21			
	Pohjois-Suomi						-	-	-
Ruis	Etelä-Suomi	2,94	2,72	3,37	2,13	2,20			
	Sisä-Suomi		2,72		2,13	1,89	1,78		
	Pohjanmaa				2,51	2,20			
	Pohjois-Suomi						1,64	1,70	
Mallasohra	Etelä-Suomi	3,62	3,52	3,77	3,09	3,17			
	Sisä-Suomi		3,59		3,09	2,78	-		
	Pohjanmaa				3,52	3,17			
	Pohjois-Suomi						-	-	-
Ohra	Etelä-Suomi	3,62	3,52	3,77	3,09	3,17			
	Sisä-Suomi		3,59		3,09	2,78	2,81		
	Pohjanmaa				3,52	3,17			
	Pohjois-Suomi						2,61	2,84	2,84

Taulukko 3. jatkoa.

Kasvi	Suur-alue	A	B	BS	C1	C2	C2P	C3	C4
Kaura	Etelä-Suomi	3,51	3,48	3,57	3,07	3,18			
	Sisä-Suomi		3,48		3,07	2,95	2,84		
	Pohjanmaa				3,41	3,18			
	Pohjois-Suomi						2,74	2,49	2,49
Sekavilja	Etelä-Suomi	3,64	3,15	2,98	3,03	3,56			
	Sisä-Suomi		3,43		3,03	3,04	2,90		
	Pohjanmaa				3,22	3,56			
	Pohjois-Suomi						2,49	2,65	2,65
Öljykasvit	Etelä-Suomi	1,68	1,63	1,65	1,41	3,08			
	Sisä-Suomi		1,63		1,41	1,46	-		
	Pohjanmaa				1,68	1,38			
	Pohjois-Suomi						-	-	-
Herne	Etelä-Suomi	2,53	2,29	2,59	2,15	2,02			
	Sisä-Suomi		2,23		2,15	1,38	1,56		
	Pohjanmaa				2,66	2,02			
	Pohjois-Suomi						1,32	-	-
Tärkkelys- peruna	Etelä-Suomi	17,47	20,07	25,30	17,81	20,07			
	Sisä-Suomi		20,07		17,81	13,09	-	-	-
	Pohjanmaa				23,30	23,94			
	Pohjois-Suomi						-	-	-
Ruokaperuna	Etelä-Suomi	17,47	20,07	25,30	17,81	20,07			
	Sisä-Suomi		20,07		17,81	13,09	14,40		
	Pohjanmaa				23,30	23,94			
	Pohjois-Suomi						14,86	11,91	11,91
Sokeri- juurikas	Etelä-Suomi	33,95	30,98	35,75	28,82	28,82			
	Sisä-Suomi		30,98		28,82	26,58	-	-	-
	Pohjanmaa				28,03	26,58			
	Pohjois-Suomi						-	-	-
Kuivaheinä	Etelä-Suomi	4,33	4,45	4,71	4,16	4,23			
	Sisä-Suomi		4,40		4,16	4,10	3,97		
	Pohjanmaa				4,23	4,11			
	Pohjois-Suomi						3,59	3,45	3,45
Säilörehu	Etelä-Suomi	20,50	18,90	20,07	19,89	19,23			
	Sisä-Suomi		18,90		19,89	18,40	19,22		
	Pohjanmaa				20,59	19,23			
	Pohjois-Suomi						16,57	14,59	14,59
Tuorerehu	Etelä-Suomi	17,43	16,07	17,06	16,90	16,35			
	Sisä-Suomi		16,07		16,90	15,64	16,34		
	Pohjanmaa				17,50	16,35			
	Pohjois-Suomi						14,08	12,40	12,40

											kasvu 700g/pv										
											elopaino		paivia								
											1 100-150kg		120								
											1,11 150-200kg		50								
											1,56 200-250kg		45								
											4,73 250-300kg		50								
											5,93 300-350kg		4,7								
											1,08 350-400kg		55								
											yht.		370								
											1,1 yht.		1371,5								
											3,95 siltoshieno vaatii kantoaikana lisäksi n. 1200ry										
											lihakajaitoilia piikka imelyskausi vähentää rehuntaarveta										
											kasvu 700g/pv										
											elopaino		paivia								
											1 100-150kg		120								
											1,11 150-200kg		50								
											1,56 200-250kg		45								
											4,73 250-300kg		50								
											5,93 300-350kg		4,7								
											1,08 350-400kg		25								
											yht.		340								
											1,1 yht.		1206,5								
											3,95 teuraspaina 200kg										
											kasvu 800g/pv										
											elopaino		paivia								
											1 100-150kg		120								
											1,11 150-200kg		50								
											1,56 200-250kg		45								
											4,73 250-300kg		50								
											5,93 300-350kg		4,1								
											1,08 350-400kg		55								
											yht.		370								
											1,1 yht.		1371,5								
											3,95 lihakarjailoilia piikka imelyskausi vähentää rehuntaarveta										
											kasvu 1100g/pv										
											elopaino		paivia								
											1,07 100-150kg		120								
											1 150-200kg		50								
											1,11 200-250kg		45								
											1,56 250-300kg		50								
											4,73 350-400kg		55								
											yht.		370								
											1,1 yht.		1735								
											1,1 teuraspaina 230kg										
											4,16										
											OVI/KG KA kilroy										
											region1		region2		region3		region4				
youngcrows	barley	64,69483	37,42913	45,37426	18,61206	83	100														
youngcrows	oats	287,2455	166,1854	201,4617	82,63757	94	100														
youngcrows	hay	637,04	383,3302	242,193	356,0079	106	100														
youngcrows	silage	3007,075	3156,936	3681,305	3450,111	114	100														
youngcrows	greenfod	1921,075	3163,883	2576,287	2313,126	165	100														
youngcrows	catgrnwfd	35,33179	54,64361	100,2898	268,8294	100	1														
youngcrows	minerals																				
youngcrows	cattsecon	23,74525	16,28622	13,15341	10,6859	100	100														
youngcrows	calvefod																				
youngcrows	foodpot	1699,424	1699,238	1699,68	1699,383	52	100														
ry per elain		821,0205	948,3854	904,4764	849,9795																
											OVI/elain/paiva										
											region1		region2		region3		region4				
meattheif	barley	53,31342	30,83642	37,37853	15,3352	83	100														
meattheif	oats	236,7116	136,9137	165,9607	68,08828	94	100														
meattheif	hay	524,9692	315,811	199,5144	283,3287	106	100														
meattheif	silage	1593,108	2600,878	3032,595	2842,68	114	100														
meattheif	greenfod	2478,281	2606,602	2122,3	1905,874	165	100														
meattheif	catgrnwfd	29,11601	45,01877	82,61696	221,4989	100	1														
meattheif	minerals																				
meattheif	cattsecon	19,56785	13,41759	10,83555	8,804526	100	100														
meattheif	calvefod																				
meattheif	foodpot	1430,451	1429,937	1430,167	1430,188	100	100														
ry per elain		676,5817	781,3383	745,0919	700,331	52															
											OVI/elain/paiva										
											region1		region2		region3		region4				
smeatheif	barley	53,31342	30,83642	37,37853	15,3352	83	100														
smeatheif	oats	236,7116	136,9137	165,9607	68,08828	94	100														
smeatheif	hay	524,9692	315,811	199,5144	283,3287	106	100														
smeatheif	silage	1583,108	2600,878	3032,595	2842,68	114	100														
smeatheif	greenfod	2478,281	2606,602	2122,3	1905,874	165	100														
smeatheif	catgrnwfd	29,11601	45,01877	82,61696	221,4989	100	1														
smeatheif	minerals																				
smeatheif	cattsecon	19,56785	13,41759	10,83555	8,804526	100	100														
smeatheif	calvefod																				
smeatheif	foodpot	1430,451	1429,937	1430,167	1430,188	100	100														
ry per elain		676,5817	781,3383	745,0919	700,331	52															
											kasvu 1100g/pv										
											elopaino		paivia								
											1,07 100-150kg		120								
											1 150-200kg		50								
											1,11 200-250kg		45								
											1,56 250-300kg		50								
											4,73 350-400kg		55								
											yht.		370								
											1,1 yht.		1735								
											1,1 teuraspaina 230kg										
											4,16										
											OVI/KG KA kilroy										
											region1		region2		region3		region4				
bulls	wheat																				
bulls	rye																				
bulls	barley	524,8496	371,6274	366,2234	204,4009	83	100														
bulls	oats	313,6986	222,1189	216,8889	122,1689	94	100														
bulls	hay	641,4495	308,8398	198,4966	228,0704	106	100														
bulls	silage	1900,475	3616,522	3694,551	4235,453	114	100														
bulls	greenfod	1646,753	1950,691	1850,032	1564,249	165	100														
bulls	catgrnwfd	66,45398	123,5437	202,8702	368,3948	100	1														
bulls	minerals																				
bulls	cattsecon	68,75768	42,11908	26,7275	19,6642	100	100														
bulls	calvefod																				
bulls	foodpot	123,4483	74,98385	155,2822	204,7805	100	100														
ry per elain		2068,652	2068,961	2068,197	2067,4	52															
OVI/elain/paiva		647,3526	835,0742	828,4814	846,4218																

		kasvu 1100g/pv											
		elospaino		paina		ny/pv							
		1,07-100-150kg	150-200kg	200-250kg	250-300kg	120	120			region1	region2	region3	region4
oikbuils	wheat	106	83	83	94	106	114	100	100	106	83	83	94
oikbuils	rye	629,8195	446,3936	439,6868	245,4405	3,2	3,2	2,619877	1,908004	1,839159	1,087961		
oikbuils	barley	376,4363	266,806	262,7974	146,6979	3,9	3,9	1,437072	2,737987	2,795079	3,204779		
oikbuils	oats	769,7934	370,874	236,9145	273,8623	4,6	4,6	7,052631	6,966477	6,575783	6,114226		
oikbuils	hay	2290,57	4344,115	4435,668	5085,846	5,0	5,0	0,371489	0,273923	0,279687	0,177939		
oikbuils	silage	1976,103	2343,142	2221,144	1902,334	5,8	5,8	4,432653	5,057473	4,736624	5,026266		
oikbuils	greenfeed	78,54496	148,399	243,9654	443,5617	7,4	7,4	0,628511	0,726077	0,720913	0,822061		
oikbuils	catgrwfeed	46	46	46	46	30	30						
oikbuils	minerals	59,70922	50,59285	32,08896	23,61237	455	455						
oikbuils	cattlecon	148,1379	90,06954	186,4314	245,8563	2385	2385						
oikbuils	calvefeed	2488,275	2490,317	2489,434	2489,607	1,1	1,1						
oikbuils	footpod	776,8231	1007,864	995,8731	1016,366	3,95	3,95						
Oiv/elain/paava													
teuraspaino 15 kuukautisena													
		elospaino		paina		ny/pv							
		106	83	83	94	106	114	100	100	106	83	83	94
sbuils	wheat	566,8376	401,7543	395,7181	220,8964	3,2	3,2	2,378242	1,737467	1,675506	0,998428		
sbuils	rye	336,7945	240,1254	236,5177	132,0281	3,9	3,9	1,293364	2,463649	2,515571	2,884301		
sbuils	barley	682,7654	333,8766	214,4831	246,4761	4,6	4,6	6,667631	6,289192	5,938468	5,532067		
sbuils	oats	2052,513	3909,703	3992,101	4677,261	5,4	5,4	0,373469	0,276262	0,282144	0,180955		
sbuils	hay	1778,493	2108,828	1989,029	1742,101	6,1	6,1	4,398388	4,551726	4,262962	4,523639		
sbuils	silage	70,69011	139,5591	219,2089	399,2056	5,5	5,5	0,628511	0,723738	0,717856	0,819045		
sbuils	greenfeed	50	50	50	50	30	30						
sbuils	catgrwfeed	53,7363	45,53356	28,89006	21,25113	455	455						
sbuils	minerals	133,3241	81,06258	167,7882	221,3067	2385	2385						
sbuils	cattlecon	2248,048	2249,885	2249,091	2249,246	1,1	1,1						
sbuils	calvefeed	699,1408	907,0957	896,2858	914,7295	3,95	3,95						
sbuils	footpod												
ry per elain													
Oiv/elain/paava													
teuraspaino 160 kg													
		elospaino		paina		ny/pv							
		106	83	83	94	106	114	100	100	106	83	83	94
sows	barley	479,9716	692,5979	794,6341	1114,112	1	1						
sows	oats	1133,406	943,5436	738,5565	156,6325	1,1	1,1						
sows	pigeon	246,4719	269,668	260,3948	232,4588	1,2	1,2						
sows	pigfod	59,47673	67,76547	59,9526	78,18298	157	157						
sows	pigfod1	134,0723	74,8741	163,0514	372,879	147	147						
sows	pigfod2	1900	1900	1900	1900	0,97	0,97						
ry/elain													
g snv/ry		130,5974	130,4474	130,3502	130,0743	teuraspaino	75 kg						
teuraspaino 75 kg													
		elospaino		paina		ny/pv							
		106	83	83	94	106	114	100	100	106	83	83	94
pigs	barley	90,24953	84,7373	132,7512	86,16769	83	83						
pigs	oats	181,5384	144,2166	92,65452	5,913634	99	99						
pigs	pigeon	36,68866	37,74034	41,79525	7,37644	380	380						
pigs	pigfod	3,868469	4,158921	5,021158	5,088584	157	157						
pigs	pigfod1	16,82218	9,728654	3,922387	155,2791	147	147						
pigs	pigfod2	260	260	260	260	0,97	0,97						
ry per elain		130,4558	130,4997	130,321	130,0205	teuraspaino	75 kg						
g snv/ry													

3,95 lihakarjajoilla pilka imetyksausi vahentaa rehunravetta

	region1	region2	region3	region4	g snv/ry	kilo/ry
hens	24,60704	23,29892	23,29892	21,11327	83	1
hens	4,601631	5,49383	5,49383	5,957145	94	1,11
hens	7,501938	7,353999	7,353999	6,835316	100	1,2
hens	3,23	3,23	3,23	3,23	100	1
hens	3,765727	4,393348	4,393348	6,593835	100	1
ry per elain	42	42	42	42		
kg snv/elain	3,601705	3,624965	3,624965	3,655288		teuraspaino 1 kg
	region1	region2	region3	region4	g snv/ry	kilo/ry
barley	1,931514	1,828538	1,823567	1,413096	83	1
oats	0,417583	0,400329	0,425441	0,591975	94	1,11
mixedgrain	0,604799	0,570033	0,575211	0,498812	100	1,07
hencalc	0,5	0,5	0,5	0,5	100	1,2
hencalc	0,188286	0,335777	0,313811	0,637927	100	1
heritod	3,5	3,5	3,5	3,5	100	1
ry per elain	0,278877	0,279981	0,28025	0,286605		
kg snv/elain						teuraspaino 1 kg
	region1	region2	region3	region4	g snv/ry	kilo/ry
molpity	24,60704	23,29892	23,29892	19,26436	83	1
molpity	4,601631	5,49383	5,49383	7,984828	94	1,11
molpity	7,501938	7,353999	7,353999	6,708033	100	1,2
molpity	3,23	3,23	3,23	3,23	100	1,2
molpity	3,765727	4,393348	4,393348	6,722069	100	1
ry per elain	42	42	42	42		
kg snv/elain	3,601705	3,624965	3,624965	3,692526		

Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia (tiedonantoja)
Research Reports of the Agricultural Economics Research Institute

- No 210 Koikkalainen, K. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn suhteellinen kannattavuus. 58 s. Helsinki 1996.
- No 211 Ajankohtaista maatalousekonomiaa. 108 s. Helsinki 1996.
Lempiö, P. EU-jäsenyyden vaikutus lihasikatilojen talouteen. s. 5-45.
Eskelinen, M. Maidon tuotantokustannus taloudellisesti hyvin ja heikosti menestyvillä tiloilla. s. 46-72.
Marjamaa, S. & Puurunen, M. Arvonlisäveron vaikutus maatilan talouteen. s. 73-92.
Laurila, I.P. EU:n kesannointivelvoitteen väliaikainen alentaminen markkinointivuonna 1996/97: tausta ja seuraukset Suomen näkökulmasta. s. 91-108.
- No 212 Ajankohtaista maatalouden investoinneista. Current issues on agricultural investments. 88 s. Helsinki 1996.
Pietola, K. Optimaaliset investointisäännöt stokastisin hinnoin - sovellus reaaliopitiosta. s. 8-31.
Lempiö, P. Investment analysis: An application to Finnish dairy farms. s. 32-60.
Hirvonen, A. Vakauttamislainoituksen ulkopuolelle jääneiden maatilojen talouden tarkastelu. s. 61-88.
- No 213 Forsman, S. Maaseudun pienyritysten hintastrategiat: esimerkkinä liha-alan pienyritykset. 94 s. Helsinki 1996.
- No 214 Laurinen, H. Elintarvikkeiden hintamarginaalit vuosina 1985-1996. 66 s. Helsinki 1996.
- No 215 Kupiainen, T. Pienten elintarvikealan yritysten markkinointistrategiat. 114 s. Helsinki 1996.
- No 216 Ajankohtaista maatalouden ympäristöekonomiaa. 67 s. Helsinki 1997.
Siikamäki, J. Suomen maatalouden ympäristötukijärjestelmän sisältö ja toiminta. s. 7-36.
Korkman, R. Kvävegödslingens inverkan på energianvändningen vid ensilageproduktion. s. 37-67.
- No 217 Siikamäki, J. Torjunta-aineiden käytön vähentämisen arvo? Contingent valuation -tutkimus kuluttajien maksuhalukkuudesta. 89 s. Helsinki 1997.
- No 218 Vihtonen, T. Eettiset tekijät ja arvostukset tuotantoeläinten kasvatuksessa ja kotieläintuotteiden kysynnässä. 62 s. Helsinki 1997.
- No 219 Lempiö, P. Farm investments under uncertainty. 57 s. Helsinki 1997.
- No 220 Kirjanpitoiltojen tuloksia, tilivuosi 1995. 112 s. Helsinki 1997.
- No 221 Forsman, S. Hintastrategiat ja hintakilpailukyky elintarvikealan maaseutu-yrityksissä. 91 s. Helsinki 1997.
- No 222 Maatalouden tuotantokustannukset Suomessa. 120 s. Helsinki 1998.
Ala-Mantila, O. Maataloustuotteiden tuotantokustannukset viljelmämalleilla. s. 6-93.
Riepponen, L. Maidon, viljan ja sianlihan tuotantokustannukset kirjanpito-tiloilla. s. 94-120.
- No 223 Niemi, J. Agricultural trade relations between ASEAN and the EU. 82 p. Helsinki 1998.

