



# Klassisen sikaruton taloudelliset vaikutukset Suomessa

Jarkko K. Niemi, Heikki Lehtonen,  
Kyösti Pietola, Saara Raulo,  
Tapani Lyytikäinen



Maa- ja elintarviketalous 74  
82 s., 4 liitettä

# **Klassisen sikaruton taloudelliset vaikutukset Suomessa**

Jarkko K. Niemi, Heikki Lehtonen, Kyösti Pietola,  
Saara Raulo ja Tapani Lyytikäinen

ISBN 951-729-976-1 (Painettu)  
ISBN 951-729-977-X (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-5073 (Painettu)  
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/met/pdf/met74.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met74.pdf)

Copyright

MTT

Jarkko K. Niemi, Heikki Lehtonen,  
Kyösti Pietola, Saara Raulo ja Tapani Lyytikäinen  
Julkaisija ja kustantaja

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

[www.mtt.fi/mttl](http://www.mtt.fi/mttl)

Jakelu ja myynti

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

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

sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2005

Painopaikka

Vammalan Kirjapaino Oy

Kannen kuva

Yrjö Tuunanen/MTT:n arkisto

# Klassisen sikaruton taloudelliset vaikutukset Suomessa

Jarkko K. Niemi<sup>1)</sup>, Heikki Lehtonen<sup>1)</sup>, Kyösti Pietola<sup>1)</sup>,  
Saara Raulo<sup>2)</sup> ja Tapani Lyytikäinen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, jarkko.niemi@mtt.fi,  
heikki.lehtonen@mtt.fi, kyosti.pietola@mtt.fi

<sup>2)</sup> Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos, Riskinarvioinnin tutkimusyksikkö,  
PL 45, 00581 Helsinki, saara.raulo@eela.fi, tapani.lyytikainen@eela.fi

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten suuria taloudellisia menetyksiä klassinen sikarutto voisi aiheuttaa sikataloudelle, sen tuotteita jalostavalle teollisuudelle ja veronmaksajille Suomeen levitessään ja mitkä tekijät menetyksiä aiheuttaisivat. Tutkimuksessa simuloitiin sikaruton leviäminen ja taudin hävittäminen Suomesta Monte Carlo-simulaatiomallilla ja laskettiin tautipurkauksen aiheuttamat välittömät menetykset. Tautipurkauksen ja siihen mahdollisesti liittyvän vientikysyntäshokin aiheuttamat menetykset mallinnettiin dynaamisella osittaisen tasapainon mallilla. Mallien aineistot sisälsivät tietoja mm. sikatilojen eläinmääristä ja -kuljetuksista, eläintautien esiintymisestä, hoitokäytännöistä ja sikamarkkinoiden toiminnasta Suomessa.

Sikaruttotautipurkaus aiheuttaa välittömiä ja välillisiä menetyksiä. Menetysten suuruuteen ja niiden vaihteluun vaikuttavat sekä tartuntatilojen määrä että tekijät, jotka eivät suoranaisesti riipu tartuntatilojen määrästä. Talouslaskennan peruskenaariossa tautipurkaus heikensi sianlihan vientikysyntää tilapäisesti 50 %. Tällöin simuloitujen tautipurkaukset aiheuttivat keskimäärin 7,6 miljoonan euron menetykset (vastaa 8 % sikatalouden maataloustulosta), joista 8 % oli välittömiä menetyksiä. Vahingosta kärsivälle tilalle menetyksen vaikutus oli suhteellisesti suurempi kuin koko toimialalle. Vientikysynnän laskiessa 10 % menetykset olivat 1,7 miljoonaa euroa. Peruskenaariossa vähintään viiden tilan tautipurkaus aiheutti 13,6 miljoonan euron menetykset.

Tulokset viittaavat siihen, että klassinen sikarutto voi Suomeen levittyään aiheuttaa huomattavia menetyksiä myös silloin, kun tartuntatilojen määrä jää pieneksi. Tämä johtuu siitä, että yksittäisenkin tilan tartunta voi aiheuttaa häiriöitä sikamarkkinoilla. Markkinahäiriöitä ehkäisevillä toimenpiteillä voidaankin saada säästöjä toimialalle. Toisaalta suuria kustannuksia aiheuttavat, tartunnan leviämistä ehkäisevät toimenpiteet olisivat taloudellisesti perusteltuja vain harvinaisiksi arvioiduissa tautipurkaustilanteissa. Tämä johtuu siitä, että uusia tartuntoja syntyisi hitaasti.

---

*Asiasanat: sika, sikatalous, klassinen sikarutto, tartuntataudit, riskit, tappiot, taloudelliset mallit, simulointi*

---

# Economic implications of classical swine fever in Finland

Jarkko K. Niemi<sup>1)</sup>, Heikki Lehtonen<sup>1)</sup>, Kyösti Pietola<sup>1)</sup>,  
Saara Raulo<sup>2)</sup> and Tapani Lyytikäinen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Luutnantintie 13, FI-00410 Helsinki, Finland, jarkko.niemi@mtt.fi, heikki.lehtonen@mtt.fi, kyosti.pietola@mtt.fi

<sup>2)</sup> The National Veterinary and Food Research Institute of Finland, Department of Risk Assessment, PO BOX 45, FI-00581 Helsinki, Finland, saara.raulo@eela.fi, tapani.lyytikainen@eela.fi

## Abstract

Increasing farm size and regional concentration of pig production have raised questions on whether the potential costs of animal disease epidemics have increased. The goal of this study was to estimate how large classical swine fever losses could be if the disease were introduced into, and detected in Finland. Furthermore, the goal was to study which factors would cause large losses.

As no actual outbreak data were available, the spread of the virus between herds and the eradication of the disease were simulated by means of a Monte Carlo simulation. Direct eradication costs were computed. Indirect losses caused by an outbreak and demand shock were estimated with a partial-equilibrium model. The data included detailed information on factors such as the movement of animals and the structure of pig markets in Finland.

Estimated losses were volatile because the same starting point could result in either a large or small outbreak. Losses were affected by factors such as the magnitude of the demand shock and the regional characteristics of pig farming. In the benchmark scenario, where the outbreak was assumed to reduce export demand for pig meat by 50%, the outbreak would cause average losses of €7.6 million, of which less than 10% would be direct losses. This represents 8% of annual agricultural income in pig farms. In 95% of the simulations, the losses ranged from €4.0 to €16.5 million. If export demand were to fall by 10%, losses would be €1.7 million. In the benchmark scenario, a large outbreak (more than 4 infected farms) caused average losses of €13.6 million.

These results suggest that even if the number of infected farms were likely to be small, the losses could be large if demand for pig meat were to be distorted. Market reactions can have a large impact on losses. Estimated losses, however, suggest that incentives to prevent the spread of the virus during an outbreak with voluntary measures such as pre-emptive slaughter are low.

---

*Index words: pig, pig production, classical swine fever, infectious diseases, risk, economic loss, dynamic models, simulation*

---

# Esipuhe

Suomessa on toistaiseksi välttytty vakavilta tarttuvien eläintautien aiheuttamilta epidemioilta. Riski klassisen sikaruton kaltaisten eläintautien leviämislle Suomeen ja Suomessa on kuitenkin jatkuvasti olemassa - tälläkin hetkellä sikarutto voi levitä Suomessa, vaikka emme siitä tietäisikään. Sikatalouden rakennekehitys on herättänyt epäilyjä siitä, että tarttuvien eläintautien aiheuttamat riskit olisivat kasvaneet Suomessa. Toisaalta elinkeino, viranomaiset ja kotieläintuotteita jalostava teollisuus ovat panostaneet sikatalouden hyvän tautitilanteen säilyttämiseen myös jatkossa. Tästä esimerkkinä on muun muassa kansallisen eläinterveydenhuoltojärjestelmän perustaminen.

Eläintautien aiheuttamiin riskeihin tulisi varautua ja valmistautua riittävässä määrin. Sikaruton kaltaisille Suomessa esiintymättömille eläintaudeille on tyyppillistä, että ne voivat maahan tullessaan aiheuttaa huomattavaa välitöntä vahinkoa. Tyyppillistä on myös se, että tuotannon rajoittaminen ja tautipurkaukseen mahdollisesti liittyvät sianlihan markkinahäiriöt voivat aiheuttaa huomattavia välillisiä menetyksiä. Tämä tutkimusraportti tarjoaakin tietoa, jota voidaan hyödyntää eläintautien aiheuttamien riskien hallinnassa.

Tutkimus on saanut rahoitusta Maatilatalouden kehittämisrahastosta (MAKERAA). Sen ovat toteuttaneet yhteistyössä MTT Taloustutkimus ja Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos (EELA), riskinarvioinnin tutkimusyksikkö. Tekijät kiittävät MAKERAA tutkimukselle myönnetystä rahoituksesta ja tutkimuksen ohjausryhmää sen antamasta ohjauksesta. Tekijät kiittävät myös tutkimusraportin kommentointiin osallistuneita asiantuntijoita rakentavasta palautteesta. Lisäksi erityiskiitokset niille lukuisille tahoille kotimaassa ja ulkomailla, jotka toimittivat tutkimuksen käyttöön aineistoa tai muita tietoja, ja Ph.D. Marie-Josee Mangenille Wageningenin yliopistoon yhteistyöstä mallin kehittämiseen liittyvissä kysymyksissä.

Tähän raporttiin liittyy läheisesti EELAn syksyllä 2005 julkaisema epidemiologinen tutkimusraportti ”Kvantitatiivinen riskinarvionti - Klassisen sikaruton epideeminen taudinpurkaus Suomessa” (Raulo ja Lyytikäinen 2005).

Helsingissä 28. päivänä syyskuuta 2005

*Kyösti Pietola*  
tutkimusyksikön johtaja  
MTT Taloustutkimus

# Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	8
1.1	Tutkimuksen tausta.....	8
1.2	Tutkimuksen tavoitteet .....	12
2	Sikaruton kustannukset muissa maissa .....	14
2.1	Kustannustaso ja niihin vaikuttavat tekijät .....	14
2.2	Riskienhallinnan talous .....	17
2.3	Riskiasenteet ja kulutustottumukset .....	21
3	Tutkimusaineisto ja menetelmät .....	23
3.1	Virusen leviäminen, havaitseminen ja maasta hävittäminen .....	23
3.2	Taudinhävityksen välittömät kustannukset.....	24
3.3	Välilliset menetykset tilatasolla.....	28
3.4	Välilliset menetykset toimialan tasolla.....	31
3.4.1	Lihamarkkinoiden toiminta .....	31
3.4.2	Sianlihan kysyntä .....	32
3.4.3	Sianlihan tarjonta tiloilta teurastamolle.....	35
3.4.4	Jalostusteollisuuden menetykset .....	37
3.5	Skenaariot ja herkkyysanalyysi .....	40
4	Tulokset .....	43
4.1	Tautipurkauksen aiheuttamat menetykset.....	43
4.1.1	Tilamäärät ja menetysten taso .....	43
4.1.2	Välittömät menetykset.....	45
4.1.3	Välilliset menetykset tilatasolla .....	47
4.1.4	Toimialan välilliset menetykset.....	50
4.2	Tautipurkaukseen koon vaikutus menetyksiin.....	52
4.3	Leviämisenopeuden vaikutus menetyksiin.....	55

4.4 Tilarakenteen vaikutus menetyksiin .....	59
4.5 Tautivapauden menetyksen arvo .....	62
4.6 Leviämisaajan vaikutus menetyksiin .....	63
4.7 Kustannustason vaikutus menetyksiin.....	65
5 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	67
Kirjallisuus .....	74
Liitteet	



# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Sikatalouden rakenteessa ja toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset ovat herättäneet epäilyjä siitä, että tarttuviin eläintauteihin liittyvät riskit olisivat lisääntyneet viime vuosina. Riskien kasvun syiksi on esitetty muun muassa kansainvälisen kaupan lisääntymistä, tilakoon kasvua ja emakkorenkaiden kaltaisten uusien tuotantorakenteiden yleistymistä. Tuotannon keskittyminen entistä harvemmille tiloille onkin lisännyt yksittäisen tilan merkitystä lihanjalostusteollisuuden raaka-aineen tuottajana ja elintarvikkeiden tarjonnan turvaajana. Mikäli sikatalouden rakennemuutokseen liittyy myös eläintautien aiheuttamia kustannusriskejä, ne tulisi ottaa huomioon investointipäätöksiä tehtäessä ja taudinhallintastrategiaa mietittäessä.

Eläintautiriskien hallinnan tueksi on kuitenkin tarjolla niukasti tietoa siitä, miten suuria taloudellisia riskejä eri toimintavaihtoehtoihin liittyy ja miten riskit eroavat tilatyypin välillä. Viime vuosina tutkimuksissa on todettu sekä salmonellan vastustusohjelma (Peltola ym. 2001) että porsasyskän hävitys maasta (mm. Tuovinen 2001) taloudellisesti kannattavaksi sijoituksiksi. Myös zoonoosien aiheuttamia kustannuksia on tutkittu (Kilpeläinen ym. 2004). Edellä mainitut tutkimukset ovat käsitelleet Suomessa esiintyviä eläintauteja. Suomessa esiintymättömiin eläintauteihin ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota. Myös muissa Pohjoismaissa tutkimus on keskittynyt täällä esiintyviin eläintauteihin. Poikkeuksena on Anderssonin ym. (1997) hyvinvointianalyysiin perustunut tutkimus, jossa sekä kuluttajien että tuottajien havaittiin hyötyvän Aujeszkyin taudin vastustusohjelmasta Ruotsissa.

Moniin riskeihin kannattaa varautua, vaikka ne eivät koskaan toteutuisi. Myös suuria vahinkoja aiheuttavien riskien toteutumiseen tulisi varautua, vaikka niiden todennäköisyys olisi erittäin pieni. Tämä johtuu siitä, että toteutuessaan suuri vahinko voi esimerkiksi viedä yrityksen konkurssiin (Vaughan ja Vaughan 1999, s. 34-38). Ennen vahingon tapahtumista onkin tärkeää varautua erityisesti sellaisiin katastrofaalisiin vahinkoihin, joiden seurauksia vahingon kärsijä ei kestä ilman varautumista. Usein alhaisilla todennäköisyyksillä esiintyviin erittäin suuria vahinkoja aiheuttaviin riskeihin varaudutaan kuitenkin puutteellisesti (ks. esim. Kunreuther & Pauly 2004).

Moniin Suomessa esiintymättömiin tai Suomessa harvoin esiintyviin eläintauteihin liittyy suurten menetysten mahdollisuus. Klassinen sikarutto on helposti leviävä (MMM/EEOp 1995, Liite 1) sikojen virustauti. Sen on todettu voivan aiheuttaa mittavia taloudellisia menetyksiä yksittäisille tuottajille, koko toimialalle ja veronmaksajille. Menetyksille on tyypillistä se, että muille tiloille kuin tartuntatiloille välillisesti aiheutuvat menetykset ovat suuremmat kuin itse tartuntatilasta aiheutuvat välittömät menetykset (Saatkamp ym. 2000, Garner ym.

2001, Mangen & Burrell 2003, Mangen ym. 2004). Sikaruton ei ole havaittu aiheuttavan vaaraa ihmisten terveydelle. Sioissa virus aiheuttaa muun muassa kuumetta, ripulia ja hermosto-oireita. Sikaruton taudinkuva voi vaihdella lähes huomaamattomasta, vakaviin kliinisiin oireisiin tai se voi esiintyä sian äkillisenä kuolemana. Tartunnan saaneiden sikojen kuolleisuus voi olla jopa 90 % (Moennig 2000). Sikarutto on tauti, joka voi vaikuttaa eläinperäisten tuotteiden kansainväliseen kauppaan, ja jonka esiintymisestä Suomessa on tiedotettava kansainväliselle eläintautijärjestölle (OIE 2005). Sikaruttoa voidaankin pitää malliesimerkkinä eläintaudista, jonka voisi odottaa Suomeen levitessään aiheuttavan suurta vahinkoa. Se on myös tauti, jota tarkastelemalla voidaan saada yleistä tietoa samankaltaisten tarttuvien eläintautien riskeistä.

Sikaruttoa havaittiin 1990- ja 2000-luvulla monissa Euroopan unionin nykyisissä jäsenmaissa, muun muassa Alankomaissa, Espanjassa, Iso-Britanniassa, Saksassa ja Virossa (OIE 2005). EELAssa tehdyn riskinarvion mukaan klassisen sikaruton Suomeen tulon riski oli 2000-luvun alussa alhainen tai olematon (Rosengren ym. 2002). Suomessa maahantuloriskiä pidetään alhaisempana kuin esimerkiksi Alankomaissa (vrt. Rosengren ym. 2002, de Vos 2005). Maahantulon todennäköisyyden on kuitenkin arveltu kasvaneen Suomen EU:hun liittymisen jälkeen jäsenyyttä edeltäneeseen aikaan verrattuna muun muassa lihan tuonnin lisääntymisen vuoksi. Tartunnan leviämisen kannalta tärkeimpinä riskitekijöinä pidetään kuitenkin elävien eläinten ja lihan tuontia tautialueelta tartunnasta vapaille tiloille (mm. Rosengren ym. 2002, de Vos 2005). Erityisesti porsaiden kuljetusta pidetään riskitekijänä, sillä porsaasat voivat kantaa tartuntaa ilman näkyviä oireita. Suomeen tuodaan vuosittain vain muutamia kymmeniä eläviä sikoja, joten eläinkuljetusten aiheuttamaa maahantuloriskiä pidetään Suomessa alhaisena (Rosengren ym. 2002).

Eläinlääkintölainsäädäntö määrittelee periaatteet, joiden mukaan toimitaan silloin, kun Suomessa havaitaan sikaruttoa (Euroopan neuvosto 2001, Euroopan neuvosto 2002, MMMa 2002, MMM 2003). Kaikki tartuntatilalla olevat siat lopetetaan, kontaminoitunut materiaali hävitetään ja tuotantorakennukset desinfioidaan. Lisäksi tartunnan saaneen tilan ympärille muodostetaan säteeltään vähintään 3 km leveä suojavyöhyke, joka sisältyy vähintään 10 km leveään valvontavyöhykkeeseen. Vyöhykkeillä sikojen siirrot on joitain poikkeuksia lukuun ottamatta kielletty. Esimerkiksi sikojen siirtäminen suojavyöhykkeellä sijaitsevasta pitopaikasta on kielletty vyöhykkeen ensimmäisen tartunnan havaitsemisen jälkeen siihen asti, kun on kulunut vähintään 30 päivää puhdistuksen ja desinfektion loppuun suorittamisesta kaikissa tartuntapitopaikoissa. Eläinsuojelullisista syistä ja poikkeusluvalla sikoja voidaan kuitenkin lopettaa aikaisemmin. Viranomaiset tarkastavat vyöhykkeillä olevat sikatilat klassisen sikaruton varalta heti tartunnan havaitsemisen jälkeen ja rajoituksia poistettaessa. Lisäksi viranomaiset selvittävät viruksen mahdollisen levinneisyyden maassa todettujen tartuntatilojen kontakteja jäljittämällä (Euroopan neuvosto 2001, MMMa 2002). Euroopan neuvoston (2002) sikaruttodirektiivi edellyttää

Suomelta myös valmiussuunnitelmaa ja toimintaohjeita taudin esiintymisen varalle, ja taudin vastustuskykyä ylläpitäviä harjoituksia.

Klassisen sikaruton havaitseminen Suomessa aiheuttaa välillisiä ja välittömiä taloudellisia menetyksiä. Välittömät menetykset realisoituvat konkreettisesti maksettaviksi muun muassa sikojen lopetuksen, tiladesinfektion tai valvonta- ja suojavyöhykkeillä sijaitsevien tilojen tarkastuksen aiheuttamina kustannuksina. Sikaruttotapausten aiheuttamat välittömät menetykset korvataan pääsääntöisesti valtion varoista. Kaikki muut kuin välittömät menetykset ovat välillisiä menetyksiä. Välilliset menetykset sisältävät sikaruttotapauksen seurannaisvaikutuksiin liittyvät aineettomat menetykset. Välillisille menetyksille on tyypillistä se, että niitä ei makseta laskun muodossa, vaan ne konkretisoituvat esimerkiksi lihanjalostusteollisuuden raaka-aineen saannin häiriintymisestä aiheutuvina tuottavuushäiriöinä. Välillisiä menetyksiä ovat myös tuotannon häiriintymisestä tai keskeytymisestä tartunnasta vapaille tiloille aiheutuvat menetykset ja markkinahintojen muutoksista aiheutuvat menetykset. Maantieteellisesti laajalle ja sikatiheälle alueelle leviävä sikaruttoepidemia voisi myös heikentää elintarvikkeiden huoltovarmuutta Suomessa.

Tutkimusten mukaan huomattava osa sikaruton aiheuttamista menetyksistä on välillisiä menetyksiä (Saatkamp ym. 2000, Garner ym. 2001, Mangan & Burrell 2003). Kansainvälisessä kaupassa käytetyillä suojapäätöksillä<sup>1</sup> on todettu olevan merkittävä vaikutus sikatalouden kärsimisiin menetyksiin erityisesti sikatiheillä alueilla (Mangan & Burrell 2003). Suojapäätökset perustuvat kansainvälisiin sopimuksiin (mm. WTO 2001). Niiden nojalla muilla mailla on oikeus suojata omaa kotieläintuotantoaan tautiuhalta ja kieltää sioista peräisin olevien tuotteiden tuonti Suomesta sen jälkeen, kun täällä on havaittu klassista sikaruttoa.

EU:n sisämarkkinoilla ulkomaankaupan rajoitukset koskevat ensisijaisesti vain suoja- ja valvontavyöhykkeiltä lähtöisin olevia sikoja ja niistä saatavia tuotteita. EU:n sisämarkkinoita koskevat suojapäätökset käsitellään pysyvässä eläinlääkintäkomiteassa. Komitea voi kieltää elävien eläinten ja eläinperäisten tuotteiden kuljettamisen osasta jäsenmaata tai koko jäsenmaasta muihin jäsenmaihiin, mikäli direktiivin mukaiset toimenpiteet eivät riitä estämään taudin leviämistä maassa. Suomessa suojapäätöksillä saattaa kuitenkin olla merkitystä, sillä Gallup Elintarviketiedosta saatujen tietojen mukaan noin puolet Suomen sianlihan viennistä suuntautuu EU:n sisämarkkinoiden ulkopuolelle. Nämä EU:n ulkopuoliset maat tekevät mahdolliset suojapäätökset itse. Lisäksi sianlihan viennin osuus tuotannosta on kasvanut EU-aikana noin 19 %:in (Niemi & Ahlstedt 2005). Tämä on saattanut lisätä kysyntähäiriöiden vaikutusta lihan hintaan Suomessa.

Sikaruton vaikutus sikamarkkinoihin riippuu tautipurkauksen aiheuttaman kysyntä- ja tarjontashokin yhteisvaikutuksesta. Tartunnan saaneiden eläinten poistaminen sikamarkkinoilta on tarjontashokki, joka vähentää sianlihan tarjontaa.

---

<sup>1</sup> Lisätietoja kansainvälisen kaupan pelisäännöistä saa SPS-sopimuksesta (WTO 2001) ja OIE:n internet-sivuilta ([www.oie.int](http://www.oie.int)).

Tällöin lihan ja/tai porsaiden tuottajahinta voi hetkellisesti nousta. Teurastamoteollisuus puolestaan menettää liikevaihtoa teurastettujen sikojen määrän laskiessa. Lisäksi rajoittavat määräykset ohjaavat eläinvirtoja, jolloin sikamarkkinoille voi syntyä hetkellisiä yli- tai alitarjontatilanteita.

Vientikysyntään kohdistuvat shokit lisäävät tarvetta kuluttaa vientiin tarkoitettu sianliha kotimaassa tai varastoida se myöhempää markkinointia varten. Tällöin kotimaan markkinoille syntyy ylitarjontaa ja sianlihan ja/tai porsaiden hinta laskee. Lihan hinnan lasku aiheuttaa tuottajille tulonmenetyksiä. Lisäksi hintamuutokset vaikuttavat kuluttajien hyvinvointiin (ks. Berentsen ym. 1992, Ebel ym. 1992, Andersson ym. 1997). Yksittäiset toimijat, kuten tautivapaiden alueiden sikatalousyrittäjät voivat joissain tapauksissa hyötyä tautipurkauksesta, vaikka se aiheuttaakin koko kansantaloudelle menetyksiä (Dijkhuizen ym. 1991, Mangen & Burrell 2003).

Eläintautien aiheuttamia taloudellisia menetyksiä voidaan välttää tai vähentää riskinhallinnan avulla. Talousanalyysin kannalta mielenkiintoinen kysymys onkin se, miten taudin vastustuksen resursseja voitaisiin käyttää niin, että tauti heikentää mahdollisimman vähän ihmisten ja eläinten hyvinvointia. Usein hyvinvointia mitataan aineellisilla tai rahallisilla arvoilla, mutta myös aineettomat ja epäsuorasti mitattavissa olevat arvot vaikuttavat hyvinvointiin (vrt. Howe & Kristiansen 2004, s. 157). Tutkimuksissa onkin todettu, että maassa esiintymättömien eläintautien vastustus tai hävittäminen on yleensä taloudellisesti kannattavaa (mm. Berentsen ym. 1992, Ebel ym. 1992, Andersson ym. 1997, Mangen 2002). Eläintautien vastustuksen hyödyt liittyvät sekä suoraan taudin hävittämisessä säästettäviin kustannuksiin että tautivapauden tarjoamiin välillisiin hyötyihin, jotka parantavat kotieläintuotannon taloudellista tehokkuutta. Tuotannon tehostuminen puolestaan aiheuttaa hyvinvointivaikutuksia, sillä se tarjoaa tuottajille kilpailuetua ja kuluttajille mahdollisuuden hankkia aikaisempaa edullisempia kotieläintuotteita (vrt. Ebel ym. 1992, Andersson 1997).

Maassa esiintymättömien tarttuvien eläintautien taloudelliset vaikutukset voivat vaihdella huomattavasti rajoitusalueen eläintiheyden tai kotieläintuotannon aluetaloudellisen merkityksen mukaan (ks. esim. Ebel ym. 1992, Garner & Lack 1995, Saatkamp ym. 1997, Mangen ym. 2002). Siksi korkean sikatiheyden maista saadut tarttuvien eläintautien riskeihin liittyvät tutkimustulokset eivät suoraan sovellu Suomen olosuhteisiin. Onkin todennäköistä, että eläintautien leviämisen riski ja niiden aiheuttamat kustannusriskit kasvavat kotieläintuotannon keskittyessä maatieellisesti pienelle alueelle ja entistä suuremmille tiloille. Epäselvää on kuitenkin se, lisäävätkö eläintautien aiheuttamat riskit merkittävästi tällaisten intensiivisten tuotantorakenteiden tuotantokustannuksia. Mikäli kustannusriskit lisääntyvät merkittävästi, voidaan niitä ennaltaehkäistä monivaikutteisen maatalouden keinoin, sillä monivaikutteisen maatalouden tavoitteet toteutunevat paremmin pienillä ja alueellisesti hajautetuilla tiloilla kuin isoilla ja alueellisesti keskittyneillä tiloilla.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia klassisen sikaruton aiheuttamia taloudellisia riskejä Suomessa ja selvittää:

1. Miten paljon menetyksiä klassinen sikarutto voi Suomessa levitessään aiheuttaa veronmaksajille, alkutuotannolle ja koko sikasektorille?
2. Miten suuria olisivat sikaruttotaudinpurkauksen aiheuttamat välilliset menetykset, ja miten eri taustatekijät vaikuttaisivat välillisten ja välittömien menetysten määrään?
3. Voitaisiinko klassisen sikaruton tautipurkauksen aiheuttamia menetyksiä vähentää tartunnan leviämistä ehkäisevillä tai tautitapausten havaitsemista ennakoivilla toimenpiteillä, ja kuinka paljon näihin toimenpiteisiin kannattaisi panostaa taloudellisesti?

Tutkimusongelmia lähestytään mallintamalla klassisen sikaruton leviäminen ja tautipurkauksen hävittäminen suomalaisessa tuotantosikapopulaatiossa sekä mallintamalla sikaruton esiintymiseen liittyvät taloudelliset vaikutukset. Tutkimus tuottaa lisäksi yleistä tietoa siitä, miten eri tekijät vaikuttavat tarttuvien eläintautien aiheuttamiin kustannuksiin sikataloudessa.

Tutkimuksessa käytetty epidemiologinen simulaatiomalli jäljittelee sikaruttoviruksen leviämisen tartunnan saaneelta tilalta toisille sikatiloille kontaktien välityksellä. Mallissa kontakteja muodostuu esimerkiksi elävien sikojen, eläinkuljetusautojen ja ihmisten välityksellä. Viruksen leviämiseen, taudin havaitsemiseen ja viruksen hävittämiseen Suomesta liittyviä epidemiologia tapahtumia on tarkasteltu yksityiskohtaisesti raportissa: ”Kvantitatiivinen riskinarvionti - Klassisen sikaruton epideeminen taudinpurkaus Suomessa” (Raulo & Lyytikäinen 2005). Tilojen taudinaiheuttajalla saastumisen ja näiden tilojen toiminnan rajoittumisen lisäksi tautipurkaus aiheuttaa häiriöitä sikamarkkinoilla. Häiriöt johtuvat tartunnan saaneiden tilojen sikojen poistumisesta markkinoilta, rajoittavat määräykset saavien tilojen tuotantokierron häiriintymisestä ja vientikysynnän muutoksista. Nämä häiriöt aiheuttavat tulonmenetyksiä ja muutoksia lihan hinnassa, mikä vaikuttaa edelleen tuottajien kannustimiin vastustaa sikaruttoa ja sopeuttaa tuotantoa tautipurkauksen oloihin. Talousvaikutusten kannalta onkin tärkeää selvittää, miten tautipurkaus vaikuttaa koko tuotantoketjun toimintaan.

Tässä raportissa keskitytään välillisten ja välittömien taloudellisten vaikutusten selvittämiseen ja kuvataan epidemiologisen mallin rakenteita vain pääpiirteissään. Tarkastelun yhteydessä käytettävät muuttujat ja luokittelut sekä epidemiologiset simulaatioiden tulokset vastaavat erillisraportissa (Raulo & Lyytikäinen 2005) esitettyjä tuloksia, ellei toisin mainita. Sikaruton talousvaikutukset lasketaan mallintamalla tautipurkauksen hävittämisestä aiheutuvat välilliset ja välittömät menetykset sekä sikatalouden sopeutuminen vientikysynnässä ha-

vaittavaan shokkiin. Tutkimustulokset antavat tietoa lähtötilanteeseen, tartunnan leviämiseen ja taudin havaitsemiseen liittyvissä tekijöissä havaittujen muutosten vaikutuksesta tautipurkauksen aiheuttamiin menetyksiin. Tulokset antavat tietoa voimakkuudeltaan erilaisten kysyntäshokkien taloudellisista seurauksista. Tutkimuksessa ei kuitenkaan vastata siihen, miten suuri kysyntäshokki olisi. Kysyntäshokin voimakkuus ei välttämättä riipu tartuntatilojen lukumäärästä.

Tautipurkauksen aiheuttamia menetyksiä tarkastellaan tuotantoketjulle ja viranomaisille kohdistuvina kokonaiskustannuksina. Yhteiskunnan kokonaishyvinvoinnin muutoksia ei kuitenkaan tarkastella (vrt. Mangen 2002, Schoenbaum & Disney 2003). Kirjallisuusosassa (Luku 2) käsitellään klassiseen sikaruttoon liittyviä taloustutkimuksia ja osittain myös muilla eläintaudeilla tehtyjä tutkimuksia. Tutkimuksia on tehty tuotantorakenteeltaan erilaisissa maissa. Siksi tulee ottaa huomioon se, että menetyksiin vaikuttavat esimerkiksi tarkasteltavan tautialueen sikatiheys (sika/km<sup>2</sup>) ja sikataloustuotteiden viennin merkitys kansantaloudessa.

Viranomaisten ja sikatilojen toiminta alueella, jolla havaitaan klassista sikaruttoa, on tarkkaan säädelyä. Tästä huolimatta tiloilla on mahdollisuuksia sopeutua tautishokkiin. Tässä tutkimuksessa onkin painotettu tuotantoketjun mahdollisuuksia sopeutua tautishokkiin esimerkiksi emakoiden siemennysmääriä ohjaamalla. Eläinkannan palautuminen nopeasti tautipurkausta edeltävälle tasolle saattaa nimittäin alentaa tautipurkauksen aiheuttamia menetyksiä. Sianlihan tuotantomäärät tautivapaana aikana ja tautipurkauksen aikana mallinnetaan ratkaisemalla sikatalouden käyttäytymistä kuvaava voitonmaksimointiongelma. Ongelma tiivistyy kysymykseen siitä, kuinka paljon emakoita tulisi siementää kullakin tarkastelujaksolla. Pitkällä aikavälillä siemennysmäärät ja tuotantomäärät ovat tuottajien vapaasti valittavissa ja tuottajat voivat sopeutua kysyntää heikentäviin shokkeihin. Lyhyellä aikavälillä tarjonta on ennalta määrättyä, sillä biologiset tekijät rajoittavat tuotannon lisäystä ja aiheuttavat sopeutumiskustannuksia. Tutkimuksessa käytetty simulaatiomalli esitellään luvussa 3 ja tutkimustulokset luvussa 4. Tutkimuksen johtopäätökset ovat luvussa 5.

## 2 Sikaruton kustannukset muissa maissa

### 2.1 Kustannustaso ja niihin vaikuttavat tekijät

Tautipurkauksen kustannusten syistä ja niiden jakautumisesta sikasektorille on esitetty vaihtelevia arvioita. Saatkamp ym. (2000) vertailivat Belgiassa ja Alankomaissa 1990-luvulla havaittujen sikaruttoepidemioiden aiheuttamia välittömiä menetyksiä. Belgiassa epidemian keskimäärin tartuntatilaa kohti aiheuttamat menetykset vaihtelivat 1,4-3,5 miljoonan euron välillä. Tästä tartuntatilojen puhdistukseen ja hallinnon organisointiin liittyvien kustannusten osuus oli 0,45-2,1 miljoonaa euroa tartuntatilaa kohti.

Saatkamin ym. (2000) mukaan korkean sikatiheyden alueilla noin 45 % sikaruttoepidemian välittömistä kustannuksista liittyy tiloille annettaviin rajoittaviin määräyksiin. Mangenin ja Burrellin (2003) mukaan eläinsuojelutoimenpiteet, kuten eläinten lopetus tilanahtauden vuoksi suoja- ja valvontavyöhykkeillä sijaitsevilla sikatiloilla, aiheuttivat korkean eläintiheyden alueilla havaituissa epidemioissa 75-80 % verovaroista korvattavista kustannuksista. Sikojen ennaltaehkäisevästä lopetuksesta aiheutuneet kustannukset olivat toiseksi suurin välitön menoerä. Eläinten lopetuksen ja tartuntatilojen puhdistuksen kustannukset olivat Mangenin ja Burrellin (2003) mukaan vain 1-2 % verovaroista korvatuista kustannuksista.

Meuwissen (2000, s. 71) laski, että noin 25 % Alankomaiden vuosien 1997-1998 sikaruttoepidemian aiheuttamista kokonaismenetyksistä kohdistui sikatalouteen liittyvään teollisuuteen. Lukuun sisältyvät muun muassa teurastamoteollisuuden ja eläinjalostuksen menetykset, molemmat noin 10 % kokonaismenetyksistä, ja rehuteollisuuden menetykset (4 %). Alkutuotannon osuus kokonaismenetyksistä oli noin 28 %, Alankomaiden valtion osuus 10 % ja Euroopan unionin osuus 37 %. Euroopan unioni voi korvata 50 % taudin hävittämisen välittömistä kustannuksista. Korvausosuus voi olla tätä alhaisempi esimerkiksi silloin, kun korvausten maksamisessa on epäselvyyksiä. Korvaus voi erikseen päätettäessä olla myös yli 50 % (Euroopan neuvosto 1990). Tätä mahdollisuutta ei ole käytetty viime vuosina.

Epidemian laajuus vaikuttaa menetyksiin, sillä esimerkiksi teurastamoiden ja lihanjalostusteollisuuden raaka-aineen saanti voi vaikeutua tartunnan saaneiden tilojen määrän noustessa, mikä lisää menetyksiä. Mangen ym. (2001) tutkivat stokastisella simulaatiomallilla klassisen sikaruton leviämistä ja sen aiheuttamia taloudellisia menetyksiä Alankomaissa tausta-aineistonaan vuosien 1997-1998 sikaruttoepidemia. He laskivat menetyksen vaihtelevan 3,9-6,7 miljoonan euron välillä tartunnan saanutta tilaa kohti (No vaccination scenario) 95 %:ssa simulaatioista. Kustannukset olivat 1,6-2,8 miljoonaa euroa, kun laskelman ulkopuolelle jätettiin kustannukset, jotka aiheutuivat sikojen lopetuksesta eläinsuojelullisista syistä tai viruksen leviämisen ennaltaehkäisemiseksi. Raportoi-

duissa simulaatioissa tartunnan saaneita tiloja oli vähintään 69 kappaletta, joten kokonaismenetykset olivat keskimäärin yli 465 miljoonaa euroa. Menetykset tartunnan saanutta tilaa kohti laskivat tilojen lukumäärän kasvaessa, joten pienissä epidemioissa tartuntatilaa kohti laskettu menetyks oli keskimäärin suurin. Edellä mainitut menetykset ovat suurempia kuin esimerkiksi Englantilaisessa riskinarviossa (Defra 2003) esitetty karkea laskelma, jonka mukaan 13 tartuntatilaa käsittävä epidemia aiheuttaa veronmaksajille ja rajoitusalueilla tuottaville tuottajille yhteensä noin 3 miljoonan euron menetykset.

Tartuntatilojen lukumäärän ja ennaltaehkäisevien toimenpiteiden kustannustehokkuuden tiedetään kasvavan rajoitusalueen sikalatiheyden noustessa (Mangen 2002, Stegeman ym. 2002). Klassisen sikaruton aiheuttamia taloudellisia menetyksiä onkin tutkittu erityisesti maissa, joiden sikatiheyttä (sikoja/km<sup>2</sup>) pidetään korkeana tai joissa sianlihan tai sikojen viennin osuus tuotannosta on suuri. Meuwissenin ym. (1999)<sup>2</sup> mukaan vuosien 1997-1998 laaja sikaruttoepidemia (429 tartunnan saanutta tilaa) aiheutti Alankomaissa noin 5,3 miljoonan euron menetykset tartuntatilaa kohti. Sikojen lopetus eläinsuojelullisista tai viruksen leviämisen ennaltaehkäisyyn liittyvistä syistä, eläinkuljetusten hankaloituminen ja sikojen siemennyksen kieltäminen aiheuttivat tästä noin 2 miljoonaa euroa. Sikalatiheyden ohella menetyksiin vaikuttaa myös tilalla olevien sikojen määrä, joka on Alankomaissa keskimäärin noin 3,5 kertaa suurempi kuin Suomessa (Eurostat 2004).

Mangen ym. (2002) tutkivat tartuntatilan alueen sikatiheyden, taudinhallintakeinojen ja epidemian aiheuttamien menetyksien välistä yhteyttä. Tutkimuksessa simulaatiot jaettiin sen mukaan sijaisiko tautipurkauksen lähtöpiste alhaisen eläintiheyden alueella vai korkean eläintiheyden alueella<sup>3</sup>. Alkutuotanto hyötyi alhaisen eläintiheyden alueella havaitusta tautipurkauksesta, mikäli elävien sikojen ja lihan vienti ulkomaille muilta kuin rajoitusalueilta jatkui normaalisti. Tulos johtui siitä, että tartuntatiloille korvattiin eläinten arvo ja tartunnan saaneiden eläinten poistuminen sikamarkkinoilta nosti lihan ja porsaiden hintoja, mikä hyödytti korkean eläintiheyden alueiden tuottajia. Samalla kuluttajat menettivät taloudellista hyvinvointia.

Mangenin ym. (2002) mukaan alhaisen eläintiheyden alueelta alkaneen tautipurkauksen vaikutus koko yhteiskunnan hyvinvointiin oli keskimäärin alle 10 miljoonaa euroa ja taudinhävitystoimenpiteet aiheuttivat veronmaksajille noin miljoonan euron menetykset (noin 0,2 milj. euroa/tartuntatila). Sen sijaan tilamäärältään suurissa alhaisen eläintiheyden alueilla alkaneissa tautipurkauksissa (24 tartuntatilaa) verovaroista korvattavat menetykset nousivat noin 14 miljoonaa euroon. Markkinareaktioiden ja EU:lta saatavien korvausten vuoksi koko

---

<sup>2</sup> Dollarimääräiset tulokset on muunnettu euroiksi vuoden 1997 keskipäivällä 1 USD = 0.8736 € (Tilastokeskus 2001, s. 176) ja deflatoitu kuluttajahintaindeksillä Suomen vuoden 2004 hintatasoon.

<sup>3</sup> Alhaisen eläintiheyden alueella oli enintään 300 sikaa/km<sup>2</sup>. Alle 15 % Suomen sikatiloista sijaitsee alueilla, joilla 3 km säteellä tilasta on vähintään 300 sikaa/km<sup>2</sup>.



kansantalouden hyvinvointi lisääntyi. Sen sijaan sikaruttotautipurkaus, joka esti elävien eläinten viennin myös tartunnasta vapailta alueilta, nosti kokonaismenetykset noin 100 miljoonaan euroon. Tällöin tuottajat menettivät hyvinvointia ja kuluttajat hyötyivät sikamarkkinoiden häiriöistä.

Garner ym. (2001) tutkivat kolmen Australiassa esiintymättömän eläintaudin (sikarutto, porcine reproductive and respiratory syndrome (prrs) ja nipah virus disease) vaikutusta maan sikatalouteen. Tutkituista taudeista suurimmat menetykset aiheutti sikarutto. Garner ym. (2001) arvioivat, että sikaruttoepidemia alentaisi tartunnan saaneiden alueiden sikatalouden tuloja (gross income) 28-37 %. Menetyksen osuus tuloista oli suurempi Northern Victorian alueella kuin Darling Downsin alueella, jossa sikatilat olivat eläinmäärältään pienempiä ja sikatiheys (sikaa/km<sup>2</sup>) oli alhaisempi kuin Northern Victoriassa. Rahassa mitattuna alueiden väliset erot menetyksissä olivat pieniä. Sikaruttoepidemian arvioitiin alentavan Australian koko sikatalouden vuotuisia tuloja noin 9 %. Kun sikarutto jäi endeemiseksi taudiksi Australiaan, sikatalouden vuositulot laskivat 11 %. Sikaruton aiheuttaman riskin suuruuden perusteella Garner ym. (2001) päättelivät, että viranomaisilla on perusteet ryhtyä taudin maahantulon estäviin toimenpiteisiin.

Elävien eläinten tuonti ja vienti on melko yleistä Keski-Euroopan maiden sikataloudessa ja niiden sikamarkkinat vaikuttavat sianlihan ja porsaiden hintaan Euroopassa. Manganin ja Burrellin (2003) Alankomaissa laskettujen tulosten mukaan klassisen sikaruton kaltaisten tautien aiheuttamat hyvinvointivaikutukset riippuvat siitä, miten tauti vaikuttaa sikojen ja sikaperäisten tuotteiden ulkomaankauppaan. Eturyhmittäin tarkasteltuna hyvinvointimuutokset kohdistuivat tuottajiin siten, että rajoitusvyöhykkeiden ulkopuolella tuottavat porsastuottajat voivat saavuttaa lisää hyvinvointia, mikäli vientikysyntä oli riittävä suhteessa tuotantoon. Epidemia lisäsi sianlihantuottajien hyvinvointia rajoitusvyöhykkeiden ulkopuolella. Rajoitusvyöhykkeiden sianlihantuottajat sen sijaan menettivät hyvinvointia kaikissa Manganin ja Burrellin (2003) tarkastelemissa skenaarioissa. Skenaarioissa sianlihan vienti rajoitusalueiden ulkopuolelta jatkui normaalisti, jolloin alitarjonta nosti sianlihan hintaa ja joissain tapauksissa ylitarjonta laski porsaan hintaa. Vientitilanteesta riippuen rajoitusvyöhykkeiden emakkosikalat joko menettivät hieman tai saavuttivat hieman lisää hyvinvointia. Jalostussikalat menettivät kaikissa tapauksissa muutamia kymmeniä miljoonia euroja.

Manganin ja Burrellin (2003) tulosten mukaan alkutuotanto kokonaisuudessaan hyötyi epidemiasta jopa satoja miljoonia euroja, mikäli sikojen vienti rajoitusvyöhykkeiden ulkopuolelta jatkui keskeytyksettä. Teurastamot ja lihanjalostusteollisuus puolestaan menettivät 21-47 miljoonaa euroa hyvinvointia silloin, kun vienti rajoitusvyöhykkeiden ulkopuolelta jatkui normaalisti. Samalla kuluttajat menettivät noin puolen miljardin euron arvosta hyvinvointia. Elävien eläinten viennin keskeytyessä koko maasta teurastamot ja lihanjalostusteollisuus hyötyivät tautipurkauksesta, sillä vientiin tarkoitetut eläimet jouduttiin teurastamaan

Alankomaissa. Pienissä tai lyhytkestoisissa epidemioissa ylitarjonta painoi lihan hintaa niin, että myös kuluttajat saavuttivat pienen hyvinvoinnin lisäyksen. Suurissa tautipurkauksissa sekä tuottajat että kuluttajat menettävät hyvinvointia. Koko yhteiskunnan kannalta sikarutto aiheutti kuitenkin yleensä menetyksiä.

Lihan hintavaihtelun on havaittu voivan lisääntyä tautipurkauksen havaitsemisen jälkeen (van Asseldonk ym. 2000). Lihan hinta voi aluksi laskea voimakkaasti, mikäli vientimarkkinoille tarkoitettu liha on kulutettava kotimarkkinoilla. Mikäli tautipurkaus poistaa markkinoilta huomattavan määrän sikoja, toimiala voi muutamaa kuukautta myöhemmin kärsiä porsas-, emakko- tai lihasikapulasta. Tällöin lihan ja porsaiden tuottajahinnat voivat tilapäisesti nousta. Korkea tuottajahinta lisää tuottajien kannustimia laajentaa tuotantoa, jolloin vaarana ovat myös yli-investoinnit (vrt. Agra Europe 1997). Suomen lihamarkkinat ovat vain pieni osa EU:n sikamarkkinoita, joten Suomessa havaitun tautipurkauksen vaikutus EU:n sikamarkkinoihin lienee vähäinen. Tautipurkaus kuitenkin aiheuttaa ongelmia Suomen sikamarkkinoilla, koska valtaosa Suomessa kulutettavasta sianlihasta tuotetaan Suomessa ja huomattava osa Suomen sianlihan viennistä suuntautuu EU:n ulkopuolelle. Siten vientikysynnän rajoitukset todennäköisesti kohdistuvat koko maahan helpommin kuin sellaisissa maissa, joiden vienti suuntautuu EU:n sisämarkkinoille.

## 2.2 Riskienhallinnan talous

De Vos ym. (2005) tutkivat sikaruton maahantuloriskin hallintaa Alankomaissa. Maahantuloriskiä alentavat riskienhallintakeinot liittyivät lähinnä sikojen maahantuontiin liittyvän riskin pienentämiseen. Riskienhallintakeinot sisälsivät muun muassa ulkomailta palaavien eläinkuljetusautojen bioturvallisuuden liittyviä parannuksia, autojen ja teurastuslinjan ylimääräisiä desinfektioita, eläinkuljetusreittien suunnittelua, tilalle tuotavien ja sieltä lähtevien eläinkuljetusten erottelua toisistaan sekä maahan tuotavien eläinten testausta. Eläinkuljetuksiin liittyvän maahantuloriskin hallinnalla voitiin alentaa sikaruton maahantuloriskiä. Kustannustehokkaimmaksi keinoksi todettiin näytteiden ottaminen tai kotimaisten ja ulkomaista alkuperää olevien sikojen kuljetus erillisissä kuljetusautoissa. De Vos ym. (2005) arvioivatkin riskienhallintatoimenpiteiden alentavan sikaruton maahantulon todennäköisyyttä melko paljon suhteessa niistä aiheutuviin kustannuksiin. Toisaalta he arvioivat riskienhallintatoimenpiteiden toteuttamisesta aiheutuvien kustannusten olevan korkeita suhteessa sikaruttopidemiaan aiheuttamiin menetyksiin. Tämän vuoksi de Vos ym. (2005) arvioivat, että maahantuloriskien hallinnan tehostamiselle ei ole taloudellisia perusteita, ellei riskien karttaminen ole erityisen voimakasta.

Saatkamp ym. (1997) tutkivat neljän eläinten jäljitys- ja tunnistusohjelman kustannustehokkuutta hallittaessa klassisen sikaruton riskejä epidemian aikana Belgiassa. He totesivat, että tehokas eläinten jäljitys- ja tunnistusjärjestelmä (esim. sähköinen eläintunnistietokanta) alensi merkittävästi tautipurkauksessa

tartunnan saaneiden tilojen määrää ja tautipurkauksesta aiheutuvia menetyksiä. Belgiassa 1990-luvun puolivälissä käytetyn jäljitysjärjestelmän tehostaminen havaittiin taloudellisesti kannattavaksi. Saatkamp ym. (1997) kuitenkin toteavat, että eläinten jäljitys ja tunnistusjärjestelmän kustannustehokkuus riippuu sen ylläpitokustannuksista tautivapaana aikana, taudinaiheuttajan maahantulon todennäköisyydestä, järjestelmän vaikutuksesta epidemian kokoon sekä sikatalouden rakenteesta rajoitusalueilla. Siten esimerkiksi korkeita ylläpitokustannuksia aiheuttava järjestelmä ei ole kustannustehokas. Myös Mangen ym. (2003a) toteavat, että korkean riskin jakson lyhentäminen on taloudellisesti järkevää vain, mikäli lyhentämiseen tarvittavan havaintojärjestelmän ylläpitokustannus on riittävän alhainen suhteessa tautipurkauksen aiheuttamiin menetyksiin.

Klinkenberg ym. (2005) tutkivat klassisen sikaruton valvontaohjelmia, joilla tavoitellaan taudinesiiintymän varhaista havaitsemista, ja niiden vaikutusta tautipurkauksen aiheuttamiin välittömiin menetyksiin Alankomaissa. Vuonna 2003 Alankomaissa käytettiin neljää tautihavaintoon johtavaa valvontaohjelmaa. Ensimmäisessä ohjelmassa sikaruttoanalyysiin voitiin päätyä, kun tuottaja ottaa sioissa esiintyvien sikaruton kliinisten oireiden vuoksi yhteyttä eläinlääkäriin. Toisessa ja kolmannessa ohjelmassa eläinlääkäri lähetti tilalla havaitsemansa sikojen kuolleisuuden perusteella sian patologiseen tutkimukseen sekä siasta otettuja elinnäytteitä virologiseen tutkimukseen. Neljännessä ohjelmassa eläinlääkäri voi havaita joka neljäs viikko tilan sioille suoritettun kliinisen tarkastuksen yhteydessä sikaruttodiagnoosiin johtavia oireita. Klinkenberg ym. (2005) havaitsivat käytössä olleiden valvontaohjelmien estävän yli 20 tartuntatilan epidemiat noin 95 %:n todennäköisyydellä. He arvioivat, että nykyisin käytössä olevasta ja eniten kustannuksia (12,5 miljoonaa euroa/v) aiheuttavasta neljän viikon välein tapahtuvasta tilatarkastuksesta voitaisiin luopua. Ilman tilatarkastustakin valvonta esti yli 20 tartuntatilan epidemiat noin 95 %:n todennäköisyydellä. Valvonta esti yli 10 tartuntatilan epidemiat noin 95 %:n todennäköisyydellä, kun edellä mainittujen ohjelmien lisäksi käynnistettiin leukosyyttinäytteiden analysointiin keskittyvä ohjelma. Leukosyyttiohjelman kustannustehokkuus jäi tutkimuksessa epäselväksi, sillä sen odotettiin lisäävän virhepositiivisten näytteiden määrää. Lisäksi arviot taudinaiheuttajan maahantulon todennäköisyydestä vaihtelivat.

Eläintautien leviämisen ennaltaehkäisyyn liittyvät päätökset aiheuttavat usein peruuttamattomia kustannuksia. Tautipurkauksen aikana peruuttamattomia kustannuksia syntyy esimerkiksi silloin, kun tartunnasta vapaalle tilalle kohdistuvat rajoitukset viivästyttävät tilan emakkojen siemennyksiä. Tällöin tyhjöpäivien määrä emakkopaikkaa kohti lisääntyy, eikä rajoitusten aiheuttamia kustannuksia voida enää takautuvasti peruuttaa. Määräysten poistaminen voi kuitenkin estää lisämenetysten syntymisen. Peruuttamattomien menetysten vastineeksi tartunnan leviäminen rajoitusten alaiselta tilalta estyy niissä tapauksissa, joissa tila on saanut tartunnan. Useissa tutkimuksissa onkin kiinnitetty huomiota tartunnan leviämisen ehkäisyyn epidemian aikana.

Mangen ym. (2003b) tutkivat emakkojen siemennysten rajoittamisen, tiineiden emakkojen abortin ja pikkuporsaiden ennaltaehkäisevän lopetuksen vaikutusta sikaruttoepidemian aiheuttamiin menetyksiin Alankomaissa. He havaitsivat näiden toimenpiteiden lisäävän tautipurkauksen aiheuttamia menetyksiä. Mikäli toimenpiteitä kuitenkin käytettäisiin, niitä tulisi käyttää vain erittäin suurissa tautipurkauksissa ja niitä tulisi soveltaa jo ensimmäisestä tautihavainnosta alkaen. Mangen ym. (2003b) päättelivätkin, että näiden kolmen toimenpiteen käytölle ei ollut taloudellisia perusteita. Sen sijaan toimenpiteitä voidaan käyttää esimerkiksi ratkaistaessa eläinten hyvinvointiongelmia tautipurkauksen aikana.

Rokottaminen sikaruttoa vastaan on eräs keino estää tartunnan leviäminen sikoihin. Rokote tarjoaa sioille immuniteetin virusta vastaan. Tämän vuoksi rokottaminen voi alentaa viruksen leviämiseen tartunnasta vapaille tiloille liittyvää riskiä. Rokottaminen ei kuitenkaan varmuudella estä leviämistä. EU:n nykyinen lainsäädäntö sallii rokottamisen klassista sikaruttoa vastaan vain niin sanotuilla markkerirokotteilla tai hätärokotuksena, mikäli tauti uhkaa levitä hallitsemattomasti. Rokottaminen ja siihen liittyvä rokottamattomuusstatuksen menetys aiheuttavat peruuttamattomia kustannuksia. Rokottamatta jättäminen ei aiheuta peruuttamattomia kustannuksia. Se voi kuitenkin altistaa tartunnasta vapaat tilat menetyksille, joita syntyy viruksen levitessä niillä pidettyihin eläimiin.

Mahul ja Golin (1999) tarkastelivat peruuttamattomia riskinhallintapäätöksiä tilanteessa, jossa harkitaan rokotusta suu- ja sorkkatautia vastaan. Tarkastelussaan he käyttivät niin sanottua SIR-mallia ja reaalioptioita. Tutkimuksen periaatteelliset tulokset voidaan yleistää koskemaan myös sikaruttoa. Mahul ja Golin (1999) havaitsivat, että rokottamispäätöksen tekoa kannattaa lykätä silloin, kun taudin leviäminen on epätodennäköistä. Toisin sanoen, rokotuksen aiheuttama kustannus ylittää sillä saatavat hyödyt, mikäli viruksen leviäminen on epätodennäköistä. Tulos johtuu siitä, että päätöksentekijä välttää rokotuskustannuksen ja ottaa alhaisella todennäköisyydellä toteutuvan viruksen leviämisen aiheuttaman riskin lykätessään rokotuspäätöstä siihen asti, että kaikki tartunnan saaneet tilat on löydetty.

Mangen ym. (2002) havaitsivat, että alhaisen sikatiheyden alueella sikaruttodirektiivissä vaaditut vähimmäistoimenpiteet olivat kustannustehokkaita verrattuna lisätoimenpiteisiin. Lisätoimenpiteitä olivat tartuntatilan lähistöllä sijaitsevien sikojen hätärokotukset ja sikojen ennaltaehkäisevä lopetus tartuntatilan lähistöllä. Toimenpiteiden välinen kustannusvaihtelu oli melko pientä riippumatta siitä, miten kauppakumppanit reagoivat rokotuksiin. Sen sijaan korkean eläintiheyden alueilla lisätoimenpiteet yleensä alensivat menetyksiä. Mangen ym. (2002) päättelivät, että taudinhävitystoimenpiteet tulisi tarkentaa rajoitusalueen eläintiheyden mukaan. Kauppakumppanien reaktiot sikojen rokottamiseen sikaruton varalta vaikuttivat kuitenkin voimakkaasti sekä epidemian aiheuttamiin menetyksiin että rokotusten kustannustehokkuuteen. Rokottaminen oli kustannustehokkain taudinvastustustapa vain korkean eläintiheyden alueilla

ja vain mikäli se ei vaikuttanut elävien eläinten vientiin. Mangen ym. (2002) päättelivät, että riskiä karttavan päätöksentekijän on järkevää jatkaa rokotusten sijasta ennaltaehkäisevien lopetusten politiikkaa myös eläintiheillä alueilla, mikäli kauppareaktiot ovat mahdollisia. Merkille pantavaa on myös se, että eläintiheydestä riippumatta tuottajien kannalta taloudellisin toimintavaihtoehto oli pääsääntöisesti erilainen kuin koko yhteiskunnan kannalta taloudellisin vaihtoehto.

Mangen ym. (2001) tarkastelivat hätärokotuksen ja kauppapolitiikan vaikutusta sikaruttotautipurkauksen aiheuttamiin menetyksiin. Tartunnan saaneiden tilojen määrä laski hieman, kun tartunnan saaneiden tilojen lähellä sijaitsevien tilojen siat rokotettiin. Rokottaminen alensi myös tautipurkauksen aiheuttamia menetyksiä, mikäli rokotetut siat voitiin markkinoida EU:n sisämarkkinoille. Erityisesti tilamäärältään pienissä tautipurkauksissa menetykset havaittua tartuntatilaa kohti olivat alhaisemmat skenaariossa, jossa sikoja hätärokotettiin kuin skenaariossa jossa sikoja ei hätärokotettu. Jos rokotettujen eläinten liha hävitettiin, rokottaminen lisäsi tautipurkauksen aiheuttamia kokonaismenetyksiä tilamäärältään pienissä tautipurkauksissa. Keskikokoisissa ja isoissa epidemioidissa rokottaminen vähensi menetyksiä. Rokottaminen kuitenkin lisäsi havaittua tartuntatilaa kohti laskettuja menetyksiä. Epidemian aikana tapahtuva sikojen rokottaminen sellaisia helposti leviäviä eläintauteja vastaan, joilla on merkittäviä taloudellisia vaikutuksia voikin alentaa menetyksiä vain, mikäli tartuntatilojen lukumäärä nousee suureksi ilman rokotusta. Alhaisen eläintiheyden alueilla tämä edellytys ei yleensä toteudu.

Eräs keino minimoida tautipurkauksen aiheuttamat menetykset on varautua niiden kustannuspaineeseen jo tautivapaana aikana. Meuwissen ym (2003) tutkivat rahoitusinstrumenttien tehokkuutta afrikkalaisen ja klassisen sikaruton, suu- ja sorkkataudin ja sian vesikulaaritaudin aiheuttamien vahinkojen rahoituksessa. Välittömien menetysten osalta he tarkastelivat kolmea rahoitusinstrumenttia, joiden välityksellä tuottajat osallistuivat tautivahinkojen rahoitukseen. Instrumentit olivat viranomaisten hallinnoima rahasto, tuottajien hallinnoima pankkitakausjärjestelmä ja kaupallinen vakuutus. Meuwissen ym. (2003) totesivat edullisimmaksi järjestelyksi pankkitakausjärjestelmän, joka hyödynsi olemassa olevia järjestelmiä ja jossa vahingot rahoitettiin ennen vahinkoa ja sen jälkeen kerättävillä talletusmaksuilla. Rahaston haittapuolena oli se, että huomattava osa maksuista rahoitettiin pankkilainalla. Tällöin rahaston ottaman lainan maksut rasittivat tilojen taloutta vahingon tapahtumisen jälkeen. Kallein rahoitusvaihtoehto oli viranomaisten hallinnoima rahasto. Sen vuosimaksut olivat suuria ja rahoitushyöty menetettiin, mikäli vahinkoa ei tapahtunut.

Meuwissen ym. (2003) tutkivat myös kahta tuottajille vapaaehtoista rahoitusvaihtoehtoa, joilla rahoitettiin välillisiä menetyksiä. Näiden vaihtoehtojen ongelmana pidettiin vapaaehtoisuutta. Ihmisten nimittain tiedetään varautuvan puutteellisesti alhaisilla todennäköisyyksillä esiintyviin, suuria vahinkoja ai-

heuttaviin riskeihin (ks. esim. Kunreuther & Pauly 2004). Siksi tuottajien kiinnostus välillisten menetysten rahoittamiseen saattaa olla tautivapaana aikana vähäinen. Riskien estämiseen ja vakuutuksen hintaan liittyvät kannustimet vaikuttavatkin rahoitusinstrumenttien tehokkuuteen.

Meuwissenin ym. (2003) mukaan korvauksen maksamisen edellytyksenä tulisi olla, että tilalla on riittävä tautisuojaus. Tuottajien ei myöskään pitäisi kärsiä vahingosta, jonka syntymiseen he eivät voi vaikuttaa. Toisaalta tuottajat eivät saisi hyötyä vahingosta, jonka syntymistä he voivat edistää. Tutkimuksissa on myös havaittu viitteitä siitä, että tartunnan saaneista eläimistä maksettujen korvausten (Kuchler ja Hamm 2000) tai tautipaineen kasvaessa tuottajille voi syntyä kannustin muuttaa käyttäytymistään. Esimerkiksi sianlihan tuottaja voi minimoida kokemansa taloudellisen menetyksen riskin aikaistamalla lihasikojen teurastusta (vrt. Niemi ym. 2004, Toft ym. 2005). Tällainen toiminta voi perustua joko todelliseen tai uskottuun (mahdollisesti virheelliseen) menetysten riskiin. Käyttäytymisen muutos lisää tartunnan leviämisen riskiä, sillä teuraaksi myydyt siat voivat kantaa tartuntaa ilman näkyviä oireita. Edellä kuvattu tilanne voisi syntyä esimerkiksi silloin, kun maassa ei tiedetä olevan sikaruttoa ja sikalassa pidettyjen sikojen kasvu on heikkoa. Tilanne voisi syntyä myös silloin, kun maassa on havaittu sikaruttoa ja rajoitusvyöhykkeiden ulkopuolella toimiva tuottaja ei tiedä tilallaan olevan sikaruttoa, mutta epäilee teurastuksen häiriintyvän lähiaikoina.

## 2.3 Riskiasenteet ja kulutustottumukset

Riski<sup>4</sup> on kustannus, joka tulisi ottaa huomioon päätöksenteossa. Päätöksentekijän suhtautuminen riskeihin vaikuttaa siihen, miten paljon tautiriski vaikuttaa hänen hyvinvointiinsa. Ihmisten tiedetään yleensä karttavan vahinkoriskejä. Riskien karttaminen tarkoittaa sitä, että päätöksentekijän hyötyfunktio on konkaavi (Mas-Colell ym. 1995, s. 183-194). Tuottajan kannalta konkaavi hyötyfunktio tarkoittaa sitä, että eläintautitapauksen tuottajalle aiheuttama hyödyn menetys kasvaa menetyksen kasvaessa. Esimerkiksi 20 000 euron menetys on riskinkarttajalle hyvinvointivaikutukseltaan enemmän kuin kaksinkertainen 10 000 euron menetykseen verrattuna. Riskinkarttajalle tilamäärältään suuren tautipurkauksen aiheuttama hyvinvointimenetys onkin suhteellisesti mitaten suurempi kuin pienen tautipurkauksen aiheuttama hyvinvointimenetys. Esimerkiksi sporadinen tautipurkaus aiheuttaa häiriön tuotantoketjun toiminnassa. Laajamittainen epidemia voi sen sijaan lamaannuttaa koko tuotantoketjun toiminnan. Siten laajamittaisen epidemian ennaltaehkäisyyn kannattaa panostaa sen todennäköisyydellä painotettua menetystä enemmän.

---

<sup>4</sup> Riskillä tarkoitetaan vahinkotapahtuman esiintymisen todennäköisyyden ja toteutuneen vahinkotapahtuman aiheuttamien menetysten yhteisvaikutusta.

Riskien karttamisen vuoksi päätöksentekijä haluaa välttää tilanteita, joissa yksittäisille tuottajille aiheutuu suuria menetyksiä. Silti menetysten kokonaismäärä kertoo todennäköisyys voi olla samaa luokkaa kuin tilanteissa, joissa menetykset jakautuvat tuottajien kesken tasaisesti ja joita ei vältetä yhtä voimakkaasti. Ääri-esimerkki riskien karttamisesta on niin sanottu safety first-periaate. Sen mukaan riskien välttäminen on muita riskihallintaan liittyviä näkökohtia tärkeämpää (Robinson & Barry 1987). Safety first-periaatetta noudatetaan esimerkiksi silloin, kun markkinoilta vedetään pois elintarvikkeita niissä mahdollisesti olevan taudinaiheuttajan hävittämiseksi.

Eläintautien leviäminen taudista vapaalle alueelle voi vaikuttaa elintarvikkeiden kulutustottumuksiin (kuluttajien preferensseihin). Kulutustottumusten muutoksella tarkoitetaan sitä, että tautitapauksen havaitsemisen jälkeen lihan hinnan ja kulutetun lihamäärän välinen yhteys muuttuu niin, että kuluttajat ovat tietyllä hinnalla valmiita kuluttamaan aikaisempaa pienemmän määrän lihaa. Kulutustottumusten muutoksista on viitteitä erityisesti sellaisten kohua herättäneiden eläintautien osalta, jotka aiheuttavat vaaraa ihmisten terveydelle (mm. Verbeke & Ward 2001, Jin & Koo 2003). Tällöin lihan hintataso laskee, mikäli tuotantomäärä ei muutu kulutustottumusten mukana. Kuluttajat voivat myös olla valmiita maksamaan lisähintaa siitä tiedosta, että heidän kuluttamansa elintarvikkeet ovat turvallisia (Latvala & Kola 2000)

Tutkimuksissa ei ole havaittu viitteitä siitä, että klassisen sikaruton tautipurkaus olisi vaikuttanut merkittävästi länsimaisiin kulutustottumuksiin (Mangen & Burrell 2002). Tulos on perusteltu, sillä sikaruton ei tiedetä vaarantavan ihmisten terveyttä. Onkin todennäköistä, että vain sikaruttotautipurkauksen aiheuttama tarjontashokki ja tuontirajoitusten aiheuttama yli- tai alitarjonta ja niihin liittyvät lihan hintamuutokset aiheuttavat muutoksia lihan kulutuksessa. Tällaisia tautipurkauksen vaikutuksia toimialaan voidaan tutkia hyvinvointianalyysin keinoin tarkastelemalla kysyntä- ja tarjontayhtälöitä (ks. esim. Berentsen ym. 1992, Ebel ym 1992, Andersson ym. 1997, Buijtsels & Burrell 2001). Tautitapaukseen liittyvän riskiviestinnän epäonnistuessa tai ollessa negatiivista muutokset kulutustottumuksissa voivat kuitenkin lisääntyä (Verbeke & Ward 2001, Anthony 2004). Lisäksi on syytä muistaa, että eläintaudin vaikutusten tärkeys vaihtelee ihmisten mukaan. Esimerkiksi rajoittavien määräysten aiheuttama eläinten hyvinvoinnin heikentyminen, virkistysalueiden käytön estyminen tai biodiversiteetin muutokset saattavat olla joillekin ihmisille erittäin tärkeitä valintakriteerejä (Kuhlman ym. 2002).

## 3 Tutkimusaineisto ja menetelmät

### 3.1 Viruksen leviäminen, havaitseminen ja maasta hävittäminen

Sikaruttoepidemian kulku Suomessa mallinnettiin spatiaalisella Monte Carlo-simulaatiomallilla, jonka lähtökohtana on Belgiassa ja Alankomaissa 1990-luvulla ja 2000 epidemioita aiheuttaneiden viruskantojen kaltainen sairaus. Epidemiologista mallinnusta, mallia ja sillä tuotettuja tuloksia on käsitelty yksityiskohdaisemmin Raulon ja Lyytikäisen (2005) raportissa. Simulaatiomalli jäljittelee tautipurkauksen tapahtumia, joita ovat tartunnan leviämiseen, tartunnan havaitsemiseen ja viruksen hävittämiseen johtavat tapahtumaketjut. Simulaatiotulosten perusteella arvioidaan näiden taloudelliset vaikutukset. Menetelmän avulla voidaan ottaa huomioon epävarmuuden vaikutus tautipurkauksen kulkuun. Siksi lopputulos ja siihen johtavat tapahtumaketjut voivat vaihdella jäljityskertojen välillä.

Epidemiologisen simulaatiomallin lähtökohtana on, että jokin Suomessa sijaitseva tuotantoa harjoittava sikatila on saanut sikaruttotartunnan. Leviäminen on mallinnettu tältä tilalta lähtöisin tilan toimintaan liittyvien tapahtumien avulla. Tartunnan leviäminen riippuu tilakohtaisista, taudinaiheuttajaan ja taudinhallintaan liittyvistä tekijöistä. Esimerkkinä tilakohtaisista tekijöistä ovat muun muassa tilan kontaktirakenne, tuotantosuunta ja sijainti muihin sikatiloihin nähden. Taudinaiheuttajaan liittyvä tekijä määrää muun muassa sen, saako tila tartunnan vastaanottaessaan eläimiä tartunnan jo saaneelta tilalta. Taudinhallintaan liittyvä tekijä määrää muun muassa saastuneen tilan puhdistamiseen kuluvan ajan.

Simulaatiossa klassinen sikaruttovirus voi levitä tartunnan saaneelta sikatilalta toisille sikatiloille virusta kantavan kontaktin välityksellä. Kontakteja muodostuu tilalta toimitettujen sikojen, tilalla käyvän eläinkuljetusauton tai sikatalouden ammattilaisen tai muun henkilön käynnin surauksena. Lisäksi kontakteja muodostuu lähitilojen välille korkeintaan yhden kilometrin säteellä.

Eläinkuljetukset tilojen välillä perustuvat sikojen siirtorekisterien tietoihin, myös eläinkuljetusautojen käyntipäivämäärät perustuvat näihin rekistereihin. Tilojen sijaintitiedot ja niiden eläinlukumäärät perustuvat sikarekisteriin. Henkilökontaktien tiedot on kerätty sikatiloille suunnatulla kyselyllä, jonka tuloksista on arvioitu miten usein ja minkä tyyppisillä sikatiloilla muun muassa neuvojat, eläinlääkärit ja seminologit käyvät.

Viruksen siirtyminen tilalta toiselle kontaktin välityksellä riippuu kontaktityypillä ominaisesta tarttumistodennäköisyydestä. Kontaktien tarttumistodennäköisyydet perustuvat todellisesta epidemiasta arvioituihin tartunnan todennäköisyyksiin (Stegeman ym. 2002). Tarttumistodennäköisyyden avulla lopulta määritetään leviääkö virus kontaktin mukana tilalta toiselle.



Klassinen sikarutto voi levittä maassa vapaasti aina ensimmäiseen sikaruttotartunnan havaintoon asti. Sikaruton havaitsemiseen mallissa johtavat useat tapahtumaketjut. Mallissa tartuntatila voidaan havaita kliinisten oireiden perusteella, seurantaohjelman tai teurastamon kautta sekä tartuntatilaan yhdistetyn kontaktitilan tai suoja- tai valvontavyöhyketilan tarkastuksen yhteydessä. Kliinisten oireiden perusteella havaitseminen voi johtaa ääritapauksissa joko suoraan tautiepäilyyn tai pitkään tapahtumaketjuun, joka päättyy EELAan lähetettyjen näytteiden tutkimiseen sikaruton varalta ja siitä seuraavaan tautihavaintoon.

Taudin hävittämiseen ja sen leviämisen estämiseen tähtäävät hallintotoimet käynnistyvät sen jälkeen, kun maassa todetaan olevan sikaruttoa. Näitä toimenpiteitä ovat muun muassa tartunnan saaneella tilalla pidettyjen sikojen hävittäminen, tilan desinfektio, tartunnan saaneen tilan kanssa kontaktissa olleiden tilojen jäljittäminen ja suoja- ja valvontavyöhykkeiden perustaminen tartunnan saaneen tilan ympärille. Hävittämiseen ja leviämisen estämiseen liittyvät toimenpiteet vähentävät viruksen leviämistä ja nopeuttavat muiden tartunnan saaneiden tilojen havaitsemista. Toimenpiteet voivat myös hieman lisätä viruksen leviämistä, sillä esimerkiksi kontaktitilojen jäljitys lisää toistaiseksi tunnistamattomilla tartuntatiloilla käyvien henkilöiden määrää. Siten viruksen leviämiseen ja taudin havaitsemiseen liittyvät tapahtumaketjut ja todennäköisyydet muuttuvat maan ensimmäisen tartuntatilan havaitsemisen jälkeen.

Tässä raportissa esitetyt sikaruttotautipurkauksen taloudelliset vaikutukset perustuvat 9893 simuloituun toistoon. Jokainen toisto kuvaa yhden mahdollisuuden sille, miten tautipurkaus voisi kulkea Suomessa.

## 3.2 Taudinhävityksen välittömät kustannukset

Tautipurkauksen aiheuttamat välittömät menetykset liittyvät muun muassa tartuntatiloilla olevien eläinten hävittämiseen, mahdollisesti havaitsemattomien tartuntatilojen etsimiseen ja tartunnan leviämisen estämiseen. Näiden toimenpiteiden ja tapahtumien aiheuttamat kustannukset korvataan pääsääntöisesti valtion varoista. Kustannuslaskennassa välittömät kustannukset lasketaan arvioimalla tartuntatiloille ja muille tautipurkaukseen osallisille tiloille tilakohtainen toimenpidekustannus, joka koostuu kiinteästä aloitusmaksusta ja tilan eläinmäärän mukaisesta muuttuvasta kustannuksesta.

Laskelmien tiedot perustuvat asetukseen klassisen sikaruton vastustamisesta (MMM 2002) ja Maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston eläinlääkäreille laatimiin toimintaohjeisiin (MMM 2003) sekä Euroopan neuvoston (2001) sikaruttodirektiiviin. Apuna on käytetty myös Alankomaiden, Belgian ja Luxemburgin tautipurkauksista saatuja tietoja<sup>5</sup>. Välittömät kustannukset ovat ohjeellisia kustannuksia, ja niihin sisältyvä epävarmuus ilmenee

---

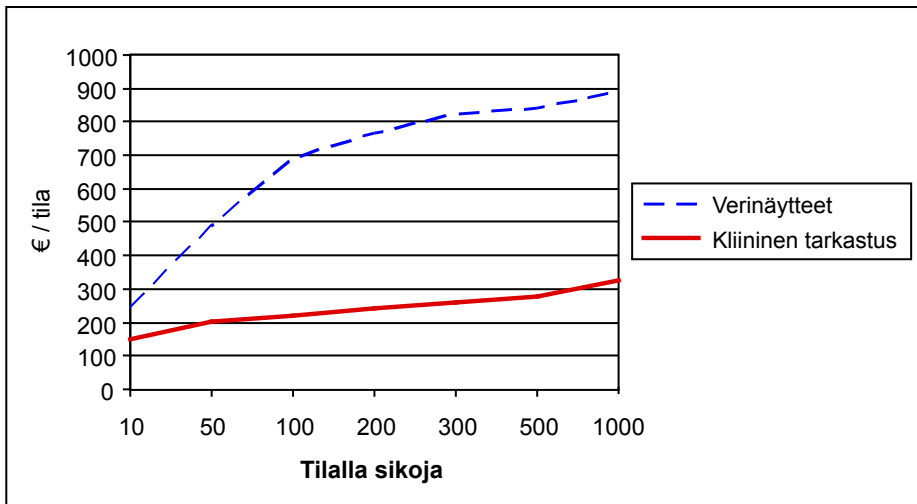
<sup>5</sup> Dr. Arthur Besch, Luxembourg Veterinary Services, muistio 13.1.2004, Mangenin (2002) taustamateriaali, Meuwissen ym. (1999), Saatkamp ym. (2000)

kustannusten vaihteluna. Liitteessä 1 on lisätietoja kustannusten kertymästä tilakoon mukaan. Arvioiden taustalla on arvio kunkin toimenpiteen työ- ja materiaalimenekistä sekä näiden yksikkökustannuksista.

*Tilan tarkastus ja näytteiden otto*

Tilan tarkastuksesta aiheutuva kustannus (Kuva 1) sisältää näytteenoton työ- kustannukset ja muun muassa perustarvikkeista ja suojarusteista aiheutuvia materiaalikuluja. Tarkastettavien eläinten määrät on esitetty toimintaohjeissa (MMM 2003). Tilalla olevista sioissa otetaan veri- ja elinnäytteitä ja niille suoritetaan kliininen tarkastus silloin, kun tilalla epäillään sikaruttoa. Kustannuslaskennan perusskenaariossa kontaktitiloiksi epäiltyjen tilojen siat ja suojaväyhykkeellä sijaitsevien tilojen siat tutkitaan. Lisäksi sioista otetaan ensimmäisen tarkastuksen yhteydessä verinäytteet, jos kontaktin mahdollisuutta ei voida sulkea pois tarkastuksen tehtyjen havaintojen perusteella. Näytemäärien laskemiseksi sikala jaetaan osastoihin käyttäen sikatilaräkisterin eläinmäärätietoja ja maatalaraken- tamisen ohjeista (MMM 2001) ja rakennussuunnittelijoilta saatuja tietoja.

Laskelmissa käytetty taudin hävittämiseen osallistuvien eläinlääkäreiden työn vaihtoehtoiskustannus (sis. palkan sivukulut) perustuu eläinlääkärien toimitus- palkkioista annettuun asetukseen (VNa 2001). Muiden ammattiryhmien työ- kustannus perustuu ammattiryhmäkohtaisiin palkkatilastoihin (Tilastokeskus 2003). Näytteenottoryhmän työpanos sisältää eläinlääkärin ja kaksi avustajaa.



Kuva 1. Esimerkki sikatilan tarkastuksen keskikustannuksista (€/tila/tarkastus) tilalla olevien emakoiden tai lihasikojen määrän mukaan silloin, kun tilan sioista otetaan verinäytteitä olettaen, että tartuntoja esiintyy tilan sioissa 5 % prevalenssin mukaan, ja kun tilan sioille suoritetaan kliininen tarkastus olettaen, että tartuntoja esiintyy tilan sioissa 10 % prevalenssin mukaan. Tarkastettavien sikojen lukumäärä lasketaan vaaka-akselilla mainitun sikamäärän perusteella.

Näytteidenoton työvaatimus perustuu eläinlääkäreiltä ja viranomaisilta kerätyihin arvioihin (ks. Liite 1). Matkustuskustannukset lasketaan sen mukaan, kuinka kaukana lähimmästä kuntakeskuksesta (oletettu lähin virkapaikka) tila sijaitsee. Välimatkatieto on saatu yhdistämällä sikatilarekisterin tiedot ja Tielaitoksen mittauspisteiden tietoihin. Näin erotetaan tiheästi asutut alueet harvaan asutuista alueista, mutta keskimäärin mittari aliarvioi matkan pituuden. Näytteet kuljetetaan EELAn Matkahuollon pikarahtina (Matkahuolto 2004). Näytteiden analysointikustannukset perustuvat EELAn laboratorion saatuun tietoihin<sup>6</sup>.

### *Tartuntatilan puhdistus*

Tartuntatilan puhdistuskustannuksella (Kuva 2) tarkoitetaan tässä tutkimuksesta sikaruttotartunnan saaneella tilalla olevien eläinten lopetuksesta, saastuneen materiaalin hävittämisestä suuririskisen jätteen käsittelylaitoksessa ja tuotantorakennusten desinfektioista ja niihin liittyvistä korvauksista aiheutuvia kustannuksia. Tautitilanteissa saatujen kokemusten perusteella eläinten lopetuksen ja muiden toimenpiteiden onnistumisessa on tärkeää, että työ suunnitellaan huolellisesti, siihen valmistaudutaan kunnolla, ja että työvoima on ammattitaitoista (Nuttall 2001, Pluimers ym. 1999). Työntekijöille on myös varattava riittävästi lepoaika (esim. 20 % työajasta; vrt. Parviainen 2001).

Sikojen lopetusskenaario on muodostettu pääasiassa kevään 2003 Scrapie-tapausten kokemusten pohjalta<sup>7</sup>. Lopetusryhmän kustannus sisältää eläinlääkärin, 2 teurastajaa ja 2 avustajaa. Lisäksi tilan vartiointiin on käytettävissä poliisipartio ja ruhojen lastaukseen sekä siirtoon traktorikaivuri. Kaivurin vuokrauskustannus perustuu maatalouden ostokustannusindeksillä (TIKE 2003) päivitettyihin urakointihintoihin (Laaksonen ja Pentti 2001). Pikkuporsaat lopetetaan lopetusaineella ja muut siat sähkötaimittimella. Lopetuskustannus sisältää työpanoksen ja tarvikkeita, joiden kustannukseksi on arvioitu 826 €/tila. Porsaita lopettaessa tarvikkekustannus on hieman suurempi. Lopetustyön kustannus sisältää työn valmistelun (suunnittelu, matkustus tilalle, lopetuspaikan rakentaminen ja muut valmistelut), lopetuksen ja työn lopettelu (mm. puhdistautuminen tilalta poistuttaessa ja tilanteen jälkiselvittely). Tapporyhmä lopettaa tunnissa 125-200 lihasikaa tai noin 20 emakkoa porsaineen<sup>8</sup>.

Tuotantorakennukset desinfioidaan Maa- ja metsätalousministeriön Eläinlääkintä ja elintarvikeosaston desinfektio-toimenpiteistä eläintautien vastustamisessa antaminen ohjeiden (MMM/EEOo 1995) mukaisesti. Desinfektio kustannus sisältää työn, materiaalit ja tarvikkeet, mutta ei mahdollista tuotantorakennusten vaurioitumista. Desinfektio kustannus riippuu tilalla olevien sikapaikkojen lukumäärästä. Ohjeellinen työmenekki eläinpaikkaa kohti on laskettu käyttäen

---

<sup>6</sup> EELA / Virologian tutkimusyksikkö, sähköpostitiedonanto 17.12.2003.

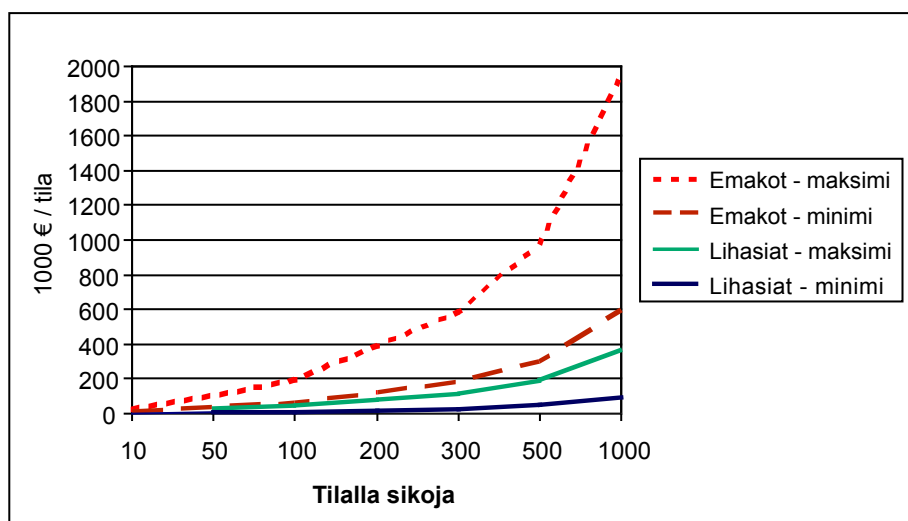
<sup>7</sup> Läänineläinlääkäri Pirjo-Riitta Korpinen, Länsi-Suomen lääninhallitus, suullinen tiedonanto 17.7.2003.

<sup>8</sup> Porsaiden määrä suhteessa emakoiden määrään on laskettu sikatilarekisteristä.

Parviaisen (2001) ja Majurin (1990) tuloksia sikalan pesun työaikavaatimuksista ja sikatalousrakennusten normipinta-aloja (MMM 2001). Pesuun osallistuu kaksi työntekijää ja työtä valvova eläinlääkäri.

Lopetetut eläimet ja muu mahdollisesti kontaminoitunut materiaali kuljetetaan hävitettäväksi suuririskisen jätteen käsittelylaitokseen suljetuissa konteissa. Alle 300 kilometrin etäisyydellä käsittelylaitoksesta sijaitsevilla tiloilla rahtikustannus on 550 €/10 tonnin erä ja muilla tiloilla 550 €/10 tonnin erä. Saastuneen materiaalin hävityskustannus on noin 100 €/tonni<sup>9</sup>.

Länsi-Euroopassa viime vuosina havaituissa sikaruttotapauksissa rehu on yleensä hävitetty polttamalla tai suuririskisen jätteen käsittelylaitoksessa, sillä rehun on epäilty saastuneen koti- tai villisikojen välityksellä. Usein tilalla on myös ollut vähän rehua suhteessa eläinmäärään<sup>10</sup>. Laskelmissa koko rehuvarasto oletetaan hävitettäväksi. Esimerkiksi tilalle varastoidun viljan hävittämättä jättäminen lisää leviämiskäsitteitä kuitenkin vain vähän, mikäli sen saastumistodennäköisyys on pieni (Teuffert & Depner 2003). Tartuntatilalle varastoidun hävitettävän rehun määrä ja arvo on arvioitu MTT:n kannattavuuskirjanpitoaineistosta tilan sikamäärän mukaan.



Kuva 2. Tartuntatilan puhdistuksesta aiheutuva kustannus (€/tartuntatila) ja niiden vaihteluväli tilalla olevien emakoiden tai lihasikojen määrän mukaan.

<sup>9</sup> Toimitusjohtaja Matti Lahtinen, Honkajoki oy, suullinen tiedonanto 22.5.2003.

<sup>10</sup> Dr. Arthur Besch, Luxembourg Veterinary Services, muistio 13.1.2004, dr. Marie-Josef Mangen, The Agricultural Economics Research Institute (LEI), Alankomaat, sähköpostitiedonanto 16.12.2003, dr. Christoph Staubach, Federal Research Centre for Virus Diseases of Animals, Saksa, sähköpostitiedonanto 6.2.2004.

Tiloilla oleva kuivalanta kompostoidaan ja varastoidaan 42 vuorokauden ajaksi (MMM/EEOo 1995). Lannan kuljetuksesta, lastauksesta ja käsittelystä aiheutuva työ kustannus perustuu maatalouden työnormeihin (Työtehoseura 1988) ja maatalouden urakointihintoihin (Laaksonen ja Pentti 2001). Lisäksi säätöaineen hankinta voi aiheuttaa kustannuksia. Muu lanta kuin kuivalanta suihkutetaan desinfiointiaineella ja jätetään paikalleen 42 vuorokaudeksi. Tilalla olevien lantavarastojen tyypit ja tilavuudet on simuloitu TIKE:n maatalouslaskennassa vuonna 2000 keräämästä aineistosta. Tilalla voi olla lietelantala, kuivalantala ja virtsasäiliö. Lantavaraston tyyppi vaihtelee tilakohtaisesti työvoima- ja elinkeinokeskuksen, tilalla olevien sikalajien (emakot ja lihasiat) ja sikojen määrän (3 kokoluokkaa) mukaan. Lantalan täyttöaste tautihavainnon aikaan vaihtelee tyhjästä täyteen varastoon.

#### *Muut välittömät kustannukset*

Kriisikeskusten toiminnasta syntyy kustannuksia liittyen epidemiologiseen jäljitykseen ja tilojen tarkastuksiin, suoja- ja valvontavyöhykkeiden perustamiseen ja ylläpitoon, sekä muun muassa vyöhykkeistä tiedottamisesta ja alueen merkitsemisestä. Niin sanotun kansallisen kriisikeskuksen työvoiman tarpeeksi on arvioitu 323-349 työtuntia tartunnan saanutta tilaa kohti<sup>11</sup>. Alueellisen kriisikeskuksen tehtäviin sisällytetään kaikki muu paitsi ministeriötason työpanos. Siellä työskentelevien henkilöiden työpanos määräytyy rajoittavien määräysten keston ja tartuntatilojen lukumäärän mukaan ja se sisältää läänineläinlääkäriin, eläinlääkäriin, toimistosiihteerin, tarvikevaraston hoitajan ja puhelinkeskukseen työpanoksen (vrt. MMM 2003). Lisäksi hallintokustannus sisältää pienen määrän toimistotarvikkeista aiheutuvia ja rajoittavien määräysten kohteeksi joutuvilla tiloilla käyvien ajoneuvojen puhdistuksesta aiheutuvia kustannuksia.

### **3.3 Välilliset menetykset tilatasolla**

Sikatilojen tulonmenetyksiä laskettaessa lähtökohtana on ollut, että menetys aiheutuu siitä, miten paljon sikataloudesta saatava taloudellinen ylijäämä<sup>12</sup> muuttuu sikaruton aiheuttaman tuotantohäiriön vuoksi. Eläinten lopettamisesta tartuntatilalle aiheutuvat menetykset liittyvät karkeasti jaoteltuna eläinten arvon menetykseen, joka korvataan valtion varoista, ja tuotantopotentialin menetykseen. Menetetyn lihan, emakoiden tai porsaiden arvoon liittyvät kustannusfunktiot mallinnetaan dynaamisella ohjelmoinnilla (Bellman 1957). Samaa menetelmää käytetään myös eläinpaikan tyhjilleen jäämisestä ja tuotantokierron häiriintymisestä muille kuin tartuntatiloille aiheutuvia menetyksiä laskettaessa. Tähän liittyviä menetyksiä ovat esimerkiksi sikojen kasvaminen ylipainoiseksi ja emakkojen siemennyksen viivästyminen.

---

<sup>11</sup> Viranomaisten arvioita.

<sup>12</sup> Ylijäämää mitataan tässä sikapaikan tai toimialan arvolla, joka saadaan diskonttaamalla tuotannon tekijälle tarkastelujaksolla kertyvän tulovirran nettonykyarvoonsa.

Lihaskojojen menetyksestä aiheutuvat kustannukset sekä tuottajien kärsimät välilliset menetykset arvoidaan Niemen ym. (2004) esittämällä mallilla. Malli kuvaa sian kasvua ja sikapaikan arvon muutoksia silloin, kun teurastus viivästyy tai kun sika lopetetaan ennenaikaisesti sikaruttotartunnan vuoksi. Malli ottaa huomioon tuottajan mahdollisuudet minimoida teurastuksen viivästymisestä aiheutuvat tulonmenetykset rajoittamalla tartunnasta vapaan tilan sikojen ruokintaa.

Tilalle annettujen rajoittavien määräysten kesto määrittää tartunnasta vapaan tilan teurastuksen viivästymisen ja tartuntatilan sikapaikkojen tyhjillään oloajan pituuden. Kesto saadaan tautisimulaatiomallista. Tartuntatilalla rajoittavat määräykset ovat voimassa vähintään 30 vuorokautta tiladesinfektion päättymisestä. Rajoittavien määräysten kesto ei kuitenkaan tautihavaintohetkellä tunneta. Tämä aiheuttaa epävarmuutta tilan toiminnan suunnitteluun ja lisää kustannuksia, joten siirtymäyhtälö on stokastinen. Eläimen aiheuttama tulonmenetykset ja siihen mahdollisesti liittyvä lihamassan hävityskustannus on laskettu eri-ikäisille sioille. Menetykset on siirretty simulaatiomalliin niin, että tilalla olevat sikaryhmät voivat olla todennäköisyydellä  $1/\text{tuotantokierron pituus}$  missä tahansa tuotantokierron vaiheessa. Satunnaistamista käytetään myös emakkokohtaisia menetyksiä arvioitaessa.

Emakkopaikkaan tuotannon keskeytymisen vuoksi kohdistuva tulonmenetykset mukaillee Huirnen ym. (1993) esittämää mallia. Mallissa sikaruttotartunnasta vapaalla rajoitusten alla olevalla tilalla tuottaja päättää jokaisen porsimiskerran jälkeen siitä, poistetaanko emakko vai siemennetäänkö se uudestaan. Emakko voidaan poistaa joko sen tuottavuuteen ja ikään liittyvän syyn vuoksi tai yllättäen esiintyvän muun terveysongelman vuoksi, jonka vaikutus havaitaan jokaisen porsimisen jälkeen tietyllä todennäköisyydellä. Tartuntatilalla sikaruttotartunta vaikuttaa tuotantokiertoon siten, että tilan emakko voidaan poistaa missä tahansa tuotantokierron vaiheessa. Rajoittavien määräysten alle joutuville tartunnasta vapaille tiloille emakoista aiheutuu tulonmenetyksiä vain silloin, kun rajoittavat määräykset estävät emakon siemennyksen, poiston tai uudistuksen suunniteltuun aikaan.

Emakkopaikan arvo tarkasteluhetkellä riippuu siitä, minkä ikäinen ja missä tuotantokierron vaiheessa sikapaikalla oleva emakko on. Emakon ikä vaikuttaa menetykseen. Nuoren emakon mukana menetetään enemmän käyttämättä olevaa tuotantopotentiaalia kuin vanhan emakon mukana. Vastaavasti lähellä porsimista olevan emakon menetys aiheuttaa suuremman menetyksen kuin juuri porsineen emakon menetys.

Mallissa tuottajan tavoitteena on maksimoida emakkopaikan diskontattu tuottoarvo  $V_t(\mathbf{x}_t)$  (sisältää porsaiden kasvatuksen) optimoimalla sikojen siemennys- ja poistopäätökset ( $u_t$ ) annetulla suunnittelujaksolla  $t=1, \dots, T$ , jossa  $t$  mittaa aikaa päivissä. Suunnittelujakso pilkotaan lyhyisiin jaksoihin, jotka optimoidaan iteroimalla Bellmanin yhtälöä (Bellman 1957):

$$(1) \quad V_t(\mathbf{x}_t) = \max_{u_t} \left\{ R_t(\mathbf{x}_t, u_t) + \beta E(V_{t+1}(\mathbf{x}_{t+1})) \right\}, \quad t = 0, 1, \dots, T$$

siten että:  $\mathbf{x}_{t+1} = g(\mathbf{x}_t, u_t)$ ,  $\mathbf{x}_0$  ja  $V_{T+1}(\mathbf{x}_{T+1})$  tunnetaan,

jossa  $\mathbf{x}_t$  on päätöksentekotilannetta kuvaava muuttujavektori,  $R_t(\mathbf{x}_t, u_t)$  on sikapaikalle hetkellä  $t$  kertyvä tulovirta päätösmuuttujan arvolla  $u_t$  ja tilanteessa  $\mathbf{x}_t$ ,  $\beta$  on diskonttaustekijä ja  $E(V_{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}))$  on odotusarvo seuraavan päätöksentekohetken arvofunktiosta,  $g$  on siirtymäyhtälö,  $\mathbf{x}_0$  on tilannemuuttujan lähtöarvo ja  $V_{T+1}(\mathbf{x}_{T+1})$  on sikapaikan arvo suunnittelujakson lopussa. Bellmanin (1957) optimiperiaatteen mukaisesti arvofunktion arvo riippuu vain tilannemuuttujasta, sillä arvofunktiokuva maksimoitua sikapaikan arvoa hetkellä  $t$ .

Tilannemuuttujavektori  $\mathbf{x}_t$  sisältää tiedot emakon porsimiskertojen lukumäärästä ( $x_t^{\text{pors}}$ ), rajoittavien määräysten voimassaolosta ( $x_t^{\text{rajoitus}}$ ), tuotteiden ja panosten hinnoista ja muita päätökseen vaikuttavia muuttujia hetkellä  $t$ . Tilannemuuttujan arvo muuttuu ajan kuluessa siirtymäyhtälön  $g(\cdot)$  mukaan. Siirtymäyhtälö kuvaa emakon ikään liittyvät muutokset tilannemuuttujassa, suunnitelmalliset ja muista syistä tapahtuvat emakkojen poistot sekä mahdollisen rajoittavien määräysten voimassaolon.

#### *Laskelmien taustatiedot*

Laskelmissa käytetyt porsastuotostiedot ja eläinten poistosyyt perustuivat maaseutukeskusten keräämään ja Sternbergin (2003) raportoimaan terveys- ja tuotostarkkailuaineistoon. Porsastuotannon tulot ja menot perustuivat maaseutukeskusten liiton mallilaskelmiin (MKL 2003). Laskelmissa käytettyjä lähtötietoja on esitetty liitteessä 1. Viranomaisten toimesta lopetetun emakon myyntiarvona, joka korvataan tuottajalle valtion varoista, käytettiin mallilaskelmissa esitettyjen hintojen (MKL 2003) ja verohallituksen esittämän eläimen arvon (VHp 2001) keskiarvoa. Jalostussikaloissa emakkojen korvausarvo oli hieman korkeampi kuin muissa sikaloissa. Lihasiat ja porsaasat korvataan painon perusteella ottaen huomioon painon vaikutus painokilon hintaan. Lihan ja porsaiden yksikköhinnat perustuivat TIKE:n (2002, 2003) hintatilastoissa vuosille 2001-2003 raportoitujen yksikköhintojen vaihteluvälin keskiarvoon. Lihasiasta korvaushintana oli 1,39 €/kg ja porsaan (25 kg) 61 €/kpl. Viranomaiset voivat harkintansa mukaan korvata myös tuotantopotentiaalinen menetyksen tiloille, joiden eläimet lopetetaan sikaruttotartunnan vuoksi. Tämän tutkimuksen laskelmissa tuotantopotentiaalinen menetyksiä ja tyhjiä sikapaikkoja ei korvattu tuottajalle. Tämä vaikutti menetysten jakautumiseen tuottajan ja valtion välillä mutta ei kokonaismenetykseen.

Klassisen sikaruton rajoittavat määräykset voivat vaikuttaa myös muun kotieläintuotannon kuin sikatalouden toimintaan. Muiden tuotantosuuntien kärsimä menetyksiä lienee kuitenkin vähäinen, joten niiden menetyksiä ei laskettu. Muiden

tuotantosuuntien menetykset voivat olla huomattavia lähinnä silloin, jos rajoittavat määräykset alentavat kotieläintuotteiden myyntiarvoa. Näin käy esimerkiksi silloin, jos maitoa ei voida kerätä tiloilta meijeriin.

## **3.4 Välilliset menetykset toimialan tasolla**

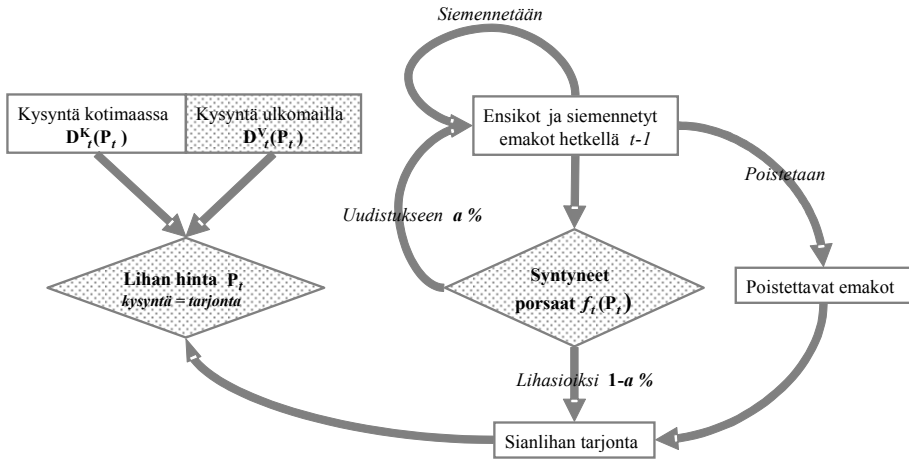
### **3.4.1 Lihamarkkinoiden toiminta**

Sikarutto aiheuttaa yhteiskunnan ryhmittymille positiivisia tai negatiivisia taloudellisia seurauksia, minkä vuoksi on tärkeää tarkastella myös menetysten jakautumista eri osapuolille. Esimerkiksi tuotantokapasiteetin vajaakäyttö raskauttaa tuottajien taloutta, virka-ajan menetys alentaa eläinlääkärien tuloja ja eläimistä maksetut korvaukset valtion taloutta. Toimialaan kohdistuvia vaikutuksia tutkittaessa tarkastellaan sitä, miten tuotantoketjun toiminta muuttuu sikaruttotartunnan havaitsemisen jälkeen. Keskeisiä tarkastelun kohteita ovat tautipurkauksen vaikutus alkutuotannon eläinvirtoihin ja lihan kysyntään. Rajoittavat määräykset ja tartunnan saaneiden eläinten poistuminen markkinoilta vähentävät äkillisesti sianlihan tarjontaa. Lisäksi ne yhdessä mahdollisten kysyntämuutosten kanssa vaikuttavat kaikkien sikatilojen tuotantopäätöksiin. Lyhyellä aikavälillä sianlihan tarjonta on joustamatonta, sillä tiloilla kasvavien lihasikojen, porsaiden ja tiineiden emakoiden lukumäärä määrittää lihan tarjonnan. Sen sijaan pitkällä aikavälillä tuotantomääriä voidaan muuttaa vaikuttamalla porsaiden tuotantoon.

Sikaruton vaikutuksia yhteiskunnan taloudelliseen hyvinvointiin tarkastellaan simuloimalla sikamarkkinoiden toimintaa numeerisesti osittaisen tasapainon mallilla. Osittaisen tasapainon mallia voidaan käyttää muun muassa siksi, että sikatalouden osuus Suomen kansantaloudesta on vain alle prosentti (Tilastokeskus 2004a) ja siksi, että sikoja pidetään sisätiloissa ja tuotantotarkoituksessa. Siten sikaruton vaikutukset muille kuin sikaketjun toimijoille ovat todennäköisesti vähäisiä. Tasapainomalli on myös joustavampi menetelmä kuin esimerkiksi Mahulin ja Golinin (1999) tai Garnerin ym. (2001) käyttämä panos-tuotos-malli, joka ei ota huomioon tautipurkauksen aiheuttamia mahdollisia hintamuutoksia. Tasapainomalli simuloi toimialan tuotantopäätökset yli ajan ottaen huomioon tautipurkauksen vaikutuksen tiloilla olevien sikojen määrään ja sen, miten tuotantopäätökset vaikuttavat lihan tuottajahintaan markkinoilla (Kuva 3).

Tautipurkaus vaikuttaa kysyntään markkinoiden hintamekanismin välityksellä. Lisäksi sianlihaa tuovilla mailla on oikeus kieltää sikaperäisten tuotteiden tuonti rajoitusalueelta. Tällöin osa vientiin tarkoitettusta lihasta on kulutettava kotimaassa tai vietävä muihin vientikohteisiin, mikä aiheuttaa sianlihan hintaan laskupainetta. Lihan hinnan laskiessa kysyntä lisääntyy avoimeksi jääneillä markkinoilla. Markkinoiden kokonaisvaikutus riippuukin siitä, miten suuria muutoksia kysyntä ja tarjonta yhdessä aiheuttavat sikamarkkinoilla.





Kuva 3. Sikarutto vaikuttaa sianlihan hintaan ja kysynnästä riippuviin tuotanto-päätöksiin (rasteroidut alueet) muuttamalla markkinoille päätyvien eläinten ja lihan määriä (harmaat nuolet).

### 3.4.2 Sianlihan kysyntä

Sianlihan kysyntä ja tarjonta voidaan esittää yhtälöiden avulla. Tässä tutkimuksessa käytetty malli on yksinkertaisempi kuin Mangelin ja Burrellin (2003) tai Buijtelin ja Burrellin (2002) malli, sillä eläviä sikoja tuodaan Suomeen ja viedään Suomesta erittäin vähän (FAO 2004). Tarjonnan osalta tässä tutkimuksessa käytetty malli on kuitenkin dynamisempi siinä mielessä, että mallissa on otettu huomioon tuottajien mahdollisuus sopeuttaa tuotantoa yli ajan. Samalla on sallittu se, että markkinoilla voi olla pitkän aikavälin ja lyhyen aikavälin tasapaino.

Lihamarkkinoita hetkellä  $t$  voidaan kuvata lihan tuottajahinnan  $\mathbf{P}_t$  funktiona:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{D}_t^K &= \alpha_K \mathbf{P}_t + \alpha_X \mathbf{X}_t^K \\
 \mathbf{D}_t^V &= (\alpha_V \mathbf{P}_t + \alpha_Y \mathbf{X}_t^V) \delta_t^{\text{CSF}} \\
 \mathbf{D}_t^T &= \alpha_T \mathbf{P}_t + \alpha_Z \mathbf{X}_t^T \\
 \mathbf{S}_t^K &= \alpha_S \mathbf{P}_t + \alpha_W \mathbf{X}_t^S
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

siten että

$$\mathbf{D}_t^K = \mathbf{S}_t^K - \mathbf{D}_t^V,$$

jossa  $\mathbf{D}_t^K$  on Suomessa tuotetun sianlihan kysyntä kotimaassa aikajaksolla  $t$ ,  $\mathbf{D}_t^T$  on ulkomaisen sianlihan kysyntä Suomessa,  $\mathbf{D}_t^V$  on Suomesta vietävän sianlihan kysyntä ulkomailla,  $\mathbf{S}_t^K$  on sianlihan tarjonta Suomessa,  $\alpha$ - ja  $\mathbf{a}$ -symbolit ovat kerroinvektoreita, jotka liittyvät alaindeksiin ilmoittamaan muuttujamatriisiin, ja

$X_i^i$  muuttujavektori sisältää kysyntää ja tarjontaa selittäviä tekijöitä tarjontayhtälölle  $S_i^k$  tai yläindeksin  $i$  ilmoittamalle kysyntäyhtälölle  $D_i^i$  ja  $\delta_i^{CSF}$  ilmaisee tautipurkauksen vaikutuksen sianlihan vientikysyntään. Muuttujavektorit sisältävät tietoa siitä, miten kysyntä reagoi lihan hinnan ( $P_i$ ) muutoksiin. Kotimaan kysyntä ja vientikysyntä puolestaan ilmaisevat sen, kuinka paljon lihaa teurastamot kysyvät suomalaisilta sikatiloilta. Lisäksi markkinoiden kuvausta rajoittaa ehto, jonka mukaan kysynnän ja tarjonnan on kohdattava. Ehdon mukaan kaikki markkinoille tarjottu liha kulutetaan. Yhtälöryhmä 2 kuvaa sianlihan kysyntää ja tarjontaa emakoiden siemennyskierron pituisella jaksolla (noin 6 kk).

Sianlihan markkinahinta voidaan ratkaista yhtälöryhmästä 2 markkinoiden kysynnän ja tarjonnan kohtaamishdon avulla, mikäli markkinoilla olevan lihan määrä tiedetään. Tässä tutkimuksessa kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen määrittävä hinta saadaan ratkaisemalla tietyille tuotantomäärälle sopiva hinta, joka asettaa Suomessa tuotetun sianlihan kokonaiskysynnän kotimaassa ja ulkomailla yhtä suureksi kuin tuotantomäärä. Toisin sanoen sianlihan tuottajahinta riippuu tuotantomäärästä niin, että tuotantomäärän noustessa lihan tuottajahinta laskee.

#### *Kysyntäyhtälöiden estimoinnissa käytetty aineisto*

Yhtälöryhmässä 2 esitettyjen kolmen lineaarisen kysyntäyhtälön tunnusluvut estimoitiin tilastollisesti Suomen sikamarkkinoita huhtikuusta 1995 syyskuuhun 2003 kuvaavasta kuukausittaisesta aineistosta (Taulukko 1). Lihan vienti- ja tuontikysyntää kuvaavat tiedot perustuvat Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen TIKE:n tilastoihin. Kotimaisen lihan kysyntä laskettiin TIKE:n tilastoimista tuotantomääristä vähentämällä niistä lihan vienti Suomesta. Kotimaisen lihan kysyntään vaikuttavat lihan oma hinta ja muiden sen kanssa kilpailevien tuotteiden hinnat, kuten ulkomaisen sianlihan ja muun lihan kuin sianlihan hinta, kausivaihtelu ja markkinashokit. Sianlihan hinta Suomessa oli tuottajan lihakilosta saama hinta teurastamon portilla. Sianlihan substituuttien hintatasoa edustivat naudanlihan ja broilerin tuottajahinnat Suomessa. Substituuttien hintatiedot kerättiin TIKE:n tilastoista.

Ulkomaisen tuontilihan hinnan vaikutusta sianlihan kysyntään Suomessa mitattiin sianlihan hinnalla Tanskassa, sillä noin puolet Suomeen tuodusta sianlihasta tuodaan Tanskasta. Lisäksi Tanska on maailman suurin yksittäinen sianlihan viejämaa (FAO 2004), ja sitä pidetään yleensä alttiina maailmanmarkkinatilanteen muutoksille. EU:n sikamarkkinoiden vaikutusta sianlihan vientikysyntään Suomesta mitattiin sianlihan hinnalla Ruotsissa ja muiden vientikohteiden vaikutusta sianlihan hinnalla Venäjällä ja Japanissa. Ruotsi on perinteinen vientikohte ja maantieteellisesti lähellä Suomea. Usean EU-maan (esim. Saksan ja Ruotsin hinnat) lihan hintojen sisällyttäminen malliin aiheutti tilastollisia ongelmia, sillä EU-maiden sikamarkkinat ovat integroituneet keskenään. EU:n ulkopuolisista maista Venäjä on Suomen sianlihaviennin kannalta tärkeä markkina-alue. Venäjän osuus Suomen sianlihaviennistä on viime vuosina laskenut noin 50 %:sta alle 20 %:in ja uusien vientikohteiden, kuten Japanin ja Viron

merkitys on lisääntynyt. Lihan hinnat EU-maissa poimittiin Eurostatin tietokannasta (Eurostat 2004). Sianlihan hinta Japanissa oli sianruhon keskihinta Tokiossa (Statistics Bureau 1996-2003) ja sianlihan hinta Venäjällä oli luullisen sianlihan kuluttajahinta Venäjällä (Gosgomstat of Russia 1996-2003). Kaikki hintatiedot muunnettiin euromääräisiksi Suomen Pankin ilmoittamilla keskikursseilla (lihan hinta Venäjällä muutettu euroiksi dollarin kautta) ja deflatoitiin kuluttajahintaindeksillä vuoden 2003 hintatasoon.

Voimakkaat kulutuksen vaihtelut alentavat kuluttajan hyvinvointia (mm. Mor Duch 1995, Sorensen & Yosha 1997), joten hintatason lisäksi kulutuksen taso voi vaikuttaa kysyntään. Myös väestön kasvu lisää lihan kulutusta, jos kulutus henkeä kohti laskettuna säilyy ennallaan. Tuonti- ja vientiyhtälöissä käytettiin väestömäärän sijasta trendimuuttujaa, jonka selvitysvoima oli suurempi kuin väestömuutoksen selitysvoima. Sianlihan kysynnän kausivaihtelu liitettiin kuukausikohtaisiin dummy-muuttujiin. Sianlihan kysyntään mahdollisesti vaikuttavia markkinashokkeja mitattiin vuosi- ja markkinakohtaisilla sekä eläintautishokkeja kuvaavilla dummy-muuttujilla (BSE-kriisi EU:ssa vuonna 1996, Klassinen sikarutto Alankomaissa 1997-1998, suu- ja sorkkatauti Yhdistyneessä Kuningaskunnassa vuonna 2001 ja BSE-tapaus Suomessa joulukuussa 2002).

Kysyntäyhtälöt estimoitiin Zellnerin ja Theilin (1962) kehittämällä Three-stage least squares-menetelmällä käyttäen Matlabin econometrics toolboxia (LeSage 2000). Menetelmä otti huomioon selittävien muuttujien aiheuttaman korrelaation virhetermin ja selitettävän muuttujan välillä sekä kysyntämuutosten samanaikaisuudesta aiheutuvan virhetermien korrelaation kysyntäyhtälöiden välillä. Lihan hinnat kotimaassa olivat mallissa endogeenisiä muuttujia. Instrumentteina käytettiin yhdellä kuukaudella viivästettyjä lihan hintoja ja mallin eksogeenisiä muuttujia. Kaikki kysyntäyhtälöt olivat lineaarisia, jolloin markkinatilanteen ratkaiseminen oli teknisesti helppoa ja vientikysyntä voi laskea nolnaan ilman kysynnän ja tarjonnan kohtaamiseen mahdollisesti liittyviä ongelmia. Kysyntäyhtälöiden estimointitulokset ja estimaateista lasketut kysyntäjouset sianlihan hinnan suhteen on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 1. Mallin markkina-aineiston keskiarvot ja keskihajonnat

Muuttuja	Keskiarvo	Keskihajonta
Sianlihan tuotanto Suomessa (milj. kg/kk)	14,58	1,58
Suomalaisen sianlihan kysyntä kotimaassa (milj. kg/kk)	13,13	1,04
Sianlihan tuonti Suomeen (milj. kg/kk)	0,85	0,33
Suomalaisen sianlihan vienti (milj. kg/kk)	1,45	0,70
Sianlihan hinta Suomessa (€/kg, vuoden 2003 hintatasolla)	1,41	0,15
Sianlihan hinta Tanskassa (€/kg)	1,42	0,27
Sianlihan hinta Ruotsissa (€/kg)	1,57	0,25
Sianlihan hinta Venäjällä (€/kg)	1,52	0,32
Sianlihan hinta Japanissa (indeksi)	4,08	0,87
Väestö	5,17	0,03

### 3.4.3 Sianlihan tarjonta tiloilta teurastamolle

Tautipurkauksen tulovaikutus alkutuotantoon saadaan, kun sikatalouden tautivapaana aikana saamista tuotoista vähennetään tautipurkauksen aikana ja sen jälkeen saadut tuotot. Sianlihan tuotantomäärät tautivapaana ja tautipurkauksen aikana mallinnetaan ratkaisemalla sikatalouden käyttäytymistä kuvaava voiton maksimointiongelma. Ongelma tiivistyy kysymykseen siitä, kuinka paljon emakoita tulisi siementää kullakin ajanjaksolla. Siemennykset määrittävät sianlihan tuotannon pitkällä aikavälillä. Jo olemassa oleva tuotanto ja kasvavat siat on järkevää markkinoida vaikka lihan hinta olisi alhainen, sillä sen tuottamiseksi tehdyt uhraukset ovat uponneita kustannuksia<sup>13</sup>.

Tavoitteena on maksimoida sianlihan tuotannon ja porsastuotannon kokonaistuotto valitulla aikajaksolla. Tuottoa kuvataan arvofunktiolla  $V_t$ , joka saadaan Bellmanin yhtälöstä (Bellman 1957):

$$(3) \quad V_t(\mathbf{Z}_t) = \max_{\mathbf{u}_t} \{ \mathbf{Y}_t \mathbf{P}_t - C_t(\mathbf{Z}_t, \mathbf{u}_t) + \beta V_{t+1}(\mathbf{Z}_{t+1}) \}, \quad t=0,1,\dots,T$$

$$\text{sitien että: } \mathbf{Z}_{t+1} = \mathbf{Z}_t(1-r) + \mathbf{u}_t - \eta_t^{\text{CSF}}$$

$$\mathbf{Y}_t = y^{\text{liha}}(\mathbf{Z}_{t-1}y^{\text{porsas}} - \mathbf{u}_t) - \eta_t^{\text{CSF}} + \mathbf{Z}_t r y^{\text{emakko}} = \mathbf{S}_t$$

$V_{T+1}(\mathbf{Z}_{T+1})$  ja  $\mathbf{Z}_0$  tunnetaan,

jossa  $V_t$  on sikatalouden tuottoarvo hetkellä  $t$ ,  $t$  on siemennyskiertoa kuvaava aikaindeksi (vrt. yhtälöryhmä 2),  $\mathbf{Z}_t$  kuvaa tiloilla olevien eri-ikäisten emakkojen määrää (tilannemuuttuja),  $\mathbf{Y}_t$  on jaksolla  $t$  tuotetun sianlihan määrä (kg),  $\mathbf{P}_t$  on sianlihan hinta jaksolla  $t$ ,  $\mathbf{u}_t$  on ensikoiden siemennystä kuvaava päätösmuuttuja,  $C_t(\mathbf{Z}_t, \mathbf{u}_t)$  on tuotantokustannus, joka kohdistuu jaksolle  $t$  tuotettaessa määrä  $\mathbf{Y}_t$  ja siemennettäessä vanhat emakot ja ensikot,  $\beta$  on diskonttaustekijä,  $V_{t+1}$  on sikatalouden arvo seuraavalla jaksolla  $t+1$ ,  $r$  kuvaa emakoiden poistoprosenttia,  $y^i$  kuvaavat emakoiden porsastuotosta (porsasta/siemennyskertta), lihasian lihatuotosta (kg/sika) ja poistetusta emakosta saatavaa lihamäärää (kg/emakko) ja  $\eta_t^{\text{CSF}}$  kuvaa sitä, miten tautipurkaus vaikuttaa tiloilla olevien sikojen määrään kussakin tuotantovaiheessa. Kaikki vektorit kuvaavat tietoja kuukausittain yhden siemennyskierron aikana (6\*1 vektori). Lihasian teurastus on kuitenkin ajoitettu erikseen, sillä lihasian kasvatusaika poikkeaa emakoiden siemennyskierron pituudesta.

<sup>13</sup> Lihaa voidaan hetkellisesti myydä jopa alle tuotantokustannuksen, mikäli lihan hinta ylittää myynnistä aiheutuvan kustannuksen ja mikäli vaihtoehtona on hävittää liha ilman korvausta (vrt. Inada-ehto). Markkinamekanismi estää lihan hinnan painumisen liian alas.

Emakkojen määrä  $\mathbf{Z}_{t+1}$  riippuu siitä, miten suuri osuus  $r$  vanhoista emakoista poistetaan, miten paljon porsaita siirretään uudistukseen (ensikoiksi) ja miten paljon emakoita lopetetaan tai siemennyksiä viivästyy tautishokin  $\eta_t^{\text{CSF}}$  vuoksi. Sianlihan tarjonta tiloilta teurastamolle saadaan vähentämällä vieroitettujen porsaiden määrästä  $\mathbf{Z}_{t-1} y^{\text{porsas}}$  uudistukseen käytetyt porsaat (pääosmuuttuja  $\mathbf{u}_t$ ) ja laskemalla yhteen lihasioiksi käytettyjen porsaiden lihatuotos, poistettujen emakoiden lihatuotos (arvostus erilainen kuin lihasialla) ja tautishokin  $\eta_t^{\text{CSF}}$  vaikutus lihasikojen määrään eri ikäluokissa. Siten sianlihan tuotantomäärä riippuu tiloilla olevien lihasikojen ja porsaiden määrästä ja siemennyspäätöksistä.

Päätöksiä rajoittaa ehto, jonka mukaan kysynnän ja tarjonnan on kohdattava. Ehdon on toteuduttava myös silloin, kun Suomesta lihaa tuovat maat vähentävät lihan tuontia jaksolla  $t$  tekijän  $1 - \delta_t^{\text{CSF}}$  osoittaman suhdeluvun verran. Tunnusluku  $\delta_t^{\text{CSF}}$  saa arvon yksi, mikäli lihan tuontia Suomesta ei rajoiteta. Viimeinen rivi yhtälössä 3 kertoo, että tiloilla olevien eläinten määrä tarkastelujakson alussa tunnetaan ja että tuotannon arvo  $V_{T+1}(\mathbf{Z}_{T+1})$  suunnittelujakson loputtua tunnetaan. Käytännössä  $V_{T+1}(\mathbf{Z}_{T+1})$  merkitsee sitä, että tuotannon arvo on alhainen kaukana tulevaisuudessa olevan hetken  $T$  jälkeen.

### *Tuotantokustannukset*

Yhtälön 3 päätösongelma ratkaistiin diskreetisti grid search-menetelmällä (esim. Kennedy 1986, p. 105). Lisäksi mallissa käytetyt tilanne- ja päätösmuuttujat interpoloitiin. Tuotantokustannus  $C_t(\mathbf{Z}_t, \mathbf{u}_t)$  sisälsi lihakilon tuotantokustannuksen. Se laskettiin Maaseutukeskusten liiton (2003) mallilaskelmien avulla. Tuotantokustannukset on esitetty taulukossa 2. Kustannukset normeerattiin emakko-paikkaa kohti niin, että yksi emakko porsii keskimäärin kaksi kertaa vuodessa. Tällöin aikaindeksi  $t$  eteni 6 kuukauden askelissa.

Muuttuvien tuotantokustannusten lisäksi tuotantoon liittyy sopeutumiskustannuksia, sillä olemassa olevien tuotantotekijöiden vajaakäyttö aiheuttaa tulonmenetyksiä. Tuottajan kannalta on järkevää harjoittaa lyhyellä aikavälillä tuotantoa niin kauan kuin tuotot ylittävät muuttuvat kustannukset (mm. Ross 1980, Chambers 1988). Tuotannon taso voikin säilyä vaikka markkinoilla esiintyy lyhytkestoisia häiriöitä. Sopeutumiskustannuksia käytettiin mallin kalibrointiparametriina. Sopeutumiskustannus määritettiin niin, että markkinamalli toisti tautivapaan ajan olosuhteissa mahdollisimman pienellä virheellä kysyntäyhtälöiden estimoinnissa käytetyn aineiston. Tuotantokapasiteetin aiheuttama sopeutumiskustannus kohdistettiin tuotantomäärään niin, että kapasiteetin aiheuttama kustannus nousi tuotantomäärän laskiessa. Keskimääräisellä tuotostasolla yksi emakko-paikka aiheutti noin 69 € ja lihasikapaikka 13,59 € sopeutumiskustannuksen porsimiskertaa kohti (yhteensä noin 0,26 €/lihakiloa). Sopeutumiskustannus oli noin 80 % mallilaskelmissa (MKL 2003) esitetystä kiinteästä kustannuksesta. 2000-luvun alun lisäykset sianlihan tuotannossa mallinnettiin sopeutumiskustannuksen dummy-muuttujilla.

Taulukko 2. Tulonmenetysten laskennassa käytetyt sianlihan tuotantokustannukset ja tunnusluvut.

<b>Muuttujat</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Lukuarvo</b>
Porsastuotos	porsasta/pahnue <sup>1</sup>	9,5
Porsaan muuttuva tuotantokustannus (sis. työ)	€/porsas	58,99
Emakon uudistuskustannus	€/ensikko	553,04
Tulo emakon poiston yhteydessä	€/emakko	55,50
Lihasian tuotantokustannus (pl. porsas)	€/80 kg sika	61,25
Lihaskojen tuotantotuki	€/sika	23,08
Työtunnin hinta	€/tunti	11,35
Vuotuinen korkokanta	%	6
Lihakilon tuotantokustannus koko ketjussa	€/kg <sup>2</sup>	1,36

<sup>1</sup> 173 päivän tuotantokierrolle nomeerattu tuotos.

<sup>2</sup> Viitteellinen luku eläinten määrän säilyttävälle tuotannolle sisältäen sekä porsastuotannon että lihasian kasvatuksen muuttuvat tuotantokustannukset mukaan lukien työpanos.

Sikamarckkinoita simuloitiin 20 vuoden aikajaksolla alkaen tammikuusta 1997. Näin pitkällä aikajaksolla tuotannon jäännösarvo ei vaikuttanut mallin tuottamaan ratkaisuun tai tautipurkauksen aiheuttamiin menetyksiin. Ennalta odottamaton tautishokki havaittiin toukokuussa 2001 (eläinkuljetuksia koskeva aineisto oli vuodelta 2002). Kalibroinnin yksityiskohdat on esitetty liitteessä 3.

### 3.4.4 Jalostusteollisuuden menetykset

Taudin hävittämiseen ja tartuntojen ennaltaehkäisyyn liittyvät toimenpiteet voivat aiheuttaa huomattavia tulonmenetyksiä elintarviketeollisuudelle. Tautipurkaus voi vaikeuttaa teurastamoiden ja lihanjalostusteollisuuden raaka-aineen saantia, mikäli se laajenee maantieteellisesti suurelle alueelle tai mikäli tartunnan saaneiden tilojen määrä on suuri. Tällöin tuotantokapasiteetin käyttöaste alenee.

Elintarviketeollisuudelle ja kaupalle aiheutuvia menetyksiä tarkasteltiin osana markkinamallia. Teollisuuden ja kaupan oletettiin toimivan markkinoilla, jossa niiden hintamarginaali on lyhyellä aikavälillä kiinteä<sup>14</sup>. Tällöin teollisuuden ja kaupan menetys koostui tuotantomäärien laskun aiheuttamasta menetetyistä liikevaihdosta ja tuotantotekijöiden vajaakäytöstä. Teollisuus voi kuitenkin sopeuttaa tuotantoaan uuteen tarjontatilanteeseen, jolloin se säästää muuttuvia kustannuksia. Lihanjalostus- ja rehuteollisuuden kustannukset laskettiin Meuwissenin (2000) tavoin teollisuuden arvonlisäyksestä. Myös Mangen (2002) laski teurastamoiden ja lihanjalostusteollisuuden menetykset teollisuuden menettämän hintamarginaalin ja siitä vähennettyjen säästettyjen muuttuvien kustannusten avulla.

<sup>14</sup> MTT:n hintamarginaalilaskelmien (Mäkelä ja Niemi 2004) mukaan kaupan ja jalostuksen hintamarginaalin osuus eräiden sikatuotteiden kuluttajahinnasta on viime vuosina noussut.

### *Laskelmien taustatiedot*

Teollisuuden arvonlisäys laskettiin Tilastokeskuksen toimialatilaston tiedoista (Tilastokeskus 2004b). Tarkastelun kohteena olivat TOL 2002 luokittelun toimialat teurastus ja lihan säilyvyyskäsittely, johon kuuluu muiden kuin siipikarjan teurastus ja käsittely, lihanjalostus, johon kuuluu lähes kaikki lihatuotteiden ja -ruokien valmistus ja pakkaus, sekä rehuteollisuus.

Teollisuuden jalostusarvo kuvaa jokseenkin sitä menetystä, jonka teurastamoteollisuus kärsii tuotannon keskeytyessä. Toimialan jalostusarvo saadaan, kun tuotannon bruttoarvosta vähennetään aine- ja tarvikeostot, ostot yrityksen muilta toimipaikoilta, varastojen muutos, ulkopuolisten palvelujen ostot ja muut kiinteät ja muuttuvat kulut kuin henkilöstökulut, sekä lisätään siihen yrityksen toimipaikkaan hankitut kauppatavarat. Esimerkiksi teurastus ja lihan säilyvyyskäsittely-toimialalla 75-80 % kokonaiskustannuksesta kertyy tarvikkeiden ja materiaalien, raaka-aineen, energian ja ostopalveluiden hankinnasta (Tilastokeskus 2004b). Jalostusarvoon sisältyy palkkauskuluja, joita voidaan vähentää tuotannon laskiessa, eikä se sisällä kiinteitä kustannuksia (mm. tutkimus- ja tuotekehitys), joita voi syntyä teurastustoiminnan tilapäisestä keskeytymisestä tai sen vähentymisestä huolimatta.

Vuosien 1997-2003 arvoa kuvaavat jalostusarvot deflatoitiin ja normeerattiin tuotettua lihakiloa kohti jakamalla jalostusarvo toimialan tuottaman lihan määrällä. Lihamäärät perustuivat kysyntäyhtälöiden estimoinnissa käytettyyn aineistoon (Tike 2001 ja 2004). Tämän jälkeen aikasarjasta erotettiin sianlihan osuus jalostetusta lihasta. Sianlihan jalostusmäärien vaihtelulla selitettiin jalostusarvon muutoksia, jonka jälkeen sianlihan jalostusarvo laskettiin keskimääräisille tuotantoluvuille (Taulukko 3).

Tautipurkauksen teurastus- ja lihanjalostusteollisuudelle aiheuttamat menetykset saatiin kertomalla taulukosta 3 valittu arvoluku teurastamatta jääneen lihan määrällä, joka ratkaistiin edellä esitetyistä kysyntäyhtälöistä ja jonka kiinteät kustannukset kohdistuivat teurastetulle lihalle. Ensimmäisen rivin luvut taulukossa 3 kuvaavat Tilastokeskuksen ilmoittamaa jalostusarvoa, johon on lisätty kiinteiksi kuluiksi luettavia kustannuksia, kuten tuotekehitys, kiinteistöjen ja maa-alueiden vuokrat ja suunnittelu ja atk-kulut. Toisen rivin luvut kuvaavat jalostusarvoa. Kolmannen rivin luvuissa jalostusarvosta on vähennetty palkkauskulut ja niihin on lisätty kiinteät kulut. Neljännellä rivillä jalostusarvosta on vähennetty palkkauskulut. Laskelmissa jalostusarvon menetyksenä käytettiin teurastusteollisuudessa korkeinta lukua (0,31 €/kg), sillä teurastamoiden tuotantokapasiteetti liittyy kiinteästi tilojen tuotantoon. Lihanjalostuksessa käytettiin alhaisinta lukua (0,22 €/kg), sillä lihanjalostuksessa voidaan käyttää muuta raaka-ainetta korvaamaan kotimaista sianlihaa. Vaihtoehtoisia jalostusarvon menetyksiä tarkastellaan herkkyysoanalyysin yhteydessä.

Taulukko 3. Teurastus- ja lihan jalostusalan jalostusarvo<sup>1</sup> ja kiinteillä kuluilla ja palkoilla korjattu jalostusarvo (€/kg lihaa).

Arvonlisäys, €/kg	Teurastus	Lihan jalostus	Yhteensä
Jalostusarvo + kiinteät kustannukset	0,31	1,11	1,42
Jalostusarvo	0,30	1,06	1,36
Jalostusarvo - palkat + kiinteät kulut <sup>2</sup>	0,15	0,27	0,42
Jalostusarvo - palkat	0,14	0,22	0,36

<sup>1</sup> Tuotannon jalostusarvo mittaa eri tuotannon tekijöiden yhteenlaskettua jalostusarvoa toimipaikan liiketoiminnasta. Jalostusarvo lasketaan seuraavasti: Bruttoarvo - aine- ja tarvikeostot - ostot yrityksen muilla toimipaikoilla - varastojen muutos - ulkopuoliset palvelut - muut kiinteät ja muuttuvat kulut pl. henkilöstökulut + kauppatarvikkeiden hankinta = JALOSTUSARVO

<sup>2</sup> Jalostusarvosta on vähennetty henkilöstön palkkauskulut ja siihen on lisätty kiinteiksi kuluiksi luettavia kuluja, kuten T&K-kustannukset sekä rakennusten ja maa-alueiden vuokrat. Luokittelun vuoksi näihin voi sisältyä ostopalvelujen kuluja.

Suoja- ja valvontavyöhykkeiden vaikutusta teurastamon toimintaan tarkasteltiin 13 teurastusmäärältään suurimman sikateurastamon avulla. Noin 6 % tutkimusaineiston tiloista sijaitsi alle 10 km etäisyydellä tällaisesta teurastamosta. Teurastamon joutuessa suoja- tai valvontavyöhykkeelle sen toiminta käytännössä keskeytyy, sillä suoja- tai valvontavyöhykkeelle ei saa tuoda sikoja muualta kuin vain poikkeusluvalla. Teurastamon toiminnan keskeytys vaikutti myös lihaskaloiden toimintaan, sillä sikojen teurastukset lykkääntyivät. Perusskenaariossa teurastamon toiminnan keskeytys mallinnettiin siten, että teurastamon toiminta keskeytyi vain 7 vuorokaudeksi sen jälkeen kun 0-10 km säteellä teurastamosta on todettu sikaruttotartunta, vaikka vaikutus tuotantoketjuun olikin pitkäaikaisempi. Alle 14 vuorokauden keskeytyksissä teurastamolle ja siihen liittyvälle lihanjalostukselle aiheutui tällöin noin euron menetys jokaista teurastamatta jäänyttä lihakiloa kohti. Menetys koostui lähes kokonaan henkilöstökuluista. Teurastamoiden kapasiteettitiedot perustuivat sikasiirtorekisterin tietoihin. Lihaan laadun heikennys laskettiin samalla tavoin kuin lihaskalan joutuessa suoja- tai valvontavyöhykkeelle.

Rehuteollisuuden arvonlisäyksestä taulukossa 4 perustuu toimialatilastojen tietoihin. Rehuteollisuuden arvonlisäys suhteutettiin toimialan bruttoarvoon vuosina 1997-2002. Tavoitteena oli, että prosenttiosuudet kuvaisivat sitä osuutta myymättä jääneen rehun arvosta, jonka rehuteollisuus menettää rehujen kysynnän laskiessa. Lihakiloa kohti menetetyt rehun kulutusarvo perustui Maaseutukeskusten liiton tarkkailutiloilta keräämiin tietoihin (MKL 2003). Menetetyksi tuotoksi laskettiin 16,2 % tästä arvosta.



Taulukko 4. Rehunjalostusalan jalostusarvo<sup>1</sup> ja kiinteillä kuluilla ja palkoilla korjattu jalostusarvo (% rehukilon hinnasta).

Arvonlisäys, €/kg	% bruttoarvosta
Jalostusarvo + kiinteät kustannukset	16,2 %
Jalostusarvo	14,6 %
Jalostusarvo - palkat + kiinteät kulut <sup>2</sup>	7,4 %
Jalostusarvo - palkat	5,7 %

<sup>1</sup> Tuotannon jalostusarvo mittaa eri tuotannontekijöiden yhteenlaskettua jalostusarvoa toimipaikan liiketoiminnasta. Jalostusarvo lasketaan seuraavasti: Bruttoarvo - aine- ja tarvikeostot - ostot yrityksen muilta toimipaikoilta - varastojen muutos - ulkopuoliset palvelut - muut kiinteät ja muuttuvat kulut pl. henkilöstökulut + kauppatavaroiden hankinta = JALOSTUSARVO

<sup>2</sup> Jalostusarvosta on vähennetty henkilöstön palkkauskulut ja siihen on lisätty kiinteiksi kuluiksi luettavia kuluja, kuten T&K-kustannukset sekä rakennusten ja maa-alueiden vuokrat. Luokittelun vuoksi näihin voi sisältyä ostopalvelujen kuluja.

### 3.5 Skenaariot ja herkkyysanalyysi

Tautipurkauksen kokonaismenetyks saatiin kun veronmaksajien, tuottajien, teollisuuden ja muiden ryhmittymien (pois lukien kuluttajat) kärsimät menetykset laskettiin yhteen. Tulokset esitettiin kustannusryhmittäin. Koska kyseessä oli stokastinen simulaatiomalli, tuloksista voitiin raportoida myös niiden vaihtelua kuvaavia hajontalukuja. Numeerisista tuloksista poimittiin sekä odotusarvo että tulosten hajontaa kuvaava vaihteluväli, jonka sisällä 95 % simulaatioista havaittiin. Esimerkiksi tautipurkauksen kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa 2,5 % simulaatioista tuotti suuremman menetyksen kuin vaihteluvälin yläraja ja 2,5 % simulaatioista tuotti pienemmän menetyksen kuin 95 %:n vaihteluvälin alaraja. Kokonaismenetyks ja siihen vaikuttavien tekijöiden herkkyysanalyysi vastasivat ensimmäiseen tutkimusongelmaan.

Epidemiologisella mallilla simuloidut tautipurkaukset jaettiin pieniin, keski-suuriin ja suuriin tautipurkauksiin. Pienet tautipurkaukset edustivat sporadisia yksittäisen tilan tautipurkauksia. Keskisuurissa tautipurkauksissa tartunnan saaneita tiloja oli yhteensä 2-4 kappaletta. Suurissa tautipurkauksissa tartuntatiloja oli yhteensä vähintään 5 kappaletta.

Tautiriskien hallinnan kannalta mielenkiintoinen kysymys on myös se, voidaan-ko menetyksiä alentaa ja miten paljon niitä voidaan alentaa. Tautivahinkojen vähentämiseen liittyvien riskinhallintatoimenpiteiden merkitystä tarkasteltiin vertailemalla tartunnan saaneiden tilojen lukumäärän ja tautipurkauksen taloudellisten seurausten keston vaikutusta menetyksiin. Lisäksi tarkasteltiin ensimmäisen tartuntatilan tuotantosuunnan, eläinmäärän ja sen lähettyvillä olevien muiden sikatilojen määrän vaikutusta menetyksiin. Nämä ominaisuudet määräytyivät sen mukaan, mikä sikatilarekisterin tiloista valittiin ensimmäiseksi tartunnan saaneeksi tilaksi. Taustasyiden vaikutuksia tarkastelemalla saatiin selville

esimerkiksi taudin leviämisen varjohinta (ts. kustannusvaikutus). Vertaamalla varjohintaa leviämisen estämiseksi tehtyjen uhrausten kustannuksiin voitiin arvioida suuruusluokkaa sille, kuinka suurten leviämistä estävien satsausten tekemiseen on taloudellisia kannustimia. Tutkimuksessa käytetty lähestymistapa soveltuukin parhaiten lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden tarkasteluun tietyssä tilanteessa, ei niinkään tarkan piste-estimaatin laskemiseen.

Tartuntatilan ominaisuudet vaikuttivat sikaruttoviruksen leviämiseen (tuloksia on tarkasteltu epidemiologisten tulosten yhteydessä (Raulo & Lyytikäinen 2005)). Ensimmäisen tartuntatilan ominaisuuksien kustannusvaikutuksia ja seurannaisvaikutuksia tuotantoketjussa tutkittiin luokittelemalla simulaatiot tilan tuotantosuunnan ja koon mukaan. Emakkotilaksi luokitellulla tilalla pidettiin yhtä emakkoa kohti enintään kahta lihasikaa. Muut emakkoja pitävät tilat luokiteltiin yhdistelmätiloiksi. Lihasikaloiksi luokitelluilla tiloilla oli vain lihasikojia. Emakkotilat jaettiin kolmeen ryhmään, jotka olivat 1-50 emakkoa (n. 49 % emakkotiloista ja simulaatioista), 50-240 emakkoa (46 % tiloista) ja yli 240 emakkoa (5 % tiloista). Yhdistelmäsikaloissa luokat olivat 1-40 emakkoa (n. 47 % simulaatioista ja yhdistelmätiloista), 40-150 emakkoa (47 % tiloista) ja yli 150 emakkoa (6 % tiloista). Lihasikaloissa luokat olivat 1-300 sikaa (47 % lihasikaloista), 300-1000 sikaa (45 % lihasikaloista) ja yli 1000 sikaa (8 % lihasikaloista).

Mallissa jokainen tartuntatila aiheutti ennalta odottamattomia kustannuksia. Markkinahäiriöiden yhteydessä perusvaihtoehtona tarkasteltiin tilannetta, jossa vientikysyntä laski 50 %. Gallup elintarviketiedosta saatujen tietojen mukaan tämä on vain hieman enemmän kuin Suomesta muihin EU-maihin viedyn sianlihan osuus keskimäärin kaikesta Suomesta viedystä sianlihasta vuosina 2003-2004. EU:ssa viime vuosina havaittujen sikaruttoepidemioiden perusteella sianlihan vienti rajoitusalueen ulkopuolelta muihin EU-maihin voinee jatkua normaalisti myös taudin maassa toteamisen jälkeen. Talouslaskennan perusskenaariossa kysyntäshokin kestoksi oletettiin 6 kuukautta viimeisen tartunnan havaitsemisesta maassa. Kansainvälisen eläintautijärjestön ohjeiden mukaan tautivapaus on joissakin tapauksissa mahdollista saavuttaa myös nopeammin (OIE 2004). Kysyntäshokin kestoon lisättiin tartunta-alueen rajoitusten poistamiseen liittyvä varoaika. Tulosten luotettavuuden selvittämiseksi suoritettiin herkkyyssanalyyseja. Tautipurkaus voi aiheuttaa odotettua suurempia menetyksiä, hintataso saattaa nousta tai kysyntäshokki voi olla ennakoitua voimakkaampi tai heikompi. Rajoitukset voivat myös kestää ennakoitua pitempään ja kysyntä voi palautua ennalleen viiveellä. Herkkyyssanalyysin tekijät ja muut tarkastellut skenaariot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tutkimuksessa tarkastellut skenaariot ja herkkyysanalyysissa tarkastellut epidemiologiset ja taloudelliset tekijät.

<b>Skenaariossa tarkasteltava tekijä</b>	<b>Skenaarion kuvaus tai muutos perusskenaariosta</b>
Pieni tautipurkaus	1 tartuntatila
Keskisuuri tautipurkaus	2-4 tartuntatilaa
Suuri tautipurkaus	vähintään 5 tartuntatilaa
Lähtötilan tuotantosuunta	vain emakkosikalat
Lähtötilan tuotantosuunta	vain lihasikalat
Lähtötilan tuotantosuunta	vain yhdistelmäsisikalat
Lähtötilan koko (tuotantosuunnittain)	”pieni”
Lähtötilan koko (tuotantosuunnittain)	”keskisuuri”
Lähtötilan koko (tuotantosuunnittain)	”suuri”
Sikaloiden lukumäärä 10 km säteellä lähtötilasta	0, ..., 107 tilaa
Vientikysynnän lasku <sup>1</sup> (tautivapaaseen aikaan verrattuna)	-10 %
Vientikysynnän lasku <sup>1</sup> (tautivapaaseen aikaan verrattuna)	-100 %
Vientikysynnän shokin kesto	+2 kk
Vientikysynnän shokin kesto	+4 kk
Näytteenotto rajoitus- ja kontaktitiloilta	päätetään tilalla käytäessä
Tartuntojen määrä ensimmäisen tautihavainnon jälkeen	(kpl) / ei yhtään
Välittömät kustannukset	+10 %
Rajoitus- ja tartuntatilojen menetykset	+10 %
Teollisuuden marginaali	+10 %
Sikapaikan kiinteä kustannus	+10 %
Rajoittavien määräysten välillinen vaikutus	+10 %
Kotimaisen lihan kysyntäjousto Suomessa	+10 %
Sianlihakilon tuotantokustannus	+10 %

<sup>1</sup> Perustilanteessa vientikysyntä laskee 50 % tautivapaaseen aikaan verrattuna ja kysyntäshokki kestää 6 kk viimeisen tartuntatilan puhdistuksen jälkeen. Kaikkea vientikysyntää käsitellään samalla tavalla vientikohteesta riippumatta.

## 4 Tulokset

### 4.1 Tautipurkauksen aiheuttamat menetykset

#### 4.1.1 Tilamäärät ja menetysten taso

Simulaatiomallin tulosten mukaan sikaruttotautipurkaus Suomessa käsitti keskimäärin 2,2 sikatilan tartunnan. Noin 54 %:ssa simulaatioista tartunta ei levinnyt ensimmäiseltä tartuntatilalta. Keskokokoisten, 2-4 tartuntatilaa käsittävien tautipurkausten osuus simulaatioista oli noin 36 %. Suurten tautipurkausten osuus simulaatioista oli noin 10 %. Vähintään 10 tartuntatilaa käsittäviä erittäin suuria tautipurkauksia oli vain runsas prosentti simulaatioista. Kaikilla tartuntatiloilla oli yhteensä pienissä tautipurkauksissa keskimäärin 239 lihasikaa, 41 emakkoa ja 146 porsasta, keskisuurissa tautipurkauksissa keskimäärin 1149 lihasikaa, 164 emakkoa, 583 porsasta, ja suurissa tautipurkauksissa keskimäärin 5163 lihasikaa, 779 emakkoa ja 2768 porsasta.

Keskimäärin epidemian aikana syntyi uusia tartuntoja 1,8 tilalla, kun maassa ensimmäiseksi tartunnan saaneella tilalla oli emakkosikala. Porsaita tuottavista tiloista erottuvat jalostustoimintaa harjoittavat tilat, sillä keskimäärin epidemian aikana syntyi uusia tartuntoja 3 tilalla kun maassa ensimmäiseksi tartunnan saaneella tilalla harjoitettiin jalostustoimintaa. Keskimääräistä suurempi epidemia syntyi kun maan ensimmäinen tartuntatila oli keskimääräistä suurempi. Liha- tai yhdistelmäsikalan ollessa ensimmäisenä tartuntatilana tautipurkauksessa syntyi keskimäärin hieman alle yksi uusi tartunta.

Sikaruttotartunta havaittiin maassa ensikerran keskimäärin 69 päivää ensimmäisen tilan tartunnasta. Usean tartuntatilan tautipurkauksessa tartunnan saaneiden tilojen lukumäärä kasvaa aina 100 päivän havaintoaikaan asti.

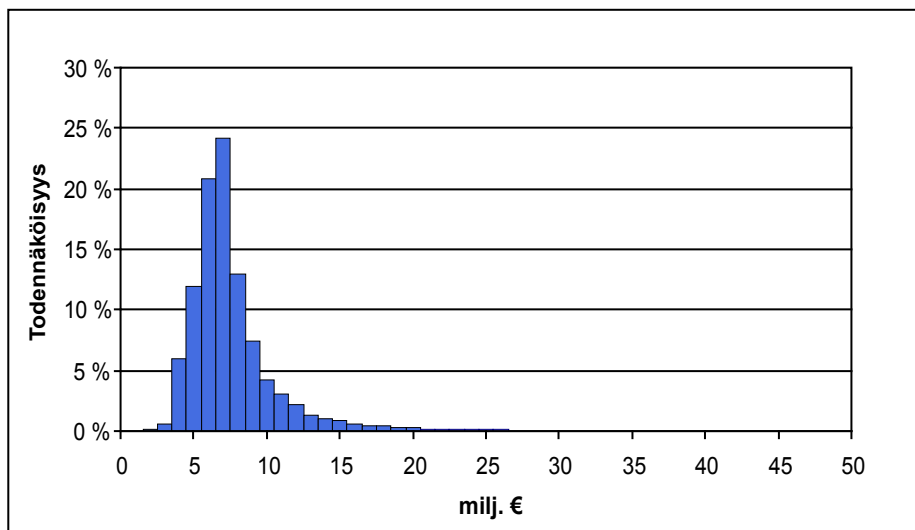
Suoja- ja valvontavyöhykkeille joutui simulaatioissa keskimäärin 53 tilaa ja jäljitetyn kontaktin vuoksi tarkistetaan noin 80 tilaa. Suojavyöhykkeille joutui tautipurkauksen aikana keskimäärin 9 tartunnasta vapaata tilaa ja valvontavyöhykkeille keskimäärin 45 tartunnasta vapaata tilaa. Suoja- ja valvontavyöhykkeille joutuvien tilojen määrä oli 95 %:ssa simulaatioista enemmän kuin yksi tila ja vähemmän kuin 226 tilaa. Rajoitusvyöhykkeillä on pienissä tautipurkauksissa keskimäärin 27 sikatila, keskisuurissa tautipurkauksissa 80 ja suurissa tautipurkauksissa keskimäärin 302 tilaa.

Simulaatioiden mukaan klassisen sikaruton tautipurkaus aiheutti keskimäärin 7,6 miljoonan euron menetykset silloin, kun vientikysyntä heikkeni 50 % (perusskenaario) ja kun kaikki taulukossa 6 esitetyt kustannustekijät otettiin huomioon. Tautivahingot asettuivat 4,0 ja 16,5 miljoonan euron välille 95 %:ssa simulaatioista. Kustannusvaihtelua aiheuttivat tilakohtaiset ja alueelliset tekijät

sekä lopputulokseen vaikuttava, taudin leviämiseen ja havaitsemiseen liittyvä satunnaisvaihtelu. Esimerkiksi yksittäisen tartuntatilan suoja- ja valvontavyöhykkeillä olevien tilojen tuotantokierron vaihe ja niillä olevien sikojen määrä aiheuttivat huomattavaa tartuntatilasta riippumatonta kustannusvaihtelua. Satojen miljoonien eurojen menetykset olivat mahdollisia tartuntatilojen lukumäärän noustessa suureksi, teurastamon toiminnan keskeytyessä pitkäksi aikaa, kysyntäshokin ollessa voimakas tai tiladesinfektion ollessa kallista (Kuva 4).

Perusskenaariossa kokonaismenetykset tartunnan saanutta sikatilaa kohti oli keskimäärin noin 4,8 miljoonaa euroa. Tartuntatilojen määrän noustessa menetykset kasvoivat, mutta tilaa kohti laskettu menetykset aleni. 'Pieni tautipurkaus'-skenaariossa menetykset olivat yhtä tartuntatilaa kohti keskimäärin 6,3 miljoonaa euroa. Keskiarvossa tautipurkauksessa menetykset olivat keskimäärin 3,1 miljoonaa euroa ja suuressa tautipurkauksessa keskimäärin 2,0 miljoonaa euroa yhtä tartuntatilaa kohti. Tämä johtuu melko pitkälti siitä, että ensimmäisen tilan tartuntaan liittyy kertaluonteisia kustannuksia kuten tautivapauden menetykset.

Välillisten ja välittömien menetysten osuudet kokonaismenetyksistä riippuivat muun muassa vientikysynnässä tapahtuvista muutoksista. Perusskenaariossa välittömien menetysten osuus kaikista menetyksistä oli keskimäärin noin 7 %. Välittömien kustannusten vaihtelu oli kuitenkin suurta, sillä niiden osuus kaikista menetyksistä vaihteli noin promillemista kymmeneen prosenttiin. Välillisten menetysten osuus menetyksistä oli noin 61 %, mikäli kysyntä- ja tarjontashokin vaikutuksia sianlihan hintaan ja tuotantomääriin ei otettu huomioon. Tautipurkaus kuitenkin aiheuttanee markkinahäiriöitä.



Kuva 4. Menetysten (milj. €) jakautuminen eri suuruusluokkiin.

Taulukko 6. Sikaruton aiheuttamat menetykset (milj. €), tartunnan saaneiden tilojen lukumäärä (kpl) ja arvioitu työvoiman tarve (1000 h) simulaatioissa keskimäärin sekä vaihteluväli, jossa havaitaan 95 % tuloksista<sup>1</sup>.

	2,5 %	Keskimäärin	97,5 %
Tartuntatilojen puhdistus <sup>2</sup>	0,0*	0,3	1,5
Rajoitustilojen tarkastus	0,0*	0,1	0,5
Muut välittömät menetykset	0,0*	0,1	0,3
<b>Valtion kustannukset yhteensä</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>2,3</b>
Tartuntatilojen menetykset	0,0*	0,1	0,3
Rajoitustilojen tulonmenetykset	0,0*	0,2	1,0
<b>Tilojen tulomenetykset yhteensä</b>	<b>0,0*</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>
Teollisuuden menetys	0,0*	0,6	3,7
Alkutuotannon menetykset	4,8	6,2	10,4
Muut välilliset menetykset	0,0*	0,0*	0,1
<b>Välilliset menetykset yhteensä</b>	<b>3,8</b>	<b>7,1</b>	<b>14,7</b>
<b>Välilliset ja välittömät yhteensä</b>	<b>3,9</b>	<b>7,6</b>	<b>16,2</b>
Teurastamo suoja/valvontavyöhykkeellä	0,0	0,0*	0,4
Teurastuksen häiriöiden vaikutus tiloille	0,0	0,0*	0,3
<b>Teurastamon toiminnan keskeytys yhteensä</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>
<b>Kaikki menetykset yhteensä</b>	<b>4,0</b>	<b>7,6</b>	<b>16,5</b>
<b>Työpanoksen määrä, 1 000 h</b>	<b>2,4</b>	<b>9,4</b>	<b>36,6</b>
<b>Tartuntatiloja kpl</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>8,0</b>

<sup>1</sup> Luvut ovat verottomia eivätkä sisällä verotulojen muutoksia. Taulukossa raportoidut välilliset menetykset perustuvat skenaarioon, jossa vientikysyntä laskee tautipurkauksen vuoksi 50 %. Markkinahäiriöiden vaikutusta menetyksiin tarkastellaan myöhemmin luvussa 4.

<sup>2</sup> Tilan desinfektio siten, että desinfektiossa ei tuhoudu tai tuhota omaisuutta. Tartuntatilan puhdistuskustannuksia sisältyy myös kohtaan "Muut välittömät menetykset".

\* Vähemmän kuin 50 000 euroa

#### 4.1.2 Välittömät menetykset

Noin 60 % välittömistä menetyksistä aiheutui tartuntatiloilla pidettyjen eläinten lopetuksista ja kontaminoituneen materiaalin hävittämistä sekä tuotantorakennusten desinfektioista. Huomattavin yksittäinen taudin tilalta hävittämiskustannukseen vaikuttava menoerä oli hävitettävien sikojen arvon menetys, jonka kustannus oli laskelmissa käytetyillä hinta- ja eläinmäärätiedoilla keskimäärin 230 000 € tautipurkausta kohti. Tämä summa korvattiin valtion varoista tartuntatiloille. Tartunnan saaneiden tilojen pesu ja desinfektio työ aiheutti keskimäärin noin 50 000 euron kustannukset. Puhdistuskustannukset kasvoivat tilakoon kasvaessa. Sikatilojen keskikoko on Suomessa kuitenkin melko alhainen (ks. Liite 4). Noin puolessa sikaloista rakennusnormien mukainen sikalan pinta-ala

on alle 600 neliometriä. Puhdistuksen voimakas kustannusvaihtelu oli mahdollista, sillä desinfektiokustannus koostui lähes kokonaan työ kustannuksista. Vaikeasti puhdistettavat kohteet voivat nostaa kustannuksia. Mikäli desinfektiokustannus nousisi nelinkertaiseksi, tautipurkauksen välittömät kustannukset olisivat noin 0,7 miljoonaa euroa.

Tartuntatiloilla oli yhteensä keskimäärin 139,2 tonnia hävitettävää materiaalia (lihaa ja rehua), josta noin puolet on tilalla lopetushetkellä pidettyjen sikojen massaa. Hävitettävän materiaalin määrä on 95 %:ssa simulaatioista 5,4 tonnin ja 670,0 tonnin välillä. Hävitettävän materiaalin määrä oli suuri silloin, kun tartunnan saaneet tilat ovat keskimääräistä suurempia tai kun tiloilla oli paljon myyntikuntoisia lihasikoja tai porsaita.

Taulukossa 6 esitettyjen tiladesinfektion kulujen lisäksi tuotantotekijöitä voidaan joutua hävittämään tai ne voivat vahingoittua puhdistuksen yhteydessä. Tämä lisäisi tautikustannuksia erityisesti silloin, jos kyseessä olisi uudehko, hyväkuntoinen ja iso sikala. Mikäli tuotantorakennusten vaurioituminen osittain tai kokonaan tapahtuisi satunnaisesti 50 % todennäköisyydellä millä tahansa tartuntatilalla, tuotantotekijöiden vahingoittuminen aiheuttaisi maatalouden ohjekustannuksilla (MMM 2001) laskien keskimäärin noin 136 500 euron omaisuuden menetyksen tautipurkausta kohti (57 000 €/tartuntatila).

Suoja- ja valvontavyöhykkeillä olevien tilojen sekä kontaktitilojen tarkastukset aiheuttivat lähes neljäsosan verovaroista korvatuista menetyksistä. Mikäli kaikki tartuntatilat olisi tunnistettu heti ensimmäisen tautihavainnon aikaan, tartunnasta vapaiden tilojen tarkastuksista aiheutuvat kustannukset olisi voitu välttää. Tautipurkauksen aikana toimitaan kuitenkin tilanteessa, jota ei tunneta kunnolla, minkä vuoksi kustannuksia ei voida juurikaan välttää. Tilojen tarkastuksen kustannus nousi suureksi erityisesti silloin, kun sikalan kontaktitilojen määrä oli suuri. Myös suurten yksiköiden sijainti rajoitusalueella nosti tarkastuskustannuksia.

Perusskenaariossa kontaktitilaksi epäiltyjen tilojen siat ja valvontavyöhykkeellä sijaitsevien tilojen siat tutkittiin. Lisäksi sioista otettiin näytteitä ensimmäisen tarkastuksen yhteydessä, jos kontaktin mahdollisuutta ei voitu sulkea pois sioissa esiintyvien sikaruton oireiden vuoksi. Mikäli näytteet olisi otettu kaikilta valvontavyöhykkeen tiloilta jo ensimmäisen käynnin yhteydessä ja lisäksi kaikilta kontaktitilaksi epäilyiltä tiloilta, näytteenoton kustannukset olisivat kasvaneet noin 0,5 miljoonalla eurolla. Tällöin välittömät kustannukset olisivat nousseet enimmillään runsaaseen 20 miljoonaan euroon. Kustannusten nousua olisi aiheuttanut erityisesti kontaktitilojen tarkastus, koska ääritapauksissa kontaktitiloja olisi useita satoja. Rajoitusalueen ulkopuolelle syntyvien uusien tartuntojen aiheuttama kustannus olisi suurempi kuin perustetuilla rajoitusvyöhykkeillä syntyvien uusien tartuntojen kustannus. Tarkastusten aiheuttamat kustannukset ja välilliset menetykset nimittäin kasvoivat tartunnan levitessä jo perustettujen vyöhykkeiden ulkopuolella.

Välittömiin menetyksiin liittyvä menoerä muut kulut aiheutti noin 0,1 miljoonan euron kulut. Se sisälsi muun muassa kansallisen ja alueellisen kriisikeskuksen toiminnan kuten epidemiologisen kartoituksen, läänineläinlääkärin ja ministeriötason työpanoksen, sekä desinfektioimenpiteet suoja- ja valvontavyöhykkeillä. Muiden kulujen suuruus riippui tartunnan saaneiden tilojen lukumäärästä. Myös taudin hävittämiseen tarvittavien henkilöstöresurssien tarve kasvoi tartuntatilojen määrän kasvaessa.

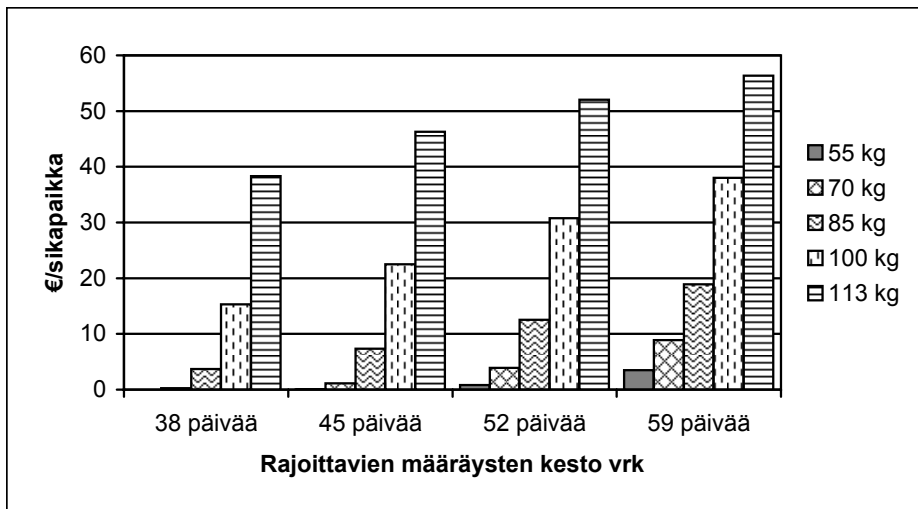
### 4.1.3 Välilliset menetykset tilatasolla

Tässä luvussa tarkastellaan tartuntatilalle, sekä tartunnasta vapaille suoja- ja valvontavyöhykkeellä sijaitsevalle tilalle, tai tartuntatilan kontaktitilalle aiheutuneita välillisiä menetyksiä. Muista tuloksista poiketen tässä luvussa käsitellään sikapaikkakohtaisia menetyksiä. Rajoittavien määräysten aiheuttamat menetykset lihasikapaikkaa kohti nousivat, kun tartunnasta vapaalla tilalla olevien sikojen ikä nousi tai kun rajoittavien määräysten kesto pitkittyi. Tämä johtui siitä, että samalla laatutappioiden riski kasvoi. Sen sijaan tartuntatilalta hävitettävien sikojen tuottajalle aiheuttama tulonmenetyks laski sikojen lähestyessä teuraskypsyyttä, koska sikojen myyntiarvo kasvoi niiden lähestyessä teuraskypsyyttä (Niemi ym. 2004).

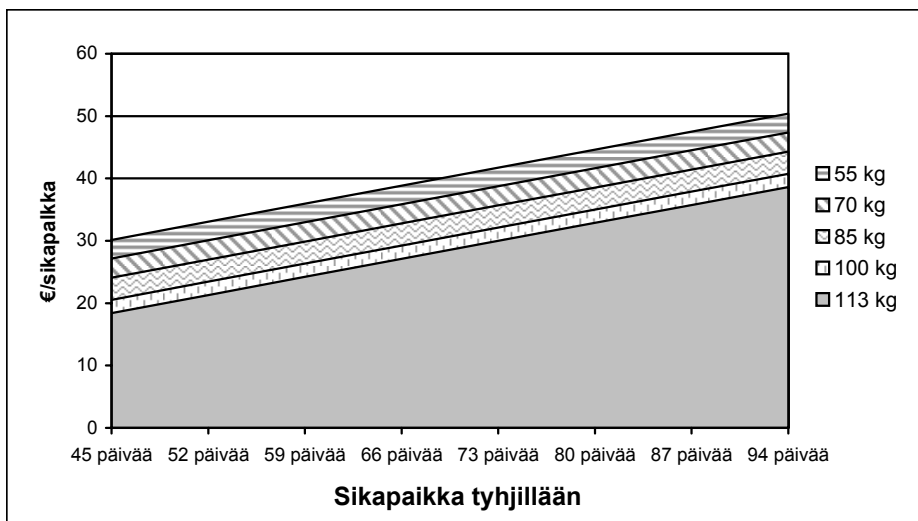
Kuva 5 havainnollistaa sitä, miten suoja- tai valvontavyöhykkeellä sijaitsevalla tartunnasta vapaalla tilalla pidetyn lihasian paino ja rajoittavien määräysten odotettavissa oleva kesto vaikuttivat tuottajan lihasikapaikkaa kohti kärsimään tulonmenetykseen. Esimerkiksi 45 päivän rajoitusjaksolla alle euron menetyksen todennäköisyys tartunnasta vapaan tilan lihasikapaikkaa kohti oli noin 50 %. Eläimen ohittaessa kasvatusjakson puolivälin menetykset nousivat nopeasti. Esimerkiksi rajoittavia määräyksiä annettaessa satakiloisen lihasian aiheuttama menetys nousi 22 eurosta 31 euroon, kun rajoittavien määräysten kesto pitkittyi 45 päivästä 52 päivään. Kuva 6 puolestaan havainnollistaa tartuntatilan lihasikapaikkaa kohti kärsimään tulonmenetyksen, kun eläimet lopetettiin 55-113 kilon elopainossa ja uusi sikaerä tuotiin tilalle aikaisintaan 45-94 päivän kuluttua lopetuksesta.

Emakkosikaloissa menetykset kertyivät tasaisemmin kuin lihasikaloissa, sillä emakot jakautuivat tasaisesti eri ikäryhmiin. Todennäköisyys sille, että tilalla oli paljon suurimmat menetykset aiheuttavan ikäryhmän emakoita oli alhainen. Tartunnan saaneen emakkosikalan menetys voi olla myös negatiivinen (tila hyötyy tartunnasta), koska emakot korvattiin kiinteällä hinnalla ja koska tuotantopotentiaalinen menetys vaikutti merkittävästi tappioihin. Emakkosikala menetti keskimäärin 52 € emakkopaikkaa kohti, mikäli paikka oli tyhjillään 45 vuorokautta eläinten lopetuksen jälkeen. Tämän jälkeen jokainen lisäpäivä lisäsi menetyksiä runsaalla eurolla. Rajoittavien määräysten pitkittyessä esimerkiksi 52 vuorokautteen tulonmenetys oli 60 euroa. Tämän lisäksi tuottajat saattavat menettää palkkatuloja, mikäli korvaavaa tulonlähdettä ei ole.

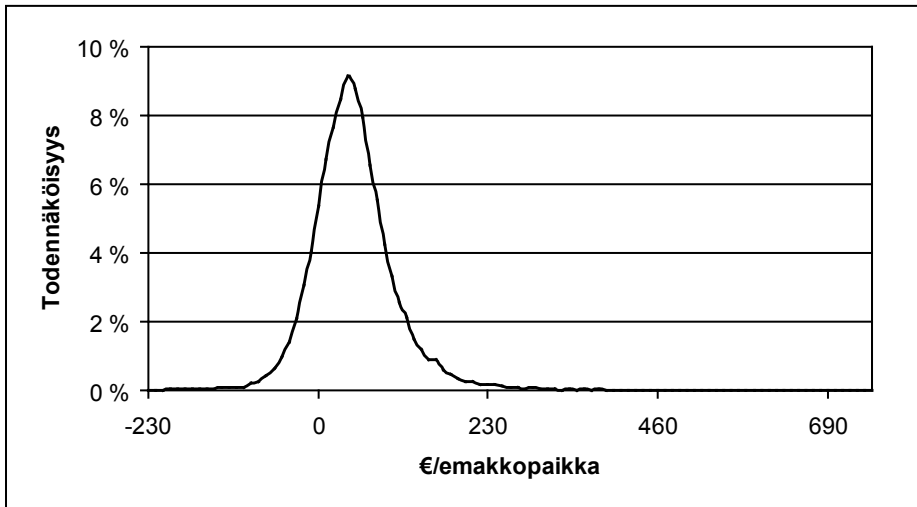




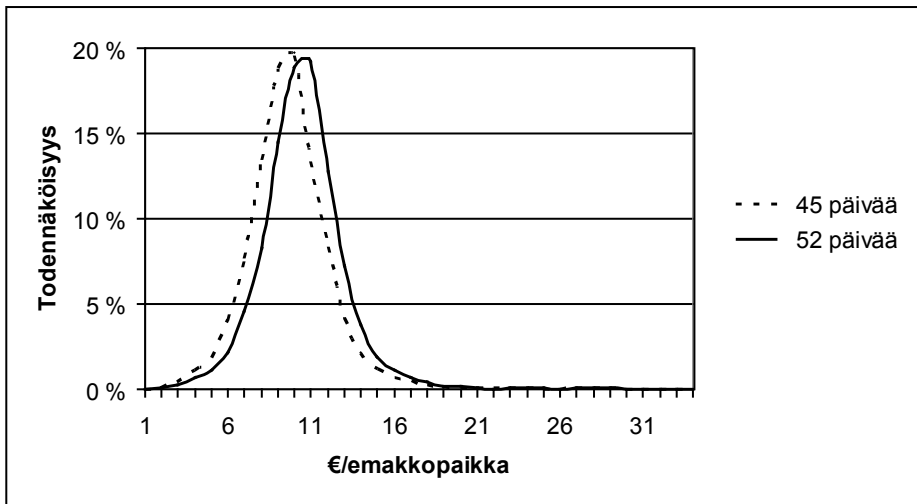
Kuva 5. Tuottajan tulonmenetykset lihasikapaiikkaa kohti, kun suoja- tai valvontavyöhykkeellä sijaitsevalle tartunnasta vapaalle tilalle annetaan teurastuksen estävät rajoittavat määräykset, joiden kesto on 38-59 vuorokautta ja kun sikapaikalla oleva sika painaa määräyksiä annettaessa 55-113 kg.



Kuva 6. Tartuntatilan tulonmenetykset lihasikapaiikkaa kohti, kun lopetushetkellä 55-113 kg painavat lihasiat korvataan niiden elopainon mukaan hintaan 1,39 €/kg ja kun sikapaikka on tyhjiällä 45-94 päivää sikojen lopetuksen jälkeen.



Kuva 7. Tartunnan saaneen emakkosikalan tulonmenetysten jakautuminen (€/emakkopaikka), kun emakkopaikka on lopetuksen jälkeen tyhjillään 45 päivää.



Kuva 8. Suoja- ja valvontavyöhykkeellä sijaitsevalle tartunnasta vapaalle tilalle rajoittavista määräyksistä aiheutuva menetys (€/emakkopaikka), kun määräykset kieltävät emakkojen siemennykset alueella ja kestävät 45 tai 52 päivää.

Tautipurkauksen vuoksi lopetettujen eläinten menetys aiheutti kaikille tartunnan saaneille tiloille keskimäärin 61 400 euron tulonmenetykset. Simulaatiossa oli keskimäärin 2,2 tartunnan saanutta tilaa, mutta niillä pidettyjen sikojen lukumäärä ja laatu vaihtelivat, joten menetys yhtä tartuntatilaa kohti oli noin 24 650 euroa. Tilojen tulonmenetykset riippuivat siitä, miten tuottajien menetykset korvattiin verovaroista ja missä tuotantokierron vaiheessa siat olivat

tautihavaintohetkellä. Rajoittavat määräykset aiheuttivat tartunnasta vapaille suoja- ja valvontavyöhykkeillä sijaitseville tiloille ja tartunnasta vapaille kontaktitilaksi epäilyille tiloille yhteensä keskimäärin noin 210000 euron menetykset. Tartunnasta vapailla tiloilla pidettyjen lihasikojen teurastuksen viivästyisestä aiheutuvia menetyksiä voitiin alentaa lopettamalla siat ennen rajoittavien määräysten poistamista. Tämän vaihtoehdon käyttömahdollisuudet riippuvat kuitenkin lainsäädännöstä, viruksen leviämiskäytännöistä ja lopetukseen ja eläinten korvaukseen käytettävissä olevien resurssien määrästä.

#### **4.1.4 Toimialan välilliset menetykset**

Koko toimialan menetykset voivat nousta suuriksi, koska ne vaikuttivat kaikkien Suomen sikatilojen toimintaympäristöön. Esimerkiksi kotimaan lihamarkkinoiden kyllästyminen ja sitä seuraava sianlihan hinnan lasku aiheutti menetyksiä koko sikataloudelle. Perusskenaariossa alkutuotannon menetykset olivat keskimäärin 6,4 miljoonaa euroa. Lihan tuotantomääriin liittyvät lihanjalostus-, teurastamo- ja rehuteollisuuden menetykset ovat perusskenaariossa keskimäärin noin 0,6 miljoonaa euroa (Taulukko 6). Teollisuuden menetykset olivat sitä korkeammat mitä enemmän tartuntatiloilla ja rajoittavien määräysten kohteeksi joutuvilla tiloilla oli sikoja. Sikojen poistaminen markkinoilta voi aiheuttaa muutaman kuukauden viiveellä tuotantopiikin, joka voi nostaa tuotantomäärät tautipurkauksen jälkeen hetkellisesti suuremmiksi kuin ennen tautipurkausta. Hintamuutosten ohella tämä aiheutti sen, että tuotantoketju voi yksittäistapauksissa hyötyä tautipurkauksesta.

Tautipurkauksen aiheuttama vientikysynnän heikkenemisen voimakkuus vaikutti toimialan kärsimien menetysten määrään. Mikäli sianlihan vienti keskeytyi kokonaan, menetykset olivat noin 6,6 miljoonaa euroa suuremmat kuin perusskenaariossa. Mikäli tautipurkaus ei vaikuttanut vientikysyntään, tuottajat voivat kollektiivisesti jopa hyötyä tautipurkauksesta. Vientikysynnän muutoksista aiheutuvien menetysten vaihtelu olikin melko suurta. Myös kysyntähäiriön kesto vaikutti merkittävästi menetyksiin (ks. luku 4.5).

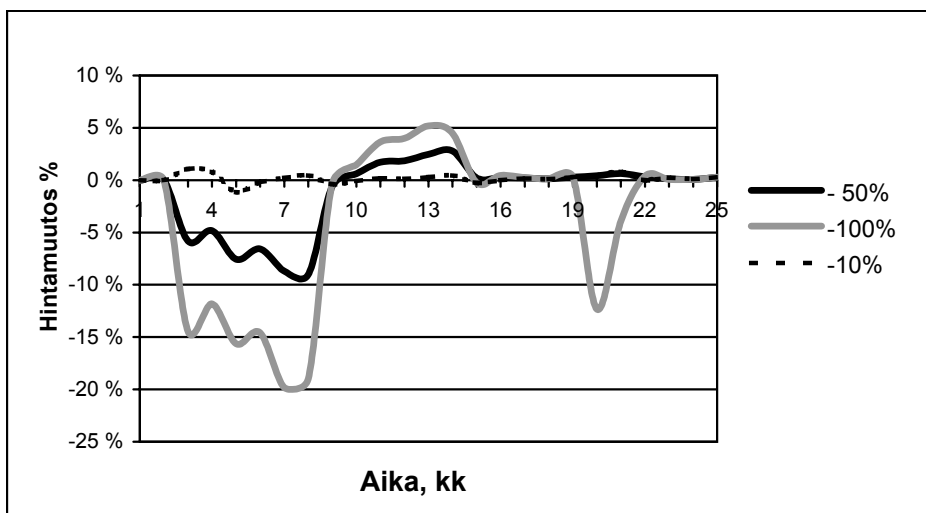
Kysyntäshokin voimakkuus vaikutti enemmän menetysten tasoon kuin menetysten eroihin simuloitujen tautipurkausten välillä. Kun vientikysyntä laski 10 % tautivapaaseen aikaan verrattuna, tautipurkauksen aiheuttamat menetykset olivat 95 %:ssa simulaatioista -0,2 ja 18,5 miljoonan euron välillä. Vientikysynnän keskeytyessä kokonaan tautipurkauksen aiheuttamat menetykset olivat 95 %:ssa simulaatioista 10,9 ja 35,3 miljoonan euron välillä. Tuontirajoitusten lieventyessä muutos kohdistui erityisesti vähän menetyksiä aiheuttaviin tautipurkauksiin ja tuontirajoitusten tiukentuessa muutos kohdistui suurin menetyksiä aiheuttaviin tautipurkauksiin.

Kysyntämuutokset liittyivät tautipurkauksen aiheuttamiin muutoksiin lihan tarjonnassa sekä kysynnän ja tarjonnan kohtaamiseen vaadittavasta hintasopeu-

tuksesta. Tautipurkauksen havaitsemisen jälkeen sianlihan hinta laski noin 5 %. Perusskenaariossa, jossa vientikysyntä laski 50 %, lihan hinta oli ensimmäisten kuukausien aikana 3-7 % alhaisempi kuin tautivapaana aikana. Vientikysyntä voi useimmissa tapauksissa palautua ennalleen muutamassa kuukaudessa, sillä tautipurkaukset olivat tilamäärältään melko pieniä. Tällöin lihan hinta oli keskimäärin 1-2 % korkeampi kuin tautivapaana aikana. Tämän jälkeen hintataso palautui vähitellen normaaliksi.

Vientikysynnässä esiintyvän shokin voimakkuus vaikutti hintatasoon. Sianlihan viennin keskeytyessä tilapäisesti kokonaan lihan hinta laski ensimmäisten kuukausien aikana 15 % tautivapaaseen aikaan verrattuna (Kuva 9). Vientikysynnän muutoksen ollessa vähäinen tai olematon, tautipurkaus voi nostaa lihan hintaa 1-2 % pian tautihavainnon jälkeen. Kuvan 9 oikeassa reunassa oleva vuoteen 2003 ajoittuva tuotanto- ja hintapiikki johtui kysyntäshokin seurannaisvaikutuksista. Sen vaikutus menetyksiin oli noin 1 %.

Sikateurastamon joutuminen suoja- tai valvontavyöhykkeelle on erityistapaus, joka toteutui noin 11 %:ssa simulaatioista (13 suurinta teurastamo). Teurastamon toiminnan keskeytymisen toimialalle aiheuttama kustannuspaine ilmeni lähinnä suurimpien teurastamoiden toiminnan häiriintyessä. Tällöin myös elintarvikkeiden huoltovarmuus voi heikentyä. Sen sijaan pienten teurastamoiden kustannusvaikutus oli marginaalinen. Siten teurastamon toiminnan keskeytyminen aiheutti perusskenaariossa keskimäärin alle 0,1 miljoonan euron menetykset tautipurkauksta kohti. Suuren teurastamon joutuessa suoja- tai valvontavyöhykkeelle menetyksiä nosti se, että teurastamon toiminnan keskeytyminen vaikutti monen lihasikalan toimintaan.

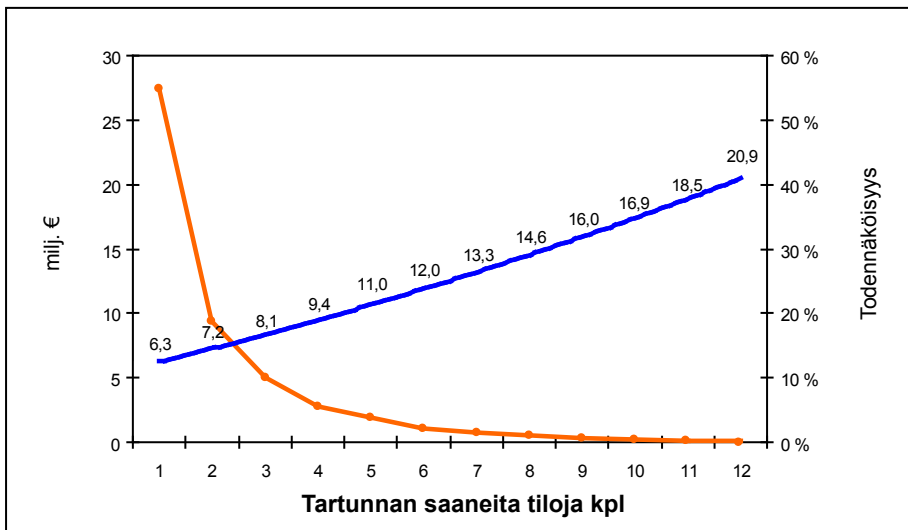


Kuva 9. Tautipurkauksen keskimäärin aiheuttama sianlihan tuottajahinnan muutos suhteessa tautivapaaseen aikaan 24 kuukautta ensimmäisen tartuntatilan tartunnasta, kun vientikysyntä heikkenee sikaruton vuoksi 10, 50 tai 100 %.

## 4.2 Tautipurkauksen koon vaikutus menetyksiin

Tartuntatilojen lukumäärä oli keskeisin tautipurkauksen kokoa ja menetyksiä mittaava tekijä. Pieni (sporadinen) tautipurkaus aiheutti keskimäärin noin 6,3 miljoonan euron menetykset (95 % simulaatioista 3,8 ja 9,3 miljoonan euron välillä). Ensimmäisen tautihavaintoon liittyvä tautivapauden menetys aiheutti tästä menetyksestä keskimäärin yli 95 %. Keskikokoinen tautipurkaus (2-4 tartuntatilaa) puolestaan aiheutti pieneen tautipurkaukseen verrattuna noin 1,2-kertaisen menetyksen (keskimäärin 7,8 miljoonaa euroa, 95 % simulaatioista 4,7 ja 13,0 miljoonan euron välillä) ja suuri tautipurkaus 2,2-kertaisen menetyksen (keskimäärin 13,6 miljoonaa euroa, 95 % simulaatioista 6,7 ja 27,7 miljoonan euron välillä).

Vaikka menetysten taso ja niiden vaihteluväli kasvoivat tautipurkauksen koon kasvaessa, keskimääräinen menetys tartuntatilaa kohti oli suurempi pienissä tautipurkauksissa kuin suurissa tautipurkauksissa (Kuva 10). Tartuntatilaa kohti laskettuna menetys oli keskisuurissa tautipurkauksissa noin 3,0 miljoonaa euroa ja suurissa tautipurkauksissa noin 1,9 miljoonaa euroa. Yli 10 tilan tautipurkauksissa menetykset olivat noin 1,5 miljoonaa euroa tartuntatilaa kohti. Menetykset tartuntatilaa kohti nousivat keskisuurissa tautipurkauksissa keskimäärin 5,3 miljoonaan euroon, mikäli vientikysyntä keskeytyi kokonaan, ja laskivat 0,7 miljoonaan euroon, mikäli vientikysyntä laski vain 10 %. Myös muissa skenaarioissa muutokset olivat samansuuntaisia. Vientikysynnän laskiessa 10 % menetys tartuntatilaa kohti oli suurissa tautipurkauksissa noin 0,9 miljoonaa euroa.

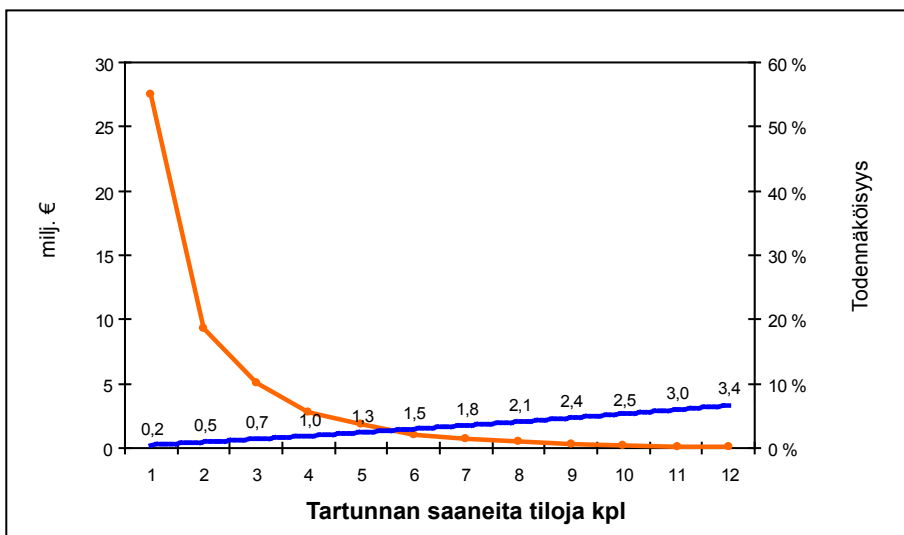


Kuva 10. Tartuntatilojen lukumäärän vaikutus kokonaismenetyksiin ja tilamäärän mukainen kustannustrendi (tilamäärän mukaan nouseva käyrä, jonka asteikko on vasemmalla pystyakselilla) ja tilamäärältään tietyn suuruisen tautipurkauksen todennäköisyys (tilamäärän mukaan laskeva käyrä, jonka asteikko on oikealla pystyakselilla) 1-12 tilaa käsittävissä tautipurkauksissa.

Kaksi tilamäärältään samansuuruista tautipurkausta voivat aiheuttaa erisuuruiset menetykset. Esimerkiksi suoja- ja valvontavyöhykkeillä sijaitsevien tilojen koko ja tuotantokierron vaihe aiheuttivat menetyksissä vaihtelua. Suuret tautipurkaukset syntyivät todennäköisesti leviämistä edistävässä olosuhteissa, kuten esimerkiksi tartunnan levitessä kontaktirakenteeltaan intensiiviseen tuotantoyksikköön ja sikatiheälle alueelle. Suurissa tautipurkauksissa myös erilaiset poikkeustilanteiden aiheuttamat menetykset, kuten teurastamon joutuminen suoja- tai valvontavyöhykkeelle, olivat todennäköisempiä kuin pienissä tautipurkauksissa.

Myös välittömät menetykset lisääntyivät tartuntatilojen määrän noustessa. Yksi tartuntatila lisäsi välittömiä menetyksiä noin 0,2-0,5 miljoonalla eurolla (Kuva 11). Kustannusvaihtelu oli kuitenkin suurta, sillä pienissä tautipurkauksissa 95 % kustannuksista oli 0,1 ja 0,6 miljoonan euron välillä. Lopetettavien eläinten määrä, niistä maksettavat korvaukset ja tartuntatilan desinfektio-kustannukset olivat sitä suuremmat mitä enemmän tartuntatilalla oli sikoja.

Tautipurkauksen tarjontavaikutus voitiin jakaa kahteen osaan. Lihasikojen lopetus ja teurastusten viivästyminen vaikuttivat lihamarkkinoihin 0-4 kuukautta tautihavainnon jälkeen. Porsaita tuottavalla tilalla olevien emakoiden ja porsaiden poistuminen markkinoilta, ja emakkojen siemennysten viivästyminen heikensi porsaiden tarjontaa välittömästi. Sianlihan tarjontaan porsaita tuottavan

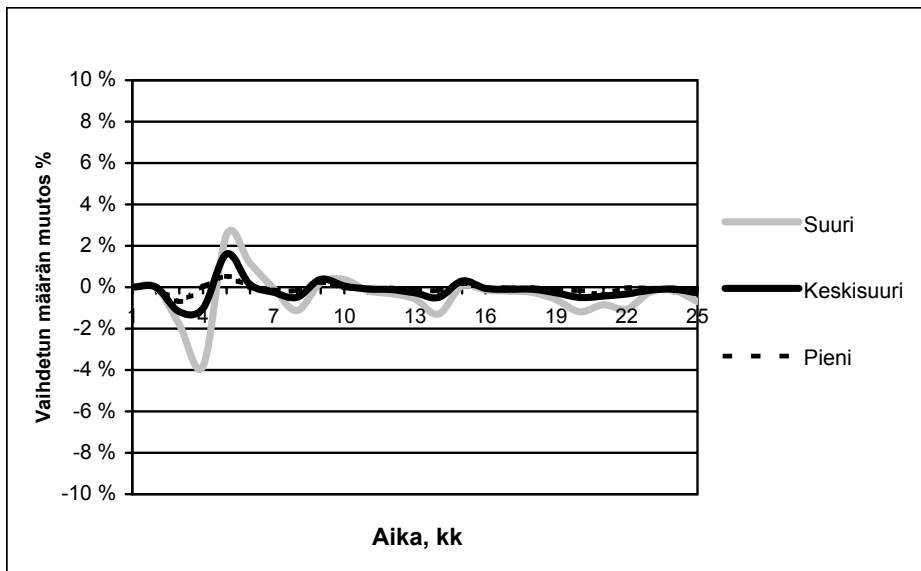


Kuva 11. Tartuntatilojen lukumäärän vaikutus välittömiin menetyksiin keskimäärin ja tilamäärän mukainen kustannustrendi (tilamäärän mukaan nouseva käyrä, jonka asteikko on vasemmalla pystyakselilla) ja tilamäärältään tietyn suuruisen tautipurkauksen todennäköisyys (tilamäärän mukaan laskeva käyrä, jonka asteikko on oikealla) 1-12 tilaa käsittävissä tautipurkauksissa.

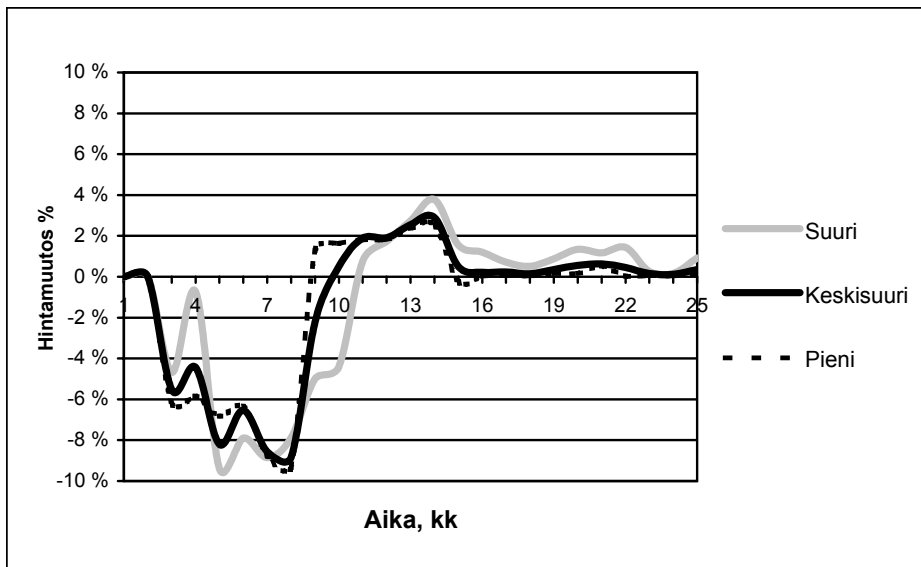
tilan toimintahäiriöt vaikuttivat noin 1-2 vuoden ajan, mutta vaikutus alkoi vasta noin 4 kk tautihavainnon jälkeen. Simulaatioissa tuotantomäärät jäivät 3-4 kuukautta ensimmäisen tautitapauksen havaitsemisen jälkeen noin prosentin alhaisemmiksi kuin tautivapaana aikana. Suurissa tautipurkauksissa markkinoilla vaihdettu lihamäärä laski hetkellisesti noin 4 % (Kuva 12).

Yksittäisen tartuntatilan kannatti palauttaa tyhjät emakkopaikat tuotantoon nopeasti. Koko toimialan kannalta tuotannon jääminen hieman tautivapaata aikaa alhaisemmaksi tautipurkauksen jälkeen ei kuitenkaan välttämättä merkittävästi lisännyt tuottajien menetyksiä, sillä suurikin tautipurkaus aiheutti pienehkön porsaiden tarjontashokin.

Suurissa tautipurkauksissa tartuntatilojen lukumäärän nousu vähensi sianlihan tarjontaa ja tartunnasta vapaiden tuottajien tulot voivat nousta. Tulos päti erityisesti silloin, kun tautipurkaus ei vaikuttanut sianlihan vientiin eikä se häirinyt teurastamoiden toimintaa. Tartunnasta vapaiden tilojen menetys olikin sitä pienempi mitä enemmän rajoittavat määräykset poistavat lihaa markkinoilta. Lisäksi lihasikojen poistuminen markkinoilta aiheutti vähemmän menetyksiä kuin emakkojen poistuminen markkinoilta. Esimerkiksi suuressa tautipurkauksessa lihasikojen tuotantohäiriöiden kustannusvaikutus oli noin miljoona euroa ja emakoiden tuotantohäiriöiden vaikutus oli vajaat 4 miljoonaa euroa.



Kuva 12. Markkinoilla vaihdetun sianlihan määrän muutos suhteessa tautivapaaseen aikaan pienessä, keskisuuressa ja suuressa tautipurkauksessa 24 kuukautta ensimmäisen tautitapauksen havaitsemisesta.



Kuva 13. Sianlihan tuottajahinnan muutos suhteessa tautivapaaseen aikaan pienessä, keskiuudessa ja suuressa tautipurkauksessa 0-24 kuukautta ensimmäisen tautitapauksen havaitsemisesta.

Vaikka tautipurkauksen aiheuttamat sianlihan hintamuutokset olivatkin keskimäärin vain noin 5 %, voivat vaikutukset olla hetkellisesti voimakkaampia. Hintamuutoksille oli tyypillistä se, että lihan hinta laski heti ensimmäisen tautihavainnon jälkeen ja nousi, kun maa oli jälleen saanut tautivapauden. Tämän jälkeen sianlihan hinta voi pysytellä hieman tautivapaata aikaa korkeammalla 1-1,5 vuotta. Pienissä ja keskiuurissa tautipurkauksissa hintamuutoksen ovat samantapaisia. Suurissa tautipurkauksissa voitiin havaita rajoittavien määräysten aiheuttama tarjonnan vähentyminen, joka ensimmäisten tautihavaintojen jälkeen nosti lihan hintaa hetkellisesti (Kuva 13).

Suurissa tautipurkauksissa sekä tautivapauden menetyksen aiheuttama matalahintasuhdanne että tautivapauden uudelleen saavuttamisen jälkeen havaittava alitarjontatilanne kestivät kauemmin kuin pienissä ja keskiuurissa tautipurkauksissa. Eräs hintamuutoksia aiheuttava tekijä oli suoja- ja valvontavyöhykkeillä olevien sikojen määrä, joka purkautui tarjontapiikkinä rajoittavia määräyksiä poistettaessa ja sen jälkeen.

### 4.3 Leviämisenopeuden vaikutus menetyksiin

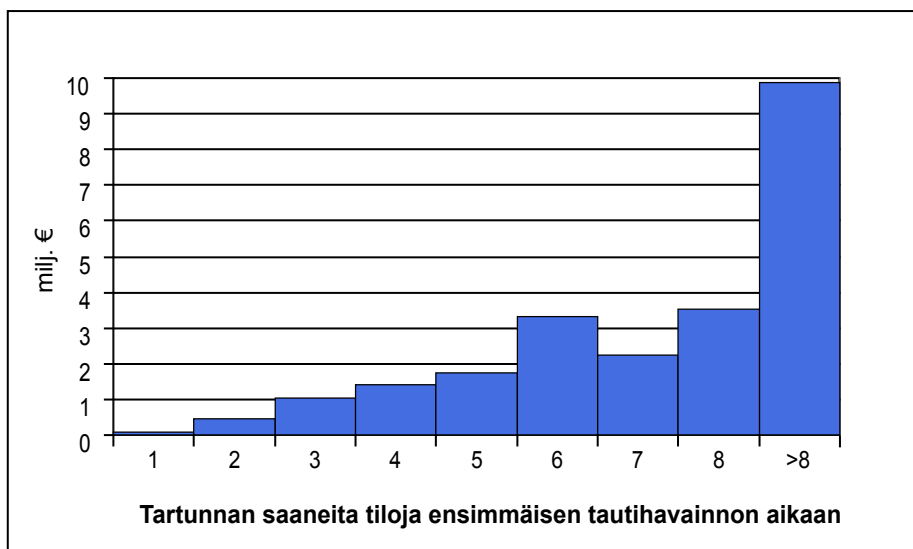
Tautipurkauksen aiheuttamia kustannuksia voidaan alentaa vaikuttamalla siihen, millä nopeudella tauti leviää tilalta toiselle ja siihen, miten kauan aikaa ensimmäisen tartuntatilan tartunnan saamisesta kuluu taudin havaitsemiseen maassa. Lainsäädännössä taudin leviämistä pyritään hidastamaan muun muassa



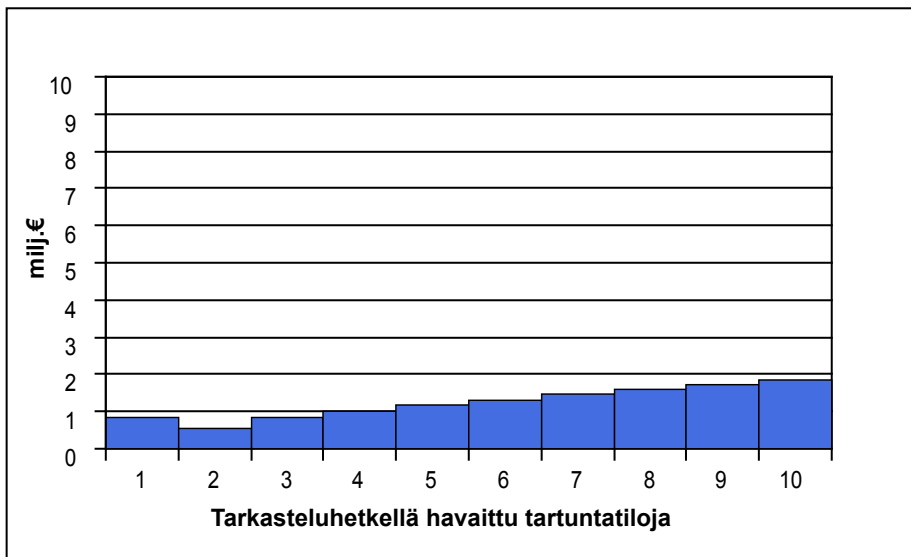
rajoittamalla eläinkuljetuksia tartuntatilojen lähistöllä ja velvoittamalla rajoitusalueiden tuottajia tarkkailemaan sikojen terveyttä tavanomaista tiiviimmin ensimmäisen tautihavainnon jälkeen.

Tautipurkaukset, joissa uusia tartuntoja syntyi sen jälkeen kun maassa oli todettu sikaruttoa, aiheuttivat keskimäärin 11,5 miljoonan euron menetykset (17 % simulaatioista). Tautipurkaukset, joissa leviämistä ei tapahtunut ensimmäisen tautihavainnon jälkeen, aiheuttivat keskimäärin 6,8 milj. euron menetykset. Ensimmäiseen tautihavaintoon mennessä suuriksi kehittyneissä tautipurkauksissa (vähintään 5 tartuntatilaa) tautivahingot nousivat havaintohetken jälkeen vielä keskimäärin vähintään 1,7 miljoonalla eurolla.

Jokainen uusi tartunta lisäsi peruuttamattomien kustannusten määrää, sillä tartunnasta seurasi muun muassa tartuntatilan eläinten hävitykseen liittyviä kustannuksia. Leviämisen kustannuksissa oli tartuntaa levittävän ja tartunnan saavan tilan ominaisuuksiin liittyviä eroja. Nämä ominaisuudet liittyivät esimerkiksi siihen, että uusia tartuntoja syntyi ensihavainnon jälkeen todennäköisemmin, jos tartunta oli jo levinnyt usealle tilalle kuin jos tartuntaa esiintyi ensihavainnon aikaan vain yhdellä tilalla. Kuvissa 14 ja 15 nämä ominaisuudet vaikuttavat vain tartunnan leviämiseen, sillä yksittäisessä toistossa tautihavainnon jälkeen syntyvillä tartunnoilla on kiinteä kustannus (€/tartunta). Toistojen välillä uuden tartunnan aiheuttama menetys voi kuitenkin vaihdella. Esimerkiksi suurissa tautipurkauksissa tartuntatilat voivat olla keskimääräistä suurempia. Siten tarkasteltava tilajoukko muuttuu tartuntojen määrän muuttuessa.



Kuva 14. Uusien tartuntojen syntymiseen liittyvien vältettävissä olevien menetysten (milj. €) kertyminen (tartunnan kustannus\*tartunnan todennäköisyys) toistoissa keskimäärin sen mukaan, kuinka monta tilaa on saanut tartunnan ensimmäisen tautihavainnon aikaan.



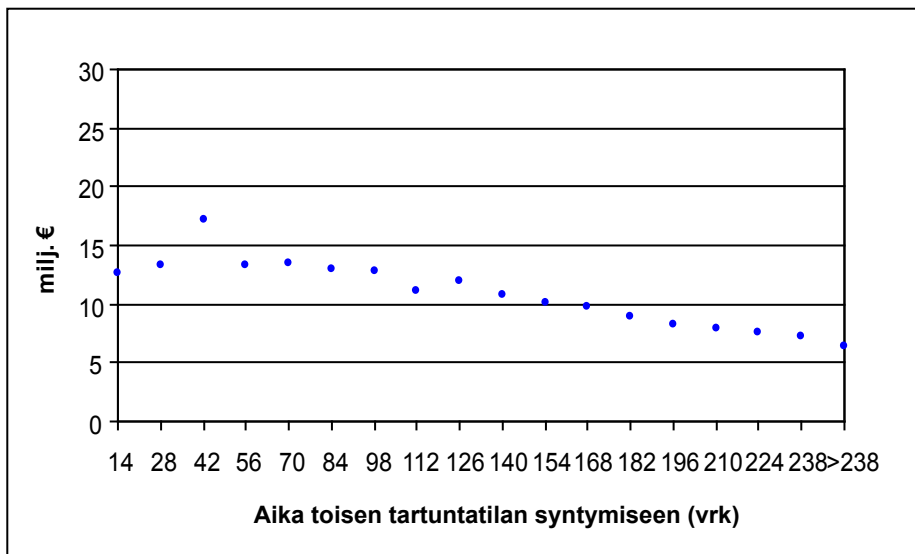
Kuva 15. Uusien tartuntojen syntymiseen liittyvien vältettävissä olevien menetysten (milj. €) kertyminen (tartunnan kustannus\*tartunnan todennäköisyys) toistoissa keskimäärin sen mukaan, kuinka monta tilaa on havaittu tarkasteluhetkeen mennessä.

Tartuntatilojen suuri lukumäärä tartunnan havaitsemishetkellä ei välttämättä johtanut sen hetkistä tilannetta suurempaan tautipurkaukseen, sillä leviäminen oli satunnaista. Tartuntatilojen lukumäärää ei tiedetty, vaan se selvisi ajan kuluessa. Uusien tautihavaintojen myötä voitiin kuitenkin sulkea pois tilamäärältään pienet tautipurkaukset ja saadaan tietoa taudin leviämisestä. Tämän vuoksi leviämistä estävien toimenpiteiden optioarvo, joka on kuvassa 15 kaikkien tarkasteluhetken jälkeen tapahtuvien tartuntojen aiheuttama kustannuskertymä, nousi uusien tautihavaintojen myötä. Kun tautipurkauksen aikana oli havaittu 1-4 tartuntatilaa, uusien tartuntojen riski aiheutti jokaisen uuden tautihavainnon jälkeen vielä keskimäärin vajaan miljoonan euron menetykset. Tämän jälkeen uusien tartuntojen aiheuttama kustannusriski kasvoi niin, että kymmenennen tartuntatilan havaitsemishetkellä leviämiskustannus oli noin 2 miljoonaa euroa.

Menetykset nousivat keskimääräistä suuremmiksi niissä simulaatioissa, joissa aikayksikköä kohti syntyi paljon uusia tartuntoja. Menetykset esimerkiksi nousivat sitä suuremmiksi mitä nopeammin tautipurkaus muuttui epidemiaksi (vrt. Kuva 16). Tulos liittyi osittain siihen, että tartuntatilojen ominaisuudet muuttuivat kun niiden kyky aiheuttaa uusia tartuntoja kasvoi.

Jokainen uusi tartunta aiheutti välillisiä ja välittömiä menetyksiä. Uusi tartunta ei kuitenkaan vaikuttanut aikaisemmin syntyneisiin menetyksiin, kuten maan tautivapauden menetykseen liittyvään alkushokin vaikutukseen. Leviämiseen liittyvän aikatekijän vaikutuksen havainnollistamiseksi tartuntatilojen lukumäärään liittyvät menetykset suhteutettiin sen ajan pituuteen, jolloin tartunta voi levitä (aika ensimmäisen tilan tartunnasta viimeisen tartuntatilan havaitsemiseen). Tällöin menetykset olivat keskimäärin 0,05 miljoonaa euroa päivää kohti. Mediaanitapauksessa kustannus oli kuitenkin nolla, sillä yli puolet tautipurkauksista on sporadisia. Ennen ensimmäistä tautihavaintoa kuluneeseen aikaan suhteutettuna menetykset olivat noin 0,1 miljoonaa euroa päivää kohti.

Taudin leviämällä saatavien hyötyjen vastineeksi tulisi tarkastella leviämistä estävien toimenpiteiden kustannuksia. Esimerkiksi koko maata koskeva 2 päivän eläinten kuljetuskielto aiheutti noin 1,0 miljoonan euron menetykset ja 7 päivän kuljetuskielto noin 8,0 miljoonan euron menetykset. Tällöin kiellon vaikutus kohdistuisi pelkästään alkutuotantoon ja sikojen teurastukseen. Mikäli kielto aiheuttaisi menetyksiä myös lihanjalostuksessa, menetykset voivat olla yli 5 miljoonaa euroa päivässä.



Kuva 16. Tautipurkauksen aiheuttamat menetykset (milj. €) keskimäärin sen mukaan, kuinka monta päivää simulaation alusta kuluu epidemian syntymiseen<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Kyseessä on epidemia silloin, kun tartunta leviää ensimmäisen tartunnan saaneen tilan lisäksi ainakin yhdelle muulle tilalle. Epidemian syntymiseen vaadittua minimi-aikaa rajoittaa inkubaatioaika, joka on sikarutolla 7-10 vuorokautta (Moennig 2000).

## 4.4 Tilarakenteen vaikutus menetyksiin

Ensimmäisen tartuntatilan tuotantosuunta, koko ja sijaintialueen sikalatiheys vaikuttivat sikaruton aiheuttamiin menetyksiin. Emakkosikalasta alkanut tautipurkaus aiheutti keskimäärin noin 1,1 miljoonaa euroa suuremmat menetykset kuin yhdistelmäsikalasta alkanut tautipurkaus, ja keskimäärin noin 1,3 miljoonaa euroa suuremmat menetykset kuin lihasikalasta alkanut tautipurkaus. Merkittävin yksittäinen syy kustannuseroon oli se, että emakkosikalasta alkaneissa tautipurkauksissa tartuntatilojen lukumäärä oli suurempi kuin yhdistelmä- tai lihasikaloista alkaneissa tautipurkauksissa (Taulukko 7).

Kustannusryhmittäin tarkasteltuna suurimmat erot olivat välittömissä menetyksissä ja markkinatilanteen muutoksista aiheutuneissa markkinahäiriöissä. Välittömät menetykset olivat emakkosikaloista alkaneissa tautipurkauksissa 0,2 miljoonaa euroa (38 %) suuremmat kuin yhdistelmäsikaloista alkaneissa tautipurkauksissa ja 0,3 miljoonaa euroa (64 %) suuremmat kuin lihasikaloista alkaneissa tautipurkauksissa. Tuotantomäärien ja markkinatilanteen muutoksista aiheutuneet välilliset menetykset olivat emakkosikaloista alkaneissa tautipurkauksissa keskimäärin 0,7 miljoonaa euroa (10 %) korkeammat kuin yhdistelmäsikaloista alkaneissa tautipurkauksissa ja noin miljoona euroa (16 %) korkeammat kuin lihasikaloista alkaneissa tautipurkauksissa. Sen sijaan ensimmäisen havaintotilan tuotantosuunta ei näyttänyt vaikuttavan kustannuskertymään.

Taulukko 7. Ensimmäisen tartunnan saaneen tilan tuotantosuunta ja tautipurkauksen aiheuttamat menetykset keskimäärin sekä vaihteluväli, jossa havaitaan 95 % menetyksistä<sup>1</sup>.

	Emakkosikala			Yhdistelmäsikala			Lihassikala		
	2,5 %	Kesk.	97,5 %	2,5 %	Kesk.	97,5 %	2,5 %	Kesk.	97,5 %
<b>Välittömät menetykset yhteensä</b>	0,1	0,7	2,8	0,1	0,5	1,9	0,1	0,4	1,8
Tilojen tulonmenetykset	0,0*	0,3	1,5	0,0*	0,3	1,0	0,0*	0,2	0,9
<b>Välilliset menetykset yhteensä</b>	4,0	7,7	18,0	3,8	7,0	14,1	3,6	6,7	13,8
<b>Kaikki menetykset yhteensä</b>	4,1	8,3	19,7	4,0	7,4	14,9	3,8	7,0	14,6
<b>Työpanoksen määrä, 1 000 h</b>	2,5	11,9	46,3	2,5	8,2	28,8	2,3	7,6	28,1
<b>Tartuntatiloja kpl</b>	1,0	2,8	10,0	1,0	2,0	7,0	1,0	1,8	7,0

<sup>1</sup> Luvut ovat verottomia eivätkä sisällä verotulojen muutoksia. Taulukossa raportoidut välilliset menetykset perustuvat skenaarioon, jossa vientikysyntä laskee tautipurkauksen vuoksi 50 %.

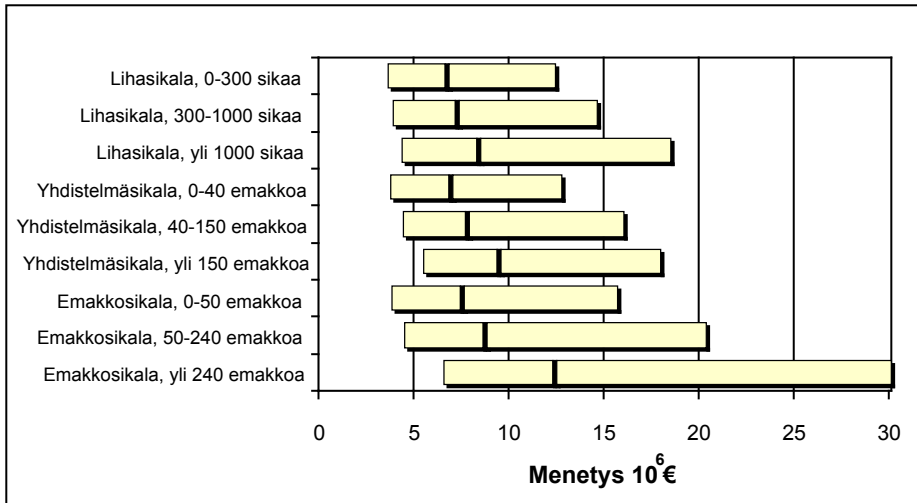
Kesk. = keskimäärin

\* Vähemmän kuin 50 000 euroa

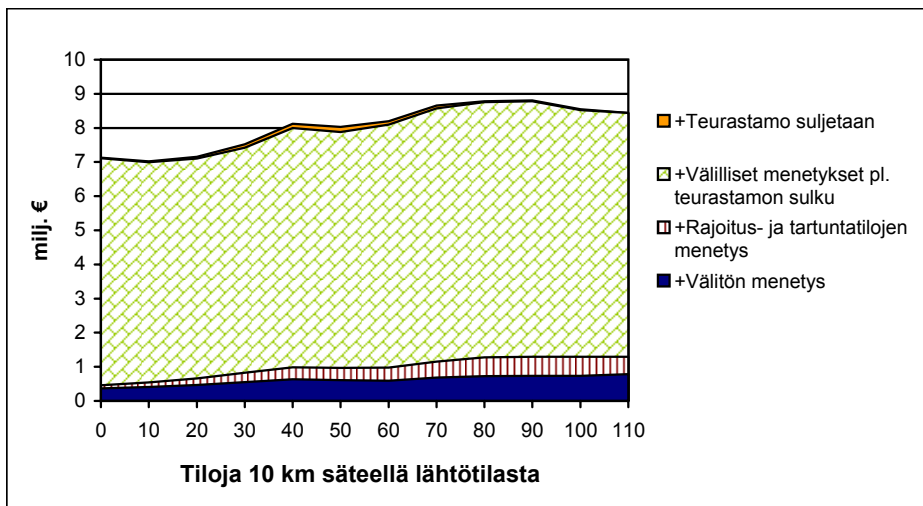
Myös menetysten vaihteluväli on suurempi emakkosikaloista kuin liha- tai yhdistelmä­sikaloista alkaneissa tautipurkauksissa. Emakkosikaloista alkaneissa tautipurkauksissa 95 % menetyksistä oli 4,1 ja 19,7 miljoonan euron välillä. Lihasisikaloista alkaneissa tautipurkauksissa vaihteluväli oli 3,8-14,6 miljoonaa euroa. Kustannusvaikutuksiltaan suuret tautivahingot olivat todennäköisempiä emakkosikaloista alkaneissa tautipurkauksissa kuin yhdistelmä- tai lihasikaloista alkaneissa tautipurkauksissa (Taulukko 7). Jalostussikalasta alkaneissa tautipurkauksissa menetykset ovat 1,5 miljoonaa euroa suuremmat kuin muusta emakkosikalasta kuin jalostussikalasta alkaneissa tautipurkauksessa. Jalostussikaloista alkavissa tautipurkauksissa 95 % menetyksistä oli välillä 4,2-23,2 miljoonaa euroa. Muissa emakkosikaloista kuin jalostussikaloista alkaneissa tautipurkauksissa vaihteluväli oli 4,1-18,8 miljoonaa euroa.

Tilakoon kasvaessa menetykset nousivat joustamattomasti, sillä tautivapauden menetys aiheutti suuria kertaluonteisia menetyksiä. Toisin sanoen yhden prosentin lisäys ensimmäisellä tartuntatilalla olevien sikojen määrässä lisäsi menetyksiä vähemmän kuin prosentin. Tilakoon vaikutuksissa oli tuotantosuunnittain eroja. Kun tartuntatilalla oli vähintään 240 emakon emakkosikala, tautipurkaus aiheutti keskimäärin 1,7-kertaisen menetyksen verrattuna alle 40 emakon sikalasta alkaneeseen tautipurkaukseen. Näillä tiloilla olevien emakoiden määrässä oli 13,7-kertainen ero. Kun ensimmäisellä tartuntatilalla oli yli 1000 sian lihasikala, menetykset olivat noin 1,3-kertaiset alle 300 sian sikalaan verrattuna. Tilakoolla oli hieman suurempi vaikutus menetyksiin yhdistelmä­sikalan ollessa ensimmäinen tartuntatila kuin lihasikalan ollessa ensimmäinen tartuntatila. Kaikissa tuotantosuunnissa tartuntatilojen lukumäärä kuvan 17 suurimmassa tilakokoluokassa oli noin 1,5-kertainen pienimpään tilakokoluokkaan verrattuna. Emakkosikalan ollessa ensimmäinen tartunnan saanut tila erityisesti suuret menetykset olivat todennäköisempiä kuin yhdistelmä­sikalan tai lihasikalan ollessa ensimmäinen tartunnan saanut tila. Lisäksi emakoiden poistuminen markkinoilta aiheutti osittain päinvastaisia markkinamuutoksia kuin lihasikojen poistuminen markkinoilta.

Sekä välilliset että välittömät menetykset kasvoivat suoja- ja valvontavyöhykkeille joutuvien tilojen määrän lisääntyessä. Erityisesti valvontavyöhykkeen sikalatiheys vaikutti menetyksiin, sillä sen pinta-ala on yli 300 neliökilometriä. Kuvassa 18 on tarkasteltu sikalatiheyden vaikutusta kustannuskertymään sen mukaan, kuinka monta sikatilaa oli 10 km säteellä ensimmäisestä tartuntatilasta. Tartunta- ja tartunnasta vapaiden rajoitusten alaisille tiloille aiheutuvien välittömien menetysten osuus kokonaismenetyksistä on alhaisimman sikalatiheyden alueella (ei sikaloita 10 km säteellä) yhteensä noin 6 % ja korkeimman sikalatiheyden alueilla (yli 100 sikalaa 10 km säteellä) noin 15 %.



Kuva 17. Ensimmäisen tartunnan saaneen tilan koon ja tuotantosuunnan vaikutus keskimääräisiin tautimenetyksiin (viiva palkin keskellä) ja vaihteluväli, jossa havaitaan 95 % simuloituista menetyksistä.



Kuva 18. Menetysten (miljoonaa euroa) kertyminen sen mukaan, kuinka monta sikatilaa sijaitsee 10 km säteellä ensimmäisestä tartunnan saaneesta tilasta.

Kilometrin säteellä ensimmäisestä tartunnan saaneesta tilasta sijaitsevien tilojen määrä vaikutti menetyksiin enemmän kuin 10 km säteellä ensimmäisestä tartuntatilasta sijaitsevien sikaloiden määrä, sillä naapurileviämistä tapahtui kilometrin säteellä tartuntatilasta. Menetykset olivat ensimmäisen tartuntatilan tuotantosuunnasta riippuen 27-37 % suuremmat kun kilometrin säteellä tartuntatilasta oli 2 sikalaa verrattuna siihen että kilometrin säteellä ensimmäisestä tartuntatilasta ei ollut muita sikaloita.

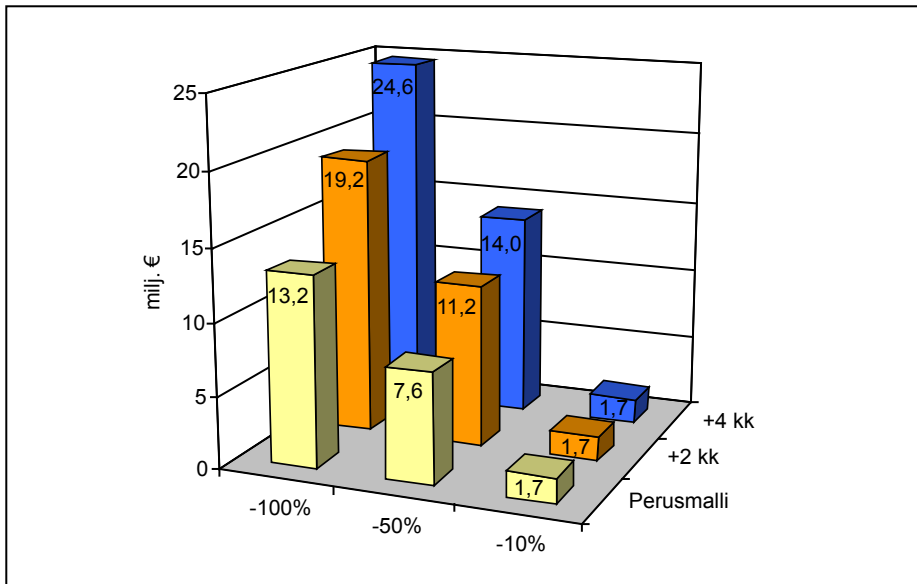
Laajat sikatiheät alueet ovatkin Suomessa harvinaisia. Tutkimusaineistossa 10 km säteellä sikalasta sijaitsi keskimäärin 29,3 sikalaa. Aineiston mukaan hieman yli 60 % sikaloista sijaitsi vuonna 2002 alueilla, jossa 10 km säteellä sikalasta oli alle 40 sikala. Noin 22 % tiloista puolestaan sijaitsi alueilla, joissa 10 km säteellä sikalasta oli vähintään 50 sikalaa. Sikatiheinä alueina erottuivat Suomessa erityisesti Lounais-Suomen ja Pohjanmaan sikalatihentymät. Myös muualla Suomessa oli melko sikatiheitä alueita.

Suuren sikateurastamon joutuminen suoja- tai valvontavyöhykkeelle on erikoistilanne. Teurastamon kustannus kuvan 18 luokissa 20-70 tilaa 10 km säteellä olisi huomattavasti esitettyä suurempi, mikäli toiminnan keskeytys jatkuisi siihen asti kunnes rajoittavat määräykset on poistettu alueelta.

## 4.5 Tautivapauden menetyksen arvo

Tässä luvussa tarkastellaan kysyntäshokin keston ja voimakkuuden vaikutusta menetyksiin. Epidemiologiset simulaatiot ovat kaikissa tämän luvun skenaarioissa samat. Vain kysyntäshokin ominaisuudet vaihtelevat. Tautipurkauksen pitkittyminen lisäsi välillisiä menetyksiä, mikäli se viivästytti maan tautivapauden saavuttamista. Kun tautivapauden menetys pitkittyi kahdella kuukaudella perussimulaatioista, välilliset menetykset kasvoivat noin 3,5 miljoonalla eurolla. Kun pitkittyminen oli neljä kuukautta, menetykset nousivat perusskenaarioon verrattuna keskimäärin 6,4 miljoonalla eurolla. Simulaatioissa, joissa lihan vienti keskeytyi kokonaan tautipurkauksen vuoksi, ajallisuuskustannus oli suurempi kuin perusskenaariossa, jossa vientikysyntä heikkeni 50 %. Heikko kysyntäshokki ei aiheuttanut merkittäviä lisämenetyksiä, vaikka sen kesto pitkittyikin (Kuva 19).

Perusskenaariossa, jossa teurastamon toiminta keskeytyi viikoksi jokaisen tartuntatilan havaitsemisen jälkeen, teurastamon toimintahäiriö aiheutti toteutuessaan keskimäärin noin 0,5 miljoonan euron menetykset. Vaihtoehtoisessa skenaariossa, jossa teurastamon toiminta keskeytyi yhtä pitkäksi aikaa kuin rajoittavat määräykset olivat voimassa teurastamon alueella sijaitsevassa sikalassa, teurastamon toiminnan keskeytyminen aiheutti toteutuessaan keskimäärin 37 miljoonan euron menetykset. Kaikissa simulaatioissa keskimäärin tämän vaihtoehtoisen skenaarion mukainen teurastamon toimintahäiriö aiheutti noin 4,9 miljoonan euron menetykset tautipurkausta kohti. Noin 2,1 %:ssa simulaatioista tällaisen keskeytyksen kustannusvaikutus oli yli 90 miljoonaa euroa (pois lukien mahdolliset hintamuutokset). Kun vaihtoehtoinen skenario koski vain suojavyöhykkeellä olevia teurastamoita, teurastamon toiminnan keskeytymisen kustannusvaikutus oli keskimäärin vain 0,3 miljoonaa euroa. Suuren sikateurastamon joutuminen suojavyöhykkeelle olikin simulaatioissa epätodennäköistä.



Kuva 19. Maan tautivapauden menetyksen pitkittymisen vaikutus menetyksiin silloin, kun tautivapauden saavuttaminen viivästyy 2 tai 4 kuukautta ja vientikysyntä laskee 10, 50 tai 100 % tautivapaaseen aikaan verrattuna, mutta tartuntatilojen lukumäärä on sama kuin perusskenaariossa.

## 4.6 Leviämisaikojen vaikutus menetyksiin

Maan taudin ensihavaintoaikaa lyhentämällä voidaan alentaa epidemisten tautipurkausten aiheuttamien menetysten riskiä, mutta ei sporadisten tautipurkausten aiheuttamia menetyksiä. Havaintoaikojen lyhentymistä tarkasteltiin sen mukaan, miten paljon menetyksiä keskimäärin syntyi havaitsemista edeltävinä päivinä. Havaintoaikojen kustannusvaikutus liittyi siihen, että joissain simulaatioissa havaintoa edeltävän viikon aikana tartunta levisi yhdelle tai useammalle tartunnasta siihen asti vapaana olleelle tilalle. Havaintoaikojen lyhentäminen ei alentanut menetyksiä niissä tapauksissa, joissa uusia menetyksiä ei syntynyt. Esimerkiksi kahtena havaintoaikaa edeltävänä päivänä tartunnan leviäminen aiheutti keskimäärin noin 0,14 miljoonan euron menetykset. Havaintoaikaa edeltävän viikon aikana menetyksiä kertyi keskimäärin lähes 0,8 miljoonalla eurolla. Suurissa epidemioissa havaintoaikojen merkitys oli suurempi kuin pienissä epidemioissa.

Havaintoaikojen lyhentäminen ei kaikissa tapauksissa alenna tautimenetyksiä, mutta se voi alentaa suurten menetysten todennäköisyyttä. Esimerkiksi varmuudella sporadisiksi jäävissä tautipurkauksissa havaintoaikalla ei ole merkitystä. Havaintoaikojen lyhennys edellyttää satsauksia havaintojärjestelmään. Raulon ja Lyytikäisen (2003) mukaan yksittäisen tilan sikaruton havaintoaikaa olisi mahdollista lyhentää jouduttamalla sikaruttoanalyysiin johtavia päätöksiä tilalla



ja tutkimuslaboratoriossa. Kustannustehokkainta lienee yhdistää havaintoajan lyhennys tavanomaiseen terveydenhuoltotoimintaan tiloilla. Maan ensihavaintoaikaa voitaisiin todennäköisesti lyhentää tehokkaimmin lisäämällä EELAan muusta syystä kuin sikaruttoepäilystä saapuvien ja emakkosikalasta otettujen näytteiden analysointia tai kohdentamalla analyysit viruksen leviämisen kannalta tärkeimpiin tilaryhmiin. Havaintoajan lyhentymisen taloudelliset hyödyt riippuvat sikaruton maahantulon todennäköisyydestä, maassa leviämisen todennäköisyydestä ja siihen liittyvästä kustannussäästöjen mahdollisuudesta (Taulukko 8) suhteessa näytteenottojärjestelmän kustannuksiin.

Esimerkkinä voidaan tarkastella riskineutraalia päätöksentekijää, jonka tavoitteena olisi lyhentää havaintoaikaa keskimäärin 2 viikkoa silloin kun sikaruttoa odotettaisiin havaittavan keskimäärin kerran 30 vuodessa. Taloudellisesta näkökulmasta ajatellen päätöksentekijällä olisi edellytykset panostaa vuodessa noin 51 000 € lyhentäessään havaintoaikaa kahdella viikolla. Tämä edellyttäisi, että kysyntäshokki olisi perusskenaarion mukainen. Mikäli tautipurkauksia esiintyisi keskimäärin kerran 50 vuodessa, riskineutraalin päätöksentekijän kannustimet riittäisivät vain 31 000 € vuotuisen panostukseen. Kannustinraja olisi edellä mainittua alhaisempi, mikäli tavoitteena tautipurkauksen havaintoaikaa 20 %. Tällöin lyhennys kohdistuisi voimakkaimmin pitkiin havaintoaikoihin. Kannustinraja olisi alhaisempi myös silloin kun vakavan kysyntäshokin esiintyminen olisi epätodennäköistä, tai kun päätöksentekijä karttaisi riskejä.

Taulukko 8. Ensimmäiseen tautihavaintoon kuluvan ajan (päiviä ensimmäisen tartuntatilan tartunnan saamisesta tai % havaintoajan pituudesta) lyhentymisen vaikutus keskimäärin menetyksiin.

Lyhennys, päivää	Leviämisen arvo, milj. €	Lyhennys %	Leviämisen arvo, milj. €
2	0,14	10 %	0,35
4	0,39	20 %	0,67
6	0,64	30 %	0,98
8	0,87	40 %	1,25
10	1,09	50 %	1,47
12	1,32		
14	1,54		
16	1,74		

## 4.7 Kustannustason vaikutus menetyksiin

Menetykset voivat vaihdella sen mukaan, miten esimerkiksi tuotantopanosten tai työvoiman kustannukset vaihtelevat eri havaintohetkillä. Taulukossa 9 on esitetty välilliset, välittömät ja kaikki menetykset perusskenaariossa ja vaihtoehtoisissa hintaskenaarioissa (vuoden 2003 kustannustaso). Kussakin skenaariossa menetyksiin vaikuttavan tekijän vaikutusta on lisätty 10 % perusskenaarioon verrattuna.

Välittömiin menetyksiin vaikuttavien kustannustekijöiden kasvaessa menetykset lisääntyivät yleensä vähemmän kuin 100 000 euroa. Välittömien kustannusten nousun vähäinen vaikutus taulukossa 9 johtui siitä, että myös välillisten menetysten lähtötaso oli alhainen. Pieni kustannuslisäys vaikutti vain vähän kokonaismenetyksiin, vaikka tekijän suhteellinen lisäys olisikin ollut suuri. Esimerkiksi tartuntatilan puhdistuskustannusten noustessa 10 % välittömät menetykset kasvoivat keskimäärin vajaat 3,5 %.

Tarkastelluista tekijöistä voimakkaimmin välillisiin menetyksiin näyttivät vaikuttavan kiinteät kustannukset sekä mallin dynamiikkaan vaikuttavat tekijät. Näitä tekijöitä olivat esimerkiksi lihan kysynnän ja hinnan välinen yhteys ja tartuntatilojen lukumäärään vaikuttavat tekijät. 10 %:n nousu teollisuuden menettämässä marginaalissa lisäsi kokonaismenetyksiä runsaat 3 %.

Sikapaikan kiinteän kustannuksen (sopeutumiskustannus) noustessa 10 % menetykset nousivat 50 %. Sianlihakilon tuotantokustannusten (sis. kiinteän kustannuksen) noustessa 10 % menetykset nousivat 20 %. Vain muuttuvien kustannusten noustessa tuotannon tuli vähentyä, jotta lihan hinta olisi voinut kattaa tuotantokustannukset pitkällä aikavälillä. Tällöin hintamuutosten voimakkuus saattoi lisääntyä. Muuttuvia kustannuksia enemmän vajaakäytössä olevien sikapaikkojen aiheuttamiin menetyksiin vaikuttavat kuitenkin sopeutumiskustannukset. Kohonneiden sopeutumiskustannusten vuoksi tuottajilla oli entistä vähemmän mahdollisuuksia sopeuttaa tuotantoa tautishokkiin, jolloin tarjontavaikutuksia aiheuttavan tautipurkauksen menetykset nousivat sitä voimakkaammin mitä suurempi oli tarjontavaikutus. Kotimaisen lihan kysyntäjoustojen noustessa menetykset vähenivät joustavasti. Tulos johtui siitä, että kysynnän joustavuuden lisääntyessä hintashokin voimakkuus heikkeni. Toisin sanoen lihan kysyntä reagoi entistä voimakkaammin siihen että kotimaan markkinoille syntyi ylitarjontaa, jolloin entistä pienempi hintamuutos riitti kysynnän ja tarjonnan kohtaamiseen.

Taulukko 9. Väliiliset ja välittömät menetykset perusskenaariossa ja vaihtoehtoisissa skenaarioissa, joissa tarkasteltavan tekijän vaikutus kustannuksiin nousee kussakin 10 %.

	Välittömät menetykset		Väliiliset menetykset		Kaikki yhteensä	
	2,5 %	Kesk.	2,5 %	Kesk.	2,5 %	Kesk.
Perusmalli	0,1	0,5	3,8	7,1	4,0	7,6
Tartuntatilan puhdistus	0,1	0,6	3,8	7,1	4,0	7,7
Muut välittömät	0,1	0,6	3,8	7,1	4,0	7,6
Kaikki välittömät	0,1	0,6	3,8	7,1	4,0	7,7
Rajoitus- ja tartuntatilojen menetykset	0,1	0,5	3,8	7,1	4,0	7,6
Teollisuuden marginaali	0,1	0,5	3,6	7,2	3,8	7,7
Sikapaikan kiinteä kustannus	0,1	0,5	8,1	10,9	8,4	11,4
Rajoittavat määräykset, väliilinen menetys	0,1	0,5	3,8	7,1	4,0	7,6
Kotimaisen sianlihan kysyntä	0,1	0,5	-0,3	4,0	0,4	4,6
Kotimaan kysyntä	0,1	0,5	4,1	8,8	5,0	9,4
Tuotantokustannukset sektorimallissa	0,1	0,6	3,6	8,6	3,8	9,1

Kesk. = keskimäärin

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tulosten mukaan klassisen sikaruton aiheuttama kustannusriski on Suomessa melko vähäinen. Sekä tässä tutkimuksessa havaitut tartuntatilojen lukumäärät, niistä seuraavat taloudelliset menetykset että aikaisemmassa tutkimuksessa (Rosengren ym. 2002) arvioitu viruksen maahantulon todennäköisyys ovat melko alhaisia. Veronmaksajien ja elinkeinon arvioitiin kärsivän keskimäärin noin 7,6 miljoonan euron menetykset silloin kun tautipurkaus heikensi vientikysyntää tilapäisesti 50 %. Tapauskohtaisesti menetykset voivat poiketa huomattavastikin keskimääräisestä menetyksestä, sillä samasta lähtötilanteesta voi kuitenkin seurata erilaisia tautipurkauksia.

Talouseläimen perusskenaarion menetyksistä yli 90 % oli välillisiä menetyksiä. Välilliset menetykset liittyivät lähinnä sikaruton lihamarkkinoilla aiheuttamiin häiriöihin ja vientikysynnän heikentymiseen. Sikatilojen maataloustuloon (MTT 2005) suhteutettuna välilliset menetykset vastaavat noin 230 sikatilan maataloustuloa. Siten tautipurkaus veisi keskimäärin 7,5 % sikatalouden vuosituotosta työlle ja pääomalle. Välillisten menetysten osuus kaikista menetyksistä olisi ollut lähes puolet siinäkin tapauksessa, että tautipurkaus ei vaikuttaisi lainkaan sikamarkkinoiden toimintaan.

Suomen eläintiheys ja tilakoko sekä tutkimusmenetelmä huomioon ottaen välittömät menetykset tartuntatila kohti olivat samaa suuruusluokkaa kuin aikaisemmissa ”sikaharvoilla” alueilla suoritetuissa tutkimuksissa (mm. Mangen 2002, Saatkamp ym. 1997). Sikaruttotautipurkauksen aiheuttama kokonaismenetyks näytti kuitenkin olevan Suomessa pienempi kuin voimaperäisempää sikataloutta harjoittavissa maissa (Saatkamp ym. 1997, Garner ym. 2001, Mangen 2002). Ero johtunee muun muassa siitä, että markkinahäiriöt ja eläinsuojelulliset ongelmat aiheuttaisivat runsaasti kustannuksia Euroopan sikatiheillä alueilla.

Tulokset viittaavat siihen, että sikatalouden kannalta eniten menetyksiä aiheuttaa tautipurkaus, johon liittyy voimakkaita kysyntäreaktioita ja johon osallistuu suuri määrä sikaloita maantieteellisesti laajalla alueella. Suuret tautipurkaukset näyttävät kuitenkin olevan Suomessa epätodennäköisiä. Tästä huolimatta pienikin tautipurkaus voi aiheuttaa huomattavia menetyksiä, mikäli siihen liittyy sianlihan kysyntää äkillisesti heikentävä kysyntäshokki. Taloudellisesti merkittävimmät sikaruton riskit saattavatkin liittyä tautipurkauksen aiheuttamiin lihamarkkinoiden ongelmiin. Myös suuren teurastamon toiminnan keskeytyminen sen joutuessa suoja- tai valvontavyöhykkeelle voi aiheuttaa häiriöitä sikamarkkinoilla. Lisäksi teurastamon toiminnan keskeytyminen voisi heikentää tilapäisesti elintarvikehuoltoa.

Kysyntäreaktioiden osalta aikaisemmissa tutkimuksissa on päädytty osittain samantyyppisiin tuloksiin kuin tässä tutkimuksessa. Mangen ja Burrell (2003) ja Mangen ym. (2004) havaitsivat tuottajien menetysten (€/tartuntatila) laskevan tilojen määrän noustessa tai tautipurkauksen pitkittyessä. Kun tautipurkaukseen

liittyi kysyntähäiriöitä, suuri tautipurkaus saattoi kokonaisuudessaan aiheuttaa tuottajille jopa vähemmän menetyksiä kuin pieni tautipurkaus. Tässä tutkimuksessa markkinoilta poistuvien eläinten määrän ja menetysten välillä oli vain heikko negatiivinen yhteys. Ero voi johtua kysynnän joustavuudessa olevista eroista. Se voi johtua myös siitä, että pienen tautipurkauksen aiheuttama tarjontashokki oli vähäinen. Esimerkiksi Mangenin ja Burrellin (2003) simulaatioissa markkinoilta poistettiin huomattava määrä sikoja niiden hyvinvointiongelmien vuoksi.

Tautivapauden menetyksen kesto riippuu osittain tekijöistä, jotka eivät liity tautipurkauksen kokoon. Vientikohteiden reaktioita ei voida täysin ennakoida, mutta reaktioiden vaikutuksia tarkastelemalla saadaan tietoa niiden merkityksestä. Elävien sikojen tuonti ja vienti on Suomessa vähäistä, joten eläinkaupan rajoitukset eivät aiheuta merkittäviä markkinaongelmia Suomessa. Ongelmallista saattaa kuitenkin olla se, että noin puolet Suomen sianlihan viennistä suuntautuu EU:n ulkopuolisiin maihin. Viimeaikaisten sikaruttoepidemioiden perusteella näiden maiden reaktiot tautipurkaukseen olisivat voimakkaampia kuin EU:n sisämarkkinoiden reaktiot. Yksittäisen vientikohteen reaktioilla näyttäisi kuitenkin olevat rajalliset mahdollisuudet aiheuttaa mittavia markkinahäiriöitä. Siten viennin hajauttaminen useampaan maahan vähentänee mahdollisten kysyntähäiriöiden aiheuttamaa hintariskiä.

Suurta sikamäärää koskettava tautipurkaus ei välttämättä lisää merkittävästi alkutuotannon kokonaismenetyksiä, vaikka se lisäisi huomattavasti verovaroista korvattavia menetyksiä. Tartunnan saaneilla tiloilla pidettyjen sikojen poistuminen markkinoilta nimittäin vähentää lihan hintaan kohdistuvaa laskupainetta. Suurissa tautipurkauksissa tämä helpottaa hieman tartunnasta vapaiden tuottajien tilannetta, sillä lyhyellä aikavälillä he eivät voi sopeuttaa tuotantoa uuteen markkinatilanteeseen. Ilmiötä on tarkasteltu myös aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Berentsen ym 1992, Andersson ym. 1997, Mangen & Burrell 2003). Esimerkiksi teuraskypsien lihasikojen lopettaminen poistaa lihaa markkinoilta. Mikäli näin toimitaan voimakkaan kysyntäshokin yhteydessä, intervention aiheuttamat menetykset toimialalle näyttäisivät jäävän melko vähäisiksi. Myös lihan hinnoittelulla voidaan vaikuttaa nopeasti tarjontaan.

Mangenin (2002) tulosten tavoin myös tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että markkinatilanne vaikuttaa toimialan kollektiivisiin menetyksiin. Voimakkaan kysyntäshokin ja siihen liittyvän matalahintasuhtanteen yhteydessä erityisesti hintamuutokset aiheuttavat menetyksiä. Kysyntäshokin vaikutuksia lieventämällä voidaankin saada toimialalle huomattavia säästöjä. Heikon kysyntäshokin yhteydessä menetykset puolestaan näyttäisivät syntyvän tarjonnan vähenemisestä. Tarjontashokin toimialalle aiheuttama menetys kasvaa kuitenkin hitaammin kuin tartuntatilojen lukumäärä, sillä suurikin tautipurkaus aiheuttaa melko pienen shokin porsaiden kokonaistarjonnassa. Tartuntatilojen määrän ja kysyntäshokin keston välillä on kuitenkin yhteys, jolla voi olla suuri vaikutus menetyksiin. Vahingosta kärsivälle yksittäiselle tuottajalle tai teurastamolle tartunta aiheuttaa huomattavia menetyksiä.

Välilliset menetykset olisivat suurempia kuin perusskenaariossa esitetyt menetykset, mikäli tautishokki aiheuttaisi shokin myös kotimaisessa lihan kysynnässä. Siksi kuluttajien luottamuksen säilyttäminen eläintautien hallintaan tuotantoketjussa on tärkeää erityisesti ihmiselle haitallisten tautien kohdalla. Hintamuutokset vaikuttavat myös sianlihan tuontikysyntään, sillä kotimaisen lihan hinnan noustessa prosentilla tuontikysyntä nousisi noin 0,9 %.

Tautipurkaus voi myös lisätä lihan hintavaihtelua, mikä aiheuttaa hyvinvointimenetyksiä riskiä karttavalle päätöksentekijälle. Perusskenaariossa tautipurkauksen vaikutus sianlihan hintaan on alle 10 %. Ensihavainnon jälkeinen hintavaihtelu liittyy siihen, että tautipurkaus siirtää sikojen siemennyksiä ja teurastuksia ajassa. Tällöin esimerkiksi sikatiheillä alueilla havaittavat tautipurkaukset aiheuttavat hetkellisiä tuotantopiikkejä tai alituotantoa. Myös van Asseldonk ym. (2000) ja Mangen (2002) havaitsivat sikaruton lisäävän lihan hintavaihtelua.

Tilannekohtaisilla ja satunnaisilla tekijöillä näyttää olevan jopa suurempi vaikutus tautipurkauksen aiheuttamiin menetyksiin kuin yksittäisillä leviämistä edistävillä tekijöillä. Siksi tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa tutkimuksessa käytetty stokastinen lähestymistapa. Koska taudin leviämiseen ja havaitsemiseen liittyy alhaisten todennäköisyyksien tapahtumia, suurten menetysten syntymiseen tarvitaan useiden tapahtumien yhteensattuma. Myös Mangen ja Burrell (2003) havaitsivat, että samalta tilalta alkavien tautipurkausten koko ja vaikutukset voivat vaihdella huomattavasti.

Tulokset viittaavat siihen, että tautipurkauksen aiheuttamat menetykset ovat sitä suuremmat, mitä aikaisemmassa tuotantoketjun vaiheessa tautia esiintyy. Emakkosikalan saadessa tartunnan keskimääräistä suuremmat menetykset ovat todennäköisempiä ja niiden vaihtelu suurempaa kuin muiden sikalatyyppien saadessa tartunnan. Toisin sanoen tartunnan saaneen emakkosikalan tuotantoketjulle aiheuttama vahinkoriski on muita tartunnan saaneita sikaloita suurempi. Simulaatioiden mukaan tämä johtuu siitä, että emakkosikala on muita tuotanto-suuntia tehokkaampi viruksen levittäjänä. Tämä lisää sekä tartuntatilojen puhdistuksen että tartunnasta vapaiden tilojen tarkastuksen kustannuksia. Lisäksi emakkojen ja porsaiden hävittämisen vuoksi markkinoilta voi poistua viiveellä huomattava määrä lihasikoja. Tällöin seurannaisvaikutukset ovat keskimääräistä suurempia.

Menetettyjä emakoita korvaavien ensikoiden kasvattaminen vaatii aikaa ja resursseja. Tyhjilleen jäävien sikapaikkojen aiheuttama sopeutumiskustannus on niin suuri, että tuottajilla on kannustin täyttää tyhjät emakkopaikat nopeasti. Tautipurkausten pienen koon vuoksi tämä voitaisiin toteuttaa toimialan voimin esimerkiksi niin, että emakoiden ja porsaiden tarjontaa lisättäisiin alentamalla tilapäisesti emakkojen ja ensikoiden poistoprosenttia tuotantoketjussa tai kasvattamalla tavanomaista enemmän hyvälaatuisia porsaita ja nuoria sikoja emakoiksi.

Yhdistelmäsikalan tuotantoketjulle aiheuttama vahinkoriski on alhaisempi kuin emakkosikalan aiheuttama riski. Eräs syy tähän voi olla se, että yhdistelmätila toimii suljetun tuotantoketjun tavoin. Yhdistelmäsikalassa myös eräiden muiden riskien, esimerkiksi hintariskien, tiedetään olevan pienempiä kuin erikseen toimivissa liha- ja emakkosikaloissa.

Viime vuosina sikatilojen määrä on vähentynyt 6-7 %:n vuosivauhdilla. Samalla sianlihan tuotanto on lisääntynyt (Niemi & Ahlstedt 2005, s. 24, 32). MTT:ssä tehdyn arvion mukaan sikaloiden keskikoko on Suomen EU-jäsenyyden aikana kasvanut noin 85 % ja sen ennakoitaan kasvavan saman verran vuoteen 2013 mennessä. Rauhalan (2004) mukaan jo yli puolet Suomen lihasioista kasvatetaan yli 400 sian tiloilla. Lisäksi sianlihan viennin osuus tuotannosta on kasvanut jo noin 20 %:in (Niemi & Ahlstedt 2005, s. 24, 32). Siten rakennekehitys ja vientikysynnän kasvu ovat voineet lisätä sikaruton kaltaisten eläintautien mahdollisuuksia aiheuttaa suuria menetyksiä Suomessa. Rakennekehityksen vaikutuksesta tautiriskeihin on toistaiseksi vähän tutkimustietoa. Tässä tutkimuksessa käytettyjä malleja voidaan kuitenkin tulevaisuudessa soveltaa sikaruton kaltaisten sikaan tarttuvien eläintautien aiheuttamien riskien tutkimiseen rakenteeltaan erilaisissa tuotantoympäristöissä.

Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että suurilla tiloilla eläintautien tilalle leviämisen ja sieltä edelleen leviämisen ehkäisyssä näyttää olevan saatavissa mittakaavaetuja ainakin silloin, kun tautivahinkoon liittyy tautivapauden tapaisia kertaluonteisia menetyksiä. Toisin sanoen suuret tilat voivat satsata eläintautien ennaltaehkäisyyn tuotantoyksikköä kohti enemmän mutta eläinpaikkaa kohti vähemmän kuin pienet tilat. Siksi suurilta tiloilta voitaneen vaatia suurempaa varovaisuutta ja suojautumista eläintautiriskeiltä kuin pieniltä tiloilta. Tautisuojauksen kohentamiseen liittyvien kannustimien huomioon ottaminen yhdessä äärimmäisiä menetyksiä aiheuttavien tuotantojärjestelyiden välttämisen kanssa voinee hillitä sikatalouden rakennekehitykseen todennäköisesti liittyvien tautiriskien kasvua.

Toimialan kollektiivinen menetys riippuu osittain sikalatiheydestä, sillä menetykset kasvavat tautialueen sikalatiheyden noustessa. Myös Mangenin ym. (2002) tulokset viittaavat tähän. Tilatiheyden aiheuttama kustannus näyttäisi kuitenkin olevan Suomessa pienempi kuin Keski-Euroopassa havaittu kustannus (Saatkamp ym. 1997, Mangen ym. 2002). Tämä johtunee siitä, että suomalaisittain sikatiheet alueet ovat moniin muihin EU-maihin verrattuna vielä melko sikaharvoja alueita. Lisäksi näitä alueita on Suomessa toistaiseksi melko vähän.

Tautipurkauksen aiheuttama alhainen kustannuskertymä tarjoaa vähäiset mahdollisuudet alentaa kustannusriskejä, ellei riskien karttaminen ole voimakasta tai ellei samalla saada synergiaetuja muiden eläintautien ennaltaehkäisystä. Suomen alhainen tautiriski on kuitenkin kustannusetu, joka tulisi huomioida tautivahinkojen korvausta järjestettäessä. Esimerkiksi ylikansallisissa järjestelyissä

tulisi ottaa huomioon Suomen alhainen tautiriski. Janssonin ym. (2005) mukaan muussa tapauksessa korvausjärjestelmä tukee tautiriskeille alttiiden alueiden tuotantoa muiden alueiden kustannuksella.

Sikaruton alhaisen maahantuloriskin (Rosengren ym. 2002) ja alhaisten menetysten vuoksi tautivahinkojen rahoituksessa ja muussa varautumisessa tulisi pyrkiä ratkaisuihin, joissa järjestelmän ylläpidosta aiheutuvat kustannukset ovat mahdollisimman alhaiset. Tätä tukevat myös Meuwissenin ym. (2003) rahoitustutkimuksen tulokset sekä tutkimukset siitä, että tautivapauden eteen tehtyjen panostusten taloudellinen merkitys kasvaa tautipaineen tai tautivahinkojen suuruuden kasvaessa (Saatkamp ym. 1997, van Schaik 2000).

Alhaisten ylläpitokustannusten ja vähäisten menetysten korvaamiseen sopiva rahoitusvaihtoehto voisi olla nykyinen käytäntö, jossa vahingot korvataan valtion budjetista ja tarvittaessa lisämäärärahalla. Toinen ylläpitokustannuksiltaan edullinen vaihtoehto voisi olla Meuwissenin ym. (2003) esittämä pankkitakaus, jossa hyödynnetään olemassa olevia tietojärjestelmiä ja organisaatioita ja jossa vahingot rahoitetaan osittain etukäteen ja osittain jälkikäteen. Tällaisen menettelyn haittana on, että vakuutusmaksut kohoavat vahingon jälkeisenä aikana. Toisaalta alhaiset ylläpitokustannukset kompensoivat haittaa silloin, kun vahingot ovat vähäiset. Myös eläinten jäljityksessä ja ruohojen hävityksessä tulisi pyrkiä järjestelmiin, jotka voivat hyödyntää tuotantoketjun normaaleja toimintoja, jolloin tautivalmiuden ylläpidosta aiheutuva kustannus olisi alhainen (Saatkamp ym. 1997). Suomessa käytetty eläinten tunnistus- ja jäljitysjärjestelmä on melko tehokas. Järjestelmän jatkokehityksessä voitaisiin kuitenkin kiinnittää huomiota tietojen käyttöön eläintautijäljityksessä yhdessä muiden rekisterien kanssa.

Tautivahinkojen korvauksissa tulisi ottaa huomioon myös välilliset menetykset, jotta tuottajilla olisi riittävät taloudelliset kannustimet panostaa tautiriskien ennaltaehkäisyyn. Meuwissenin ym. (2003) mukaan tartunnan saaneista eläimistä maksettavan korvauksen tulisi olla vähintään yhtä suuri kuin menetettyjen eläinten arvo mutta ei tätä suurempi, mikäli uusien eläinten hankintahinta on eläinten arvoa alhaisempi. Korvauksissa tulisi ottaa huomioon myös eläinten ylläpitoruokinnan ja myyntiarvon heikentymisen aiheuttamat kustannukset, sillä ne vaikuttavat suoja- ja valvontavyöhykkeillä tuottavien tilojen yhteistyöhalukkuuteen ja motivaatioon (vrt. Harrinkari 2005). Toimialalla voitaisiinkin järjestää suoja- ja valvontavyöhykkeille päätyville tiloille mahdollisuus korvauksiin sillä edellytyksellä, että ne ovat huolehtineet riittävästä tautisuojuudesta ennen kuin taudin esiintymisestä maassa tiedetään (vrt. Niemi ym. 2004). Kannustimien vaikutuksesta tuottajien motivaatioon ja tautisuojuuksen taloudellisesta merkityksestä on toistaiseksi vähän tutkimustietoa. Myös tautivahinkojen rahoituksesta ja eläintautiriskeihin varautumisen taloudellisuudesta yleisesti ottaen on melko vähän tutkimustietoa.



Suuret menetykset ovat todennäköisimpiä juuri silloin, kun tartuntatilojen määrä kasvaa suureksi. Tartunnan leviämistä ennaltaehkäisevät toimenpiteet kannattaneekin keskittää tuotantoyksiköihin, joiden todennäköisyys levittää tartuntaa on suurin. Simulaatioiden perusteella tällaisia yksiköitä näyttäisivät olevan muun muassa sikatiheillä alueilla sijaitsevat keskimääräistä suuremmat emakkosikalat. Tuotantoketjun alkupäässä olevat sikalatyypit, kuten emakko- ja jalostussikalat ovat tärkeitä myös siksi, että niiden toimintahäiriöt vaikuttavat myöhemmin tuotantoketjussa olevien lihasikaloiden toimintaan. Häiriöitä voi esiintyä myös silloin kun tilalla ei ole sikaruttotartuntaa, esimerkiksi tilan saadessa rajoittavat määräykset.

Tartunnan leviämistä estäville toimenpiteille saadaan sitä suurempi tuotto mitä aikaisemmin leviämiskosten toteutuminen pystytään ehkäisemään. Riskinhallintapäätösten kannalta ongelmallista on se, että etukäteen ei tiedetä, leviääkö tartunta vai ei. Lisäksi monien tautipurkauksen aikana käynnistettyjen ja tartunnan leviämistä estävien toimenpiteiden käyttö aiheuttaa suuria peruuttamattomia kustannuksia. Tällaisia toimenpiteitä ovat erityisesti sikaruttodirektiivin vähimmäisvelvoitteen ylittävät harkinnanvaraiset toimenpiteet, kuten koko maan kattavat sikojen siirtokiellot. Tulosten mukaan tällaisten vapaaehtoisten toimenpiteiden käyttöön olisi tautipurkauksen aikana alhaiset taloudelliset kannustimet, ellei niitä voida rajata riittävän pieneen tilajoukkoon. Tämä pätee erityisesti tautipurkauksiin, jotka jäävät todennäköisesti pieniksi. Tautihavainnon jälkeen onkin tärkeää selvittää, voiko kyseessä olla suuri tautipurkaus tai liittykö tautipurkaukseen teurastamon toimintahäiriön kaltainen erityistilanteen mahdollisuus. Mikäli todellista tautitilannetta ei tunneta, leviämistä ennaltaehkäisevien ja tilojen toimintaa rajoittavien toimenpiteiden kustannustehokkuutta edistäisi se, että toimenpiteet voitaisiin rajata mahdollisimman tarkkaan vain leviämislle altistuneisiin tiloihin, kuten mahdollisiin kontaktitiloihin.

Teurastamoiden lähistöllä sijaitsevat sikalat ovat tärkeitä, sillä niiden puutteellinen riskienhallinta voi aiheuttaa ulkoisvaikutuksia teurastamoiden toimintaan. Tämä johtuu siitä, että teurastamon toiminnan keskeytyminen voi aiheuttaa vakavia häiriöitä lihamarkkinoilla ja siten aiheuttaa huomattavia menetyksiä. Tämän vuoksi markkinahäiriöihin liittyvä välillisten menetysten riski voi olla suuri, vaikka teurastamon tai sen lähellä sijaitsevien tilojen riski levittää tartuntaa olisi vähäinen. Teurastamon toimintaedellytyksiä heikentäviin riskeihin tulisikin kiinnittää huomiota, mikäli tartunta havaitaan suuren teurastamon lähistöllä.

Hätärokotuksista epidemiatilanteessa edes teoreettisesti saatavissa oleva hyöty (tartuntojen estyminen) on useimmissa simulaatioissa niin vähäinen, että rokottamiseen todennäköisesti liittyvä kysyntäshokin pitkittyminen todennäköisesti kumoaisi rokottamisella saatavat hyödyn (vrt. Mahul & Golin 1999). Tätä tukee myös Mangenin ym. (2002, s. 161) havainto, jonka mukaan rokottaminen sikaruttoa vastaan ei ole taloudellisesti mielekästä edes korkean sikatiheyden alueilla silloin, kun rokottaminen todennäköisesti aiheuttaa kysyntäreaktioita.

Sikaharvoilla alueilla ja erityisesti tuottajien näkökulmasta EU:n harjoittama tautipolitiikka on taloudellisesti mielekkäin vaihtoehto. Sikaharvoilla alueilla taloudelliset kannustimet muuhun kuin sikaruttodirektiivin minimivaatimusten täyttämiseen ovatkin vähäiset.

Tämän tutkimuksen tulokset poikkeavat aikaisemmista tutkimuksista siinä, että sikatiheillä alueilla eläinsuojeluongelma on ollut merkittävin yksittäinen välittömiä menetyksiä aiheuttava tekijä suurissa tautipurkauksissa (vrt. Mangan & Burrell 2003). Sikaharvoilla alueilla tautipurkauksen aiheuttamat eläinsuojeluongelmat ovat todennäköisesti vähäisiä. Sikalarekisterin tiedot viittaavat siihen, että useimmilla tiloilla on tilapäisesti vapaita sikapaikkoja. Lähes kaikilla sikatiloilla Suomessa on myös rakennuksia (esimerkiksi konehalli), joita voidaan käyttää tilapäisesti eläinsuojana. Lyhytkestoisissa tautipurkauksissa eläinsuojeluongelma voidaan ratkaista myös muuten kuin lopettamalla rajoitustilojen eläimet. Suurimmat karsinatilan puutteesta aiheutuvat ongelmat liittyvät tiineiden emakkojen porsimiseen rajoittavien määräysten ollessa voimassa, sillä suoja- ja valvontavyöhykkeille ei saa tuoda uusia sikoja vyöhykkeen ulkopuolelta.

Tartunnasta vapaaksi jäävän tilan joutuminen suoja- tai valvontavyöhykkeelle aiheuttaa tilalle suuria menetyksiä, vaikka toimialan kannalta menetykset olisivatkin vähäiset. Rajoittavien määräysten aiheuttamia menetyksiä voidaan alentaa joko pyrkimällä lyhentämään rajoitusten kestoa tai pienentämään niiden kohteeksi joutuvien tilojen määrää (vrt. Roberts 1995). Tämä edellyttäneekin tehokkaita taudinpurkauksen hävittämistoimenpiteitä. Lisäksi sikojen kasvuun liittyviä laatutappioita voidaan vähentää muun muassa ruokintaa rajoittamalla.

Tässä tutkimuksessa kiinnitettiin aikaisempia tutkimuksia enemmän huomiota siihen, miten tuottajat ja toimiala voivat minimoida tautipurkauksen vaikutukset tuotantoon. Menetysten arviointi perustuu optimoituun toimialan käyttäytymiseen. Epäoptimaaliset tuotantopäätökset tai sopeutumiskustannuksia aiheuttava teknologia voivat lisätä menetyksiä. Tautipurkausten pienen koon vuoksi toimialan optimointi vaikuttaa menetyksiin melko vähän. Rajoittavien määräysten kohteeksi joutuvien tartunnan saaneiden ja tartunnasta vapaiden sikatilojen välilliset menetykset todellisessa tautipurkauksessa saattavat kuitenkin olla tässä arvioitua suuremmat.

Tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu sikaruton vaikutusta yhteiskunnan kokonais hyvinvointiin. Manganin ja Burrellin (2003) tulokset kuitenkin viittaavat siihen, että kuluttajien hyvinvoinnin muutos on usein päinvastainen kuin tuottajien hyvinvoinnin muutos. Kuluttajien hyvinvoinnin muutos riippuu muun muassa kysynnän joustavuudesta. Tässä tutkimuksessa simuloitujen tautipurkaukset ovat kuitenkin niin pieniä, että niiden vaikutus kuluttajien hyvinvointiin lienee useimmissa tapauksissa vähäinen.

# Kirjallisuus

- Agra Europe 1997. Surge in pig prices poses risk of too-rapid expansion. Agra Europe, May 30, 1997: M/6-M/7.
- Andersson, H., Lexmon, Å, Robertsson, J-Å., Lundeheim, N. & Wierup, M. 1997. Agricultural programs and social returns to eradication programs: the case of Aujeszky's disease in Sweden. Preventive Veterinary Medicine 29: 311-328.
- van Asseldonk, M.A.P.M., Kuiper, W.E. & Huirne, R.B.M. 2000. Classical swine fever and price volatility. Teoksessa: Salman, M.D., Morley, P.S. & Rush-Gallie, R. (toim.), Proceedings of the 9th symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE). Breckenbridge: ISVEE. 3 s.
- Anthony, R. 2004. Risk communication, value judgements, and the public-policy maker relationship in a climate of public sensitivity toward animals: revisiting Britain's foot and mouth crisis. Journal of Agricultural and Environmental Ethic 17: 363-383.
- Bellman, R. 1957. Dynamic Programming. New Jersey: Princeton University Press. 339 s. ISBN 069107951X.
- Berentsen, P.B.M., Dijkhuizen, A.A. & Oskam, A.J. 1992. A dynamic model for cost-benefit analyses of foot-and-mouth disease control strategies. Preventive Veterinary Medicine 12: 229-243.
- Buijtelts, T. & Burrell, A. 2000. The trade argument for eradicating Aujeszky's disease: Effects of export restrictions on the Dutch pig industry. Tijdschrift Voor Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek Van De Landbouw 15: 126-146.
- Chambers, R.G. 1988. Applied production analysis – A dual approach. Cambridge: Cambridge university press. 331 s.
- Defra 2003. Regulatory impact assessment. Viitattu: 2 May 2005. Saatavissa Internetistä: [http://www.defra.gov.uk/animalh/diseases/pdf/10csf\\_ria\\_web.pdf](http://www.defra.gov.uk/animalh/diseases/pdf/10csf_ria_web.pdf).
- Dijkhuizen, A.A., Renkema, J.A. & Stelwagen, J. 1991. Modelling to support animal health control. Agricultural Economics 5: 263-277.
- Ebel, E.D., Hornbaker, R.H. & Nelson, C.H. 1992. Welfare effects of the national Pseudorabies Eradication Program. American Journal of Agricultural Economics 74: 640-645.
- Euroopan neuvosto 1990. Neuvoston päätös 90/424/ETY tietyistä eläinlääkintäalan kustannuksista. Tehty Brysselissä 26.6.1990. Virallinen lehti L 224: 19-28.

- Euroopan neuvosto 2001. Council directive 2001/89/EC of 23 October 2001 on Community measures for the control of classical swine fever. Annettu Brysselissä 23.10.2001. Official Journal of the European Communities L316: 5-35.
- Euroopan komissio 2002. Komission päätös 2002/106/EY klassisen sikaruton toteamisessa käytettäviä diagnostisia menettelyjä, näytteenottomenetelmiä ja laboratoriotestien tulosten arviointikriteereitä koskevan taudinmäärityskäsikirjan hyväksymisestä. Virallinen lehti L 039: 71-88.
- Eurostat 2004. Eurostat data: Agriculture, forestry and fisheries. Päivitetty: 2 August 2005. Viitattu: 14 May 2004. Saatavissa Internetistä: [http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?\\_pageid=1996,45323734&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/agric/agri&language=en&product=EU\\_MAIN\\_TREE&root=EU\\_MAIN\\_TREE&scrollto=0](http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?_pageid=1996,45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/agric/agri&language=en&product=EU_MAIN_TREE&root=EU_MAIN_TREE&scrollto=0)
- FAO 2004. FAOSTAT agriculture database. Viitattu: 17 May 2004. Saatavissa Internetistä:<http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>
- Garner, M.G. & Lack, M.B. 1995. An evaluation of alternative control strategies for foot-and-mouth disease in Australia: a regional approach. *Preventive Veterinary Medicine* 23: 9-32.
- Garner, M.G., Whan, I.F., Gard, G.P. & Phillips, D. 2001. The expected economic impact of selected exotic animal diseases on the pig industry of Australia. *Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties* 20: 671-685.
- Gravelle, H. & Rees, R. 1992. *Microeconomics*. 2nd edition. London: Longman group. 752 s. ISBN 0-582-02386-6.
- Gosgomstat of Russia 1996. Current statistical survey 16: 50.
- Gosgomstat of Russia 1997. Current statistical survey 20: 53.
- Gosgomstat of Russia 1998. Current statistical survey 24: 51.
- Gosgomstat of Russia 1999. Current statistical survey 28: 50.
- Gosgomstat of Russia 2000. Current statistical survey 32: 58.
- Gosgomstat of Russia 2001. Current statistical survey 36: 59.
- Gosgomstat of Russia 2002. Current statistical survey 40: 60.
- Gosgomstat of Russia 2003a. Current statistical survey 44: 59.
- Gosgomstat of Russia 2003b. Current statistical survey 47: 87.
- Harrinkari, T. 2005. Tarttuvien tautien korvaukset niukkoja. *Kmvet* 11:12-14.

- Howe, K.S. & Christiansen, K.H. 2004. The state of animal health economics: a review. Teoksessa: Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine. Proceedings of a meeting held March 24-26, 2004, Martigny, Switzerland. s. 153-165.
- Huirne, R.B.M., Dijkhuizen, A.A., van Beek, P. & Hendriks, Th.H.B. 1993. Stochastic dynamic programming to support sow replacement decisions. *European Journal of Operational Research* 67: 161-171.
- Jansson, T., Norell, B. & Rabinowicz, E. 2005. Modelling the impact of compulsory FMD insurance. Paper prepared for presentation at the XIth international Congress of the EAAE (European Association of Agricultural Economists) 'The Future of Rural Europe in Global Agri-Food System', Copenhagen, Denmark, August 24-27, 2005. Viitattu: 2.9.2005. Saatavissa Internetistä: [www.eaae2005.dk](http://www.eaae2005.dk)
- Jin, H.J. & Koo, W.W. 2003. The effect of BSE outbreak in Japan on consumers' preferences. *European Review of Agricultural Economics* 30: 173-192.
- Kennedy, J.O.S. 1986. *Dynamic programming: Applications to agriculture and natural resources*. London: Elsevier Applied Science Publishers. 341 s.
- Klinkenberg, D., Nielen, M., Mourits, M.C.M. & de Jong, M.C.M. 2005. The effectiveness of classical swine fever surveillance programmes in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine* 67: 19-37.
- Kuchler, F. & Hamm, S. 2000. Animal disease incidence and indemnity eradication programs. *Agricultural Economics* 22: 299-308.
- Kuhlman, T., Mourits, M.C.M. & Tomassen, F.H.M. 2002. Integraal evaluatiekader. Teoksessa: Huirne, R.B.M., Mourits, M., Tomassen, F., de Vlieger, J.J. & Vogelzang, T.A. 2002. MKZ: Verleden, Heden en Toekomst; Over de preventie en bestrijding van MKZ. *Agricultural*. s. 169-182.
- Kunreuther, H. & Pauly, M. 2004. Neglecting disaster: why don't people insure against large losses? *The Journal of Risk and Uncertainty* 28: 5-21.
- Kilpeläinen, S., Latvala, T. & Kola, J. 2004. Zoonoosien aiheuttamat kustannukset elintarvikeketjussa. Helsingin yliopisto, taloustieteen laitos. Selvityksiä 21. 69 s.
- Laaksonen, K. & Pentti, S. 2001. Urakointihinnat ja konetyön kustannukset. Työtehoseuran maataloustiedote 535. Helsinki: Työtehoseura. 12 s.
- Latvala, T. & Kola, J. 2000. Consumers' willingness to pay for information about food safety and quality: Case Beef. Viitattu: 20 August 2003. Saatavissa Internetistä: International food and agribusiness association (IAMA) 10th world congress. Chigago: IAMA. [http://agecon.tamu.edu/iama/2000congress/2000\\_forum\\_papers.htm](http://agecon.tamu.edu/iama/2000congress/2000_forum_papers.htm)

- LeSage, J. P. 2001. Econometrics toolbox for Matlab. Päivitetty: February 2005. Viitattu: 14 May 2004. Saatavissa Internetistä: <http://www.spatial-econometrics.com/>
- Mahul, O. & Golin, A. 1999. Irreversible decision making in contagious animal disease control under uncertainty: an illustration using FMD in Brittany. *European Journal of Agricultural Economics* 26: 39-58.
- Majuri, M. 1990. Maataloustöiden normit. Porsastuotannon työmenekki. Työteho-seuran maataloustiedote 388. 8 s.
- Mangen, M.-J.J., Jalvingh, A.W., Nielen, M., Mourits, M.C.M., Klinkenberg, D & Dijkhuizen, A.A. 2001. Spatial and stochastic simulation to compare two emergency-vaccination strategies with a marker vaccine in the 1997/1998 Dutch Classical Swine fever epidemic. *Preventive Veterinary Medicine* 48: 177-200.
- Mangen, M.-J.J., Burrell, A.M. & Mourits, M.C.M. 2004. Epidemiological and economic modelling of classical swine fever: application to the 1997/1998 Dutch epidemic. *Agricultural Systems*. 81: 37-54.
- Mangen, M.-J.J. & Burrell, A.M. 2002. Decomposing preference shifts for meat and fish in the Netherlands. *Journal of Agricultural Economics* 52: 16-28.
- Mangen, M.-J.J., Nielen, M. & Burrell, A.M. 2002. Simulated effect of pig-population density on epidemic size and choice of control strategy for classical swine fever epidemics in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine* 56: 141-163.
- Mangen, M.-J.J. & Burrell, A. M. 2003. Who gains, who loses? Welfare effects of classical swine fever epidemics in the Netherlands. *European Review of Agricultural Economics* 30: 125-154.
- Mangen, M.-J.J., Mourits, M.C.M. & Nielen, M. 2003a. Impact of high risk period on control costs and size of simulated Classical Swine Fever epidemic. Paper presented at ISVEE 12, Vina del Mar, Chile, 17-21 November 2003. 3 s. CD-rom.
- Mangen, M.-J.J., Nielen, M. & Burrell, A.M. 2003b. Simulated epidemiological and economic effects of measures to reduce piglet supply during a classical swine fever epidemic in The Netherlands. *Revue Scientifique et Technique, Office International des Epizooties* 22: 811-822.
- Mas-Colell, A., Whinston, M.D. & Green, J.R. 1995. *Microeconomic theory*. New York: Oxford University Press. 981 s. ISBN 0-19-510268-1.
- Matkahuolto 2004. Pikarahtihinnasto. Viitattu: 10.12.2004. Saatavissa Internetistä: [www.matkahuolto.fi](http://www.matkahuolto.fi)
- Meuwissen, M.P.M., Horst, H.S., Huirne, R.B.M. & Dijkhuizen, A.A. 1999. A model to estimate the financial consequences of classical swine fever epidemic: principles and outcomes. *Preventive Veterinary Medicine* 42: 249-270.

- Meuwissen, M.P.M. 2000. Insurance as a risk management tool for European agriculture. PhD thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, 117 s. ISBN 90-5808-171-0.
- Meuwissen, M.P.M., van Asseldonk, M.A.P.M. & Huirne, R.B.M. 2003. Alternative risk financing instruments for swine epidemics. *Agricultural Systems* 75: 305–322.
- MKL 2003. Mallilaskelmia maataloudesta 2003: Tuotantokustannuslaskelmat; Maataloustuet 2001-2003. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja 999. 44 s. ISBN 951-808-120-4.
- MMM 2003. Toimintaohjeet eläinlääkäreille klassisen sikaruton vastustamiseksi. Maa- ja metsätalousministeriö, Elintarvike- ja terveysosasto. 78 s.
- MMM/EEOo 24.5.1995/17. Maa- ja metsätalousministeriön Eläinlääkintä ja elintarvikeosaston ohje 17/EEO/95. Desinfektiotoimenpiteet eläintautien vastustamisessa. Annettu Helsingissä 24.5.1995. MMM:n ohje nro 375/50-95.
- MMM/EEOp 28.11.1995/1346. Maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston päätös vastustettavista eläintaudeista ja eläintautien ilmoittamisesta. Annettu Helsingissä 28.11.1995. Suomen säädöskokoelma 1346/95.
- MMMa 7.1.2001/100. Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista rakentamismääräyksistä ja suosituksista. Annettu Helsingissä 7.1.2001. Suomen säädöskokoelma 100/2001.
- MMMa 25.10.2002/1146. Maa- ja metsätalousministeriön asetus 22/EEO/2002. Klassisen sikaruton vastustaminen. Annettu Helsingissä 25.10.2002. Suomen säädöskokoelma 1146/2002.
- MTT 2005. Maataloustulon kehitys tuotantosuunnittain. Päivitetty: 22.2.2005. Viitattu: 19.4.2005 Saatavissa Internetistä: [http://www.mtt.fi/tutkimus/talous/kirjanpitolilat/sarja/c\\_mtulo.html](http://www.mtt.fi/tutkimus/talous/kirjanpitolilat/sarja/c_mtulo.html)
- Moennig, V. 2000. Introduction to classical swine fever: virus, disease and control policy. *Veterinary Microbiology* 73: 93-102.
- Morduch, J. 1995. Income smoothing and consumption smoothing. *The Journal of Economic Perspectives* 9 (3): 103-114.
- Mäkelä, S. & Niemi, J. 2004. Elintarvikkeiden hintamarginaalit vuosina 2000-2002. MTT taloustutkimus. Käsikirjoitus.
- Niemi, J. & Ahlstedt, J. (toim). 2005. Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2005 – Kymmenen vuotta Euroopan unionissa. MTT taloustutkimuksen julkaisuja 105. Helsinki: MTT. 94 s.

- Niemi, J.K., Pietola, K. & Sevón-Aimonen, M.-L. 2004. Hog producer income losses under contagious animal disease restrictions. *Agra Agriculturae Scandinavica section C - Food Economics* 1: 185-194.
- Nuttall, P. 2001. Health and safety management during a notifiable disease outbreak. *State Veterinary Journal* 11: 8-11.
- OIE 2004. Terrestrial animal health code 2004. Viitattu: 12.5.2005. Saatavissa Internetistä: [http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en\\_sommaire.htm](http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm)
- OIE 2005. Handistatus II. Päivitetty: 12.5.2005. Viitattu: 12.5.2005. Saatavissa Internetistä: <http://www.oie.int/hs2/report.asp?lang=en>
- Parviainen, H. 2001. Porsastuotannon työmenetelmät ja työmenekki. *Työteho-seuran maataloustiedote* 534. 8 s.
- Peltola, J., Aakkula, J., Maijala, R. & Siikamäki, J. 2001. Valuation of economic benefits from the Finnish salmonella control program. *MTT economic research working papers* 30: 4-22.
- Pluimers, F.H., de Leeuw, P.W., Smak, J.A., Elbers, A.R.W. & Stegeman, J.A. 1999. Classical swine fever in The Netherlands 1997–1998: a description of organisation and measures to eradicate the disease. *Preventive Veterinary Medicine* 42: 139-155.
- Pindyck, R.S. & Rubinfeld, D.L. 1998. *Econometric models and economic forecasts*. 4th edition. Boston: Irwin McGraw-Hill. 634 s. ISBN 0-07-913292-8.
- Rauhala, R. 2005. Sikatalouden murros. *Sika* 35: 38-39.
- Raulo, S & Lyytikäinen, T. 2005. Kvantitatiivinen riskinarviointi – Klassisen sikaruton epideeminen taudinpurkaus Suomessa. *EELAn julkaisuja* 2005: 6. Helsinki: Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos. 188 s.
- Raulo, S.M. & Lyytikäinen, T. 2005. Sikaruton havaitsemiseen kuluva aika - simuloitu ennuste. *Suomen eläinlääkärilehti* 111 (2): 63-70.
- Raulo, S., Lyytikäinen, T., Rautiainen, E. & Maijala, R. 2003. Taudeilta suojautuminen : EELAn kyselytutkimus selvitti. *Sika* 33 (5): 31-33.
- Roberts, M. 1995. Evaluation of optimal size of restriction zones in disease control with particular reference to Classical swine fever. *Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine (Great Britain). Proceedings of a meeting held at Reading on March 29-31, 1995.* s. 119-130.
- Robinson, L.J. & Barry, P.J. 1987. *The competitive firm's response to risk*. New York: MacMillan publishing company. 324 s. ISBN 0-02-948640-8.
- Rosengren, H., Rautiainen, E., Lyytikäinen, T. & Maijala, R. 2002. A qualitative risk assessment of the spread of Classical swine fever into and within Finland. *EELAn julkaisuja* 2002: 6. Helsinki: Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos. 94 s.



- Ross, R.W. 1980. The use of a production function to maximise profits in feeder hog enterprise. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 28: 33-37.
- Saatkamp, H.W., Dijkhuizen, A.A., Geers, R., Huirne, R.B.M., Noordhuizen, J.P.T.M., & Goedseels, V. 1997. Economic evaluation of national identification and recording systems for pigs in Belgium. *Preventive Veterinary Medicine* 30: 121-135.
- Saatkamp, H.W., Berentsen P. B. M. & Horst, H. S. 2000. Economic aspects of the control of classical swine fever outbreaks in the European Union. *Veterinary Microbiology* 73: 221-237.
- van Schaik, G. 2000. Risk and economics of disease introduction into dairy farms. PhD thesis. Wageningen: Wageningen University. 181 s. ISBN 90-5808-231-8.
- Schoenbaum, M.A. & Disney, T. 2003. Modeling alternative mitigation strategies for a hypothetical outbreak of foot-and-mouth disease in the united states. *Preventive Veterinary Medicine* 58: 25-52.
- Sorensen, B. & Yosha, O. 1997. Income and Consumption Smoothing Among US States: Regions or Clubs?. CEPR Discussion Paper 1670. London: Centre for Economic Policy Research. Päivitetty: 30 July 1997. Viitattu: 2 August 2005. Tiivistelmä saatavilla Internetistä: <http://www.cepr.org/pubs/dps/DP1670.asp>
- Statistics Bureau 1996. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 427.
- Statistics Bureau 1997. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 439.
- Statistics Bureau 1998. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 451.
- Statistics Bureau 1999. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 463.
- Statistics Bureau 2000. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 475.
- Statistics Bureau 2001. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 487.
- Statistics Bureau 2002. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 499.
- Statistics Bureau 2003. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 510.
- Statistics Bureau 2004. D-5 Production and Prices of Livestock Products. Monthly statistics of Japan 513.

- Stegeman, A., Elbers, A.R.W., Bouma, A. & de Jong, M.C.M. 2002. Rate of inter-herd transmission of classical swine fever virus by different types of contact during the 1997–8 epidemic in The Netherlands. *Epidemiology and Infection* 128: 285-291.
- Sternberg, K. 2003. Porsastuotannon tarkkailun tuloksia vuodelta 2002 : parempaa säätä. *Sika* 33 (3): 38-41.
- Teuffert, J. & Depner, K.R. 2003. Fragen zur tenazität des KSP-virus. Bundesforschungsanstalt für Tiergesundheit. 3 s.
- Tike 2001. Tietokappale - Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 5/2001. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 47 s.
- Tike 2002. Tietokappale - Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 3/2002. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 47 s.
- Tike 2003. Tietokappale - Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 8/2003. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 47 s.
- Tike 2004. Tietokappale - Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 7/2004. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 47 s.
- Tilastokeskus 2001. Suomen tilastollinen vuosikirja 2001. SVT. Helsinki: tilastokeskus. 699 s. ISBN 951-727-938-8.
- Tilastokeskus 2003. Palkat ja työvoimakustannukset. Viitattu: 20.3.2003. Saatavissa Internetistä: <http://statfin.stat.fi/StatWeb/start.asp?LA=fi&lp=home>
- Tilastokeskus 2004a. Kansantalous. Päivitetty: 9.2.2004. Viitattu: 9.2.2004. Saatavilla Internetistä: <http://statfin.stat.fi/StatWeb>
- Tilastokeskus 2004b. Teollisuus. Päivitetty: 9.2.2004. Viitattu: 9.2.2004. Saatavilla Internetistä: <http://statfin.stat.fi/StatWeb>
- Toft, N., Kristensen, A.R. & Jorgensen, E. 2005. A framework for decision support related to infectious diseases in slaughter pig fattening units. *Agricultural systems* 85: 120-137.
- Tuovinen, V. 2001. Suomi pitäisi saada vapaaksi porsasyskästä mahdollisimman nopeasti. *Sika* 31 (5): 4-6.
- Työtehoseura 1988. Maatalouden työnormit. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston monisteita 1988: 2. Helsinki: Työtehoseura. 156 s.
- Vaughan, E.J. & Vaughan, T. 1999. *Fundamentals of Risk and Insurance*. 8th edition. New York: John Wiley & Sons. 704 s. ISBN 0-471-29988-X.
- VHp 18.12.2001/1568. Verohallituksen päätös kotieläinten arvon määrittämisessä noudatettavista perusteista. Annettu Helsingissä 18.12.2001. Suomen säädöskokoelma 1568/2001.

- VNa 12.12.2001/1234. Valtioneuvoston asetus eläinlääkäreiden toimituspalkkioista. Annettu Helsingissä 12.12.2001. Suomen säädöskokoelma 1234/2001.
- Verbeke, W. & Ward, R.W. 2001. A fresh meat almost ideal demand system incorporating negative TV press and advertising impact. *Agricultural Economics* 25: 359-374.
- de Vos, C.J. 2005. Risk analysis of classical swine fever introduction. PhD-thesis. Wageningen: Wageningen university. 174 s. ISBN 90-8504-217-8.
- de Vos, C.J., Saatkamp, H.W. & Huirne, R.B.M. 2005. Cost-effectiveness of measures to prevent classical swine fever introduction into the Netherlands. Teoksessa: de Vos, C.J. 2005. Risk analysis of classical swine fever introduction. PhD-thesis. Wageningen: Wageningen university. s. 93-123.
- WTO 2001. The WTO agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures (SPS Agreement). Viitattu: 26.9.2001. Saatavissa Internetistä: [http://www.wto.org/english/tratop\\_e/sps\\_e/spsagr\\_e.htm](http://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm)
- Zellner, A. & Theil, H. 1962. Three-stage least squares: Simultaneous estimation of simultaneous equations. *Econometrica* 30: 54-78.

## Liite 1 (1/2). Menetysten laskennassa käytettyjä tietoja

Toimenpiteiden aiheuttamat kustannukset <sup>1)</sup>	Yksikkö	min	max
Kliininen tarkastus - kiinteä kustannus	€/tila	51,26	51,26
Verinäytteiden otto - kiinteä kustannus	€/tila	72,57	72,57
Tilan tarkastus - matkakustannus	€/km/tila	1,13	1,13
Eläinkirjanpidon tarkastus	€/sika	0,10	0,10
Kliinisesti tarkastettujen sikojen määrän mukainen kustannus	€/sika	3,26	4,89
Verinäytemäärästä riippuva kustannus	€/sika	9,15	12,97
Sikojen lopetus - kiinteä kustannus	€/tila	1490,41	1653,89
Sikojen lopetus (sis. korvaukset tuottajalle)	€/lihasika	88,00	302,36
Sikojen lopetus (sis. korvaukset tuottajalle)	€/emakko	575,11	1421,60
Lihasian korvausarvo	€/kg	1,39	1,39
Karjun korvausarvo	€/karju	252,28	850,00
Emakon korvausarvo	€/emakko	424,53	549,53
Porsaan korvausarvo	€/porsas	61,07	61,07
Sikalan pesu ja desinfektio - kiinteä kustannus	€/tila	1128,34	1128,34
Lihasilakan pesu ja desinfektio	€/lihasika	23,09	31,77
Sikalan pesu ja desinfektio	€/emakko	106,55	144,87
Tautitapauksen kiinteä hallintokustannus	€/tartuntatila	10277,84	13903,69
Tautitapauksen aiheuttama hallintokustannus	€/tartuntatila/päivä	784,54	784,54
Tautitapauksen aiheuttama hallintokustannus	€/rajoitustila/päivä	23,92	23,92
Tautitapauksen aiheuttama hallintokustannus	€/rajoitustilatila	16,54	16,54

1) Muodostettu useista eri lähteistä kerättyjen tietojen perusteella.

Tilalla suoritettujen toimenpiteiden työmenekit <sup>1)</sup>	Yksikkö	min	max
Eläimen kliininen tarkastus	sikaa/tunti	10	15
Verinäytteen otto	sikaa/tunti	17	35
Elinnäytteen otto porsaalta	sikaa/tunti	12	12
Elinnäytteen otto lihasialta tai emakolta	sikaa/tunti	4	4
Tilan eläinkirjanpidon tarkastus	sikaa/tunti	250	250
Lihasilakojen lopetus	sikaa/tunti	125	200
Emakon+porsaiden lopetus	emakkopaikkaa/tunti	19	20
Tilakäynnin valmistelu ja valmistautuminen	htt/tila	1,5	1,5

1) Laskettu käyttäen seuraavista lähteistä saatuja tietoja: Olli Peltoniemi, Helsingin Yliopisto, Saaren klinikka, sähköpostitiedonanto 28.7.2003., NAVTA 2001, dr. Arthur Besch, Luxembourg Veterinary Services, muistio 13.1.2004, dr. Christoph Staubach, Federal Research Centre for Virus Diseases of Animals, Saksa, sähköpostitiedonanto 6.2.2004, Mangenin (2002) taustamateriaali, MMM/ELO:n tiedonanto 2002.

## Liite 1 (2/2).

Sikalan koko ja sikojen lukumäärä <sup>1)</sup>	Yksikkö	m <sup>2</sup>
Sikalan pinta-ala	m <sup>2</sup> /sikala	45
Lihasia kohti vaadittu karsinapinta-ala	m <sup>2</sup> /sika	1,3
Tuotannossa olevaa emakkoa kohti vaadittu karsinapinta-ala	m <sup>2</sup> /sika	13

1) Lähde: MMMa 2001.

Sektorimallin tunnuslukuja	yksikkö	Muuttuja
Kotimaisen sianlihan kysynnän hintajousto Suomessa	- <sup>1)</sup>	-0,53
Sianlihan vientikysynnän jousto suomalaisen sianlihan hinnan suhteen	- <sup>1)</sup>	-3,5
Tuontisianlihan kysynnän hintajousto suomalaisen sianlihan hinnan suhteen	- <sup>1)</sup>	0,88
Porsastuotos	porsasta/pahnue <sup>2)</sup>	9,48
Porsaan muuttuva tuotantokustannus (sis. työ)	€/porsas	58,99
Emakon uudistuskustannus	€/ensikko	553,04
Tulo emakon poiston yhteydessä	€/emakko	55,5
Lihasian tuotantokustannus (pl. porsas)	€/80 kg sika	61,25
Painokilon hinta (käytetään teurastuksen viivästymisen yhteydessä)	€/kärkivälin ylittävä painokilo	0,02
Lihaskojen tuotantotuki	€/sika	23,08
Työtunnin hinta	€/tunti	11,35
Vuotuinen korkokanta	%	6 %
Lihakilon tuotantokustannus koko ketjussa	€/kg <sup>3)</sup>	1,36

1) Lihan kysynnän hintajousto mittaa lihan kysynnän muutosta suhteessa lihan hinnan muutokseen. Lihan kysynnän hintajousto on laskettu aineiston keskiarvotiedoilla käyttäen liitteessä 2 esitettyjä estimointituloksia. Jousto lasketaan kaavalla (ks. esim. Chambers 1988, s. 135, Gravelle & Rees 1992, s. 367):

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\Delta Q_i}{\Delta P_j} \frac{P_j}{Q_i} = \frac{\partial \ln Q_i}{\partial \ln P_j} ,$$

jossa  $Q_i$  on hyödykkeen  $i$  kysyntämäärä,  $P_j$  on hyödykkeen  $j$  hinta,  $\Delta Q_i$  on hyödykkeen kysyntämäärässä tapahtuva muutos ja  $\Delta P_j$  on hyödykkeen  $j$  hinnan muutos.

2) 173 päivän tuotantokierrolle normeerattu tuotos.

3) Viitteellinen luku eläinten määrän säilyttävälle tuotannolle sisältäen sekä porsastuotannon että lihastian kasvatuksen muuttuvat tuotantokustannukset mukaan lukien työpanos.

## Liite 2 (1/4). Kysyntämallin parametriestimaatit ja kysyntäjoustit

### Three Stage Least-squares Estimates

Dependent Variable = DOMESTIC

R-squared = 0.6282

Rbar-squared = 0.5009

sigma<sup>2</sup> = 0.3978

Durbin-Watson = 2.5730

Nobs, Nvars = 99, 26

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
Sianlihan hinta Suomessa (€/kg)	-5.4205	-4.2025	0.0001
Naudanlihan hinta Suomessa (€/kg)	1.9224	2.1788	0.0317
Siipikarjan lihan hinta Suomessa (€/kg)	4.8863	1.2581	0.2113
Sianlihan hinta Tanskassa (€/kg)	1.6299	2.2081	0.0295
Suomen väkiluku (milj. asukasta)	27.3687	3.6112	0.0005
Tammikuu (dummy-muuttuja)	-0.8772	-2.6214	0.0101
Helmikuu (dummy-muuttuja)	-0.9878	-2.9304	0.0042
Huhtikuu (dummy-muuttuja)	-0.4973	-1.4495	0.1503
Toukokuu (dummy-muuttuja)	-0.8968	-2.6328	0.0098
Kesäkuu (dummy-muuttuja)	-1.4118	-4.1116	0.0001
Heinäkuu (dummy-muuttuja)	-0.5616	-1.7289	0.0869
Elokuu (dummy-muuttuja)	-0.8426	-2.5635	0.0119
Syyskuu (dummy-muuttuja)	-1.1952	-3.4644	0.0008
Lokakuu (dummy-muuttuja)	0.2856	0.7982	0.4267
Marraskuu (dummy-muuttuja)	0.1916	0.5350	0.5939
Joulukuu (dummy-muuttuja)	0.4875	1.3168	0.1910
Vuosi 1997 (dummy-muuttuja)	0.9314	3.4939	0.0007
Vuosi 1999 (dummy-muuttuja)	-0.7608	-2.6156	0.0103
Vuosi 2000 (dummy-muuttuja)	-0.8535	-2.7662	0.0068
BSE EU:ssa 1996 (dummy-muuttuja)	-0.0482	-0.0685	0.9455
BSE Suomessa 2002 (dummy-muuttuja)	0.1548	0.2957	0.7681
Sikarutto Alankomaissa 1997-1998 (dummy)	-0.5599	-0.7808	0.4368
Suu- ja sorkkatauti Iso-Britanniassa 2001 (dummy)	-0.5756	-1.0756	0.2847
Aasian taantuma 1998	0.7364	2.6037	0.0106
Vakio	-136.7755	-3.1319	0.0023
Kysyntä 6 kk aikaisemmin	0.2353	2.7890	0.0063

## Liite 2 (2/4).

### Three Stage Least-squares Estimates

Dependent Variable = **IMPORT**

R-squared = **0.7577**

Rbar-squared = **0.6701**

sigma<sup>2</sup> = **0.0257**

Durbin-Watson = **1.7781**

Nobs, Nvars = **99, 27**

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
Sianlihan hinta Suomessa (€/kg)	1.4494	3.7576	0.0003
Naudanlihan hinta Suomessa (€/kg)	0.1250	0.5357	0.5933
Sianlihan hinta Tanskassa (€/kg)	-0.7449	-3.7450	0.0003
Tammikuu (dummy-muuttuja)	-0.1210	-1.4180	0.1593
Helmikuu (dummy-muuttuja)	-0.0855	-1.0033	0.3182
Huhtikuu (dummy-muuttuja)	-0.0266	-0.3150	0.7534
Toukokuu (dummy-muuttuja)	0.0707	0.7376	0.4625
Kesäkuu (dummy-muuttuja)	0.0066	0.0784	0.9377
Heinäkuu (dummy-muuttuja)	-0.0445	-0.5254	0.6005
Elokuu (dummy-muuttuja)	-0.0442	-0.5185	0.6052
Syyskuu (dummy-muuttuja)	0.1218	1.4684	0.1452
Lokakuu (dummy-muuttuja)	0.2198	2.4507	0.0160
Marraskuu (dummy-muuttuja)	0.6391	7.0828	0.0000
Joulukuu (dummy-muuttuja)	0.0962	0.9428	0.3481
Lineaarinen trendi	-0.0023	-1.5719	0.1192
Vuosi 1995 (dummy-muuttuja)	-0.4104	-4.5204	0.0000
Vuosi 1999 (dummy-muuttuja)	0.3319	4.0955	0.0001
Vuosi 2000 (dummy-muuttuja)	0.4420	6.7003	0.0000
Vuosi 2003 (dummy-muuttuja)	0.2236	2.1686	0.0325
BSE EU:ssa 1996 (dummy-muuttuja)	0.1126	0.6339	0.5276
BSE Suomessa 2002 (dummy-muuttuja)	0.0302	0.2323	0.8168
Sikarutto Alankomaissa 1997-1998 (dummy)	-0.0954	-0.5415	0.5894
Suu- ja sorkkatauti Iso-Britanniassa 2001 (dummy)	0.1703	1.2557	0.2122
Aasian taantuma 1998	-0.1976	-2.5221	0.0133
Venäjän taantuma 1999	0.5257	2.7507	0.0071
Vakio	-0.4071	-0.5265	0.5997
Kysyntä 6 kk aikaisemmin	-0.1227	-1.4443	0.1518

## Liite 2 (3/4).

### Three Stage Least-squares Estimates

Dependent Variable = EXPORT

R-squared = 0.8340

Rbar-squared = 0.7831

sigma<sup>2</sup> = 0.0816

Durbin-Watson = 1.8172

Nobs, Nvars = 99, 24

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
Sianlihan hinta Suomessa (€/kg)	-3.6291	-6.3044	0.0000
Sianlihan hinta Venäjällä (€/kg)	0.3654	1.9709	0.0515
Sianlihan hinta Ruotsissa (€/kg)	0.4547	1.3790	0.1710
Sianlihan hinta Japanissa (€/kg)	0.0076	0.0972	0.9227
Lineaarinen trendi	0.0163	4.8184	0.0000
Tammikuu (dummy-muuttuja)	-0.1857	-1.1815	0.2402
Helmikuu (dummy-muuttuja)	-0.1117	-0.7307	0.4667
Huhtikuu (dummy-muuttuja)	0.0587	0.3967	0.6925
Toukokuu (dummy-muuttuja)	-0.1583	-1.0547	0.2941
Kesäkuu (dummy-muuttuja)	-0.0626	-0.3923	0.6957
Heinäkuu (dummy-muuttuja)	-0.0160	-0.1028	0.9184
Elokuu (dummy-muuttuja)	-0.1782	-1.1737	0.2433
Syyskuu (dummy-muuttuja)	-0.2819	-1.7676	0.0802
Lokakuu (dummy-muuttuja)	-0.1511	-0.8530	0.3957
Marraskuu (dummy-muuttuja)	0.0645	0.3597	0.7199
Joulukuu (dummy-muuttuja)	0.2120	1.2224	0.2245
Vuosi 1997 (dummy-muuttuja)	0.7115	5.9921	0.0000
Vuosi 2000 (dummy-muuttuja)	-0.5511	-4.9043	0.0000
BSE EU:ssa 1996 (dummy-muuttuja)	0.0389	0.1214	0.9036
BSE Suomessa 2002 (dummy-muuttuja)	-0.1938	-0.8134	0.4179
Sikarutto Alankomaissa 1997-1998 (dummy)	-0.8811	-2.7213	0.0077
Suu- ja sorkkatauti Iso-Britanniassa 2001 (dummy)	-0.2513	-1.0457	0.2983
Vakio	4.6502	8.7963	0.0000
Kysyntä edellisellä siemennyskierrolla	-0.1626	-2.1004	0.0382

### Cross-equation sig(i,j) estimates

equation	DOMESTIC	IMPORT	EXPORT
DOMESTIC	0.3942	0.0147	0.0443
IMPORT	0.0147	0.0256	-0.0002
EXPORT	0.0443	-0.0002	0.0812

### Cross-equation correlations

equation	DOMESTIC	IMPORT	EXPORT
DOMESTIC	1	0,1457	0,2475
IMPORT	0,1457	1	-0,0054
EXPORT	0,2475	-0,054	1



## Liite 2 (4/4).

Lihan kysynnässä tapahtuvia muutoksia lihan hinnassa tapahtuvien muutosten suhteen voidaan tarkastella joustojen avulla (Liite 1 (2/2)). Lihan kysynnän hintajousto lasketaan käyttäen aineistosta saatavia määrä- ja hintatietoja sekä Liitteen 2 taulukoissa esitettyjä estimointituloksia. Jousto lasketaan kaavalla (esim. Chambers 1988, s. 135, Gravelle & Rees 1992, s. 367):

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\Delta Q_i}{\Delta P_j} \frac{P_j}{Q_i} = \frac{\partial \ln Q_i}{\partial \ln P_j},$$

jossa  $Q_i$  on hyödykkeen  $i$  kysyntämäärä,  $P_j$  on hyödykkeen  $j$  hinta,  $\Delta Q_i$  on hyödykkeen kysyntämäärässä tapahtuva muutos ja  $\Delta P_j$  on hyödykkeen  $j$  hinnan muutos. Aineiston keskiarvotiedoilla laskettuna kysynnän hintajoustit suomalaisen sianlihan hinnan suhteen on kotimaan kysynnälle -0,53, vientikysynnälle -3,50, ja tuontikysynnälle 0,88.

### Liite 3 (1/2). Markkinayhtälöiden kalibrointi

Kustannusten kohdistamiseksi lasketaan suhdeluku, joka saadaan jakamalla vertailukohtana käytetty keskiemakkomäärä tarkasteluhetken  $t$  emakkomäärällä. Tarkasteluhetken emakkomäärän kasvaessa suhdeluku laskee ja kapasiteetin aiheuttama sopeutumiskustannus tuotettua yksikköä kohti laskee. Sopeutumiskustannus saadaan, kun edellä mainittu suhdeluku kerrotaan porsastuotannon ja sianlihan tuotannon aiheuttamalla kiinteällä kustannuksella (€/emakkopaikka), kalibrointiparametrilla ja vertailukohtana käytetyllä keskiemakkomäärällä. Alkutuotannon sopeutumiskustannus määräytyy näiden kolmen tekijän tulon mukaan. Vuosituhannen alkuvuosina sianlihan tarjonta lisääntyi voimakkaasti. Tämän lisäyksen huomioon ottamiseksi käytetään kahta kapasiteetikustannusta nostavaa investointidummya.

Kalibrointiparametrin arvo määritetään simuloimalla mallia vaihtoehtoisilla parametriervoilla ja valitsemalla parhaimman selityssasteen tuottava parametriarvo. Selityssasteet lasketaan vientikysynnälle, tuontikysynnälle, kotimaiselle kysynnälle, tuotantomäärälle ja markkinahinnalle. Selityssasteen määrittämiseksi käytetään vaihtoehtoisia mittareita. Mittarit antavat samansuuntaisia tuloksia, joten taulukossa esitetty Theil's inequality-kerroin kuvaa varsin hyvin yhtälöiden selittävyttä. Theilin kerroin mittaa mallin ennustevirhettä suhteessa ennusteen arvoon. Kerroimen arvo on nollan ja yhden välillä. Mitä pienempi kerroin on, sitä paremmin malli selittää havaittua aineistoa (Pindyck & Rubinfeld 1998, s. 210-211). Kerroin lasketaan kaavalla:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s - Y_t^a)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s)^2 + \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^a)^2}},$$

jossa  $U$  on testisuureen arvo mitattuna aikajaksolla  $t=1, \dots, T$ ,  $0 \leq U \leq 1$ ,  $Y_t^s$  on mallin ennustama havaintoarvo ja  $Y_t^a$  on todellisesta aineistosta havaittu arvo.

### Liite 3 (2/2).

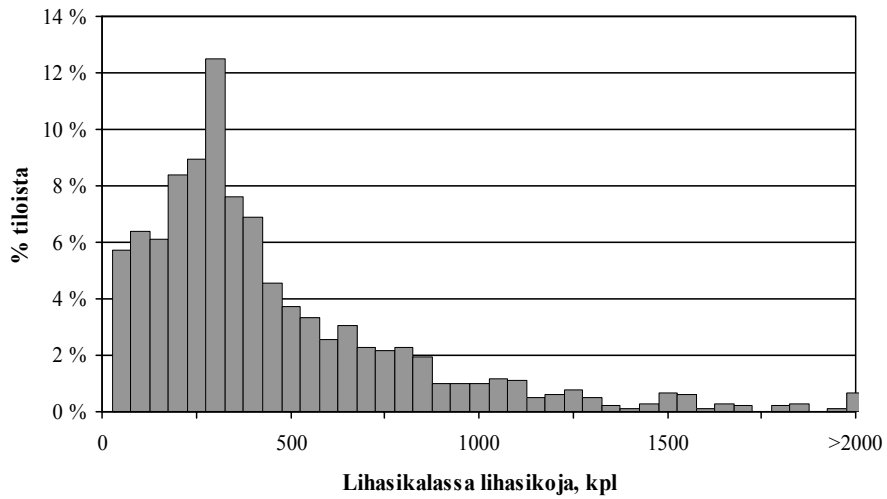
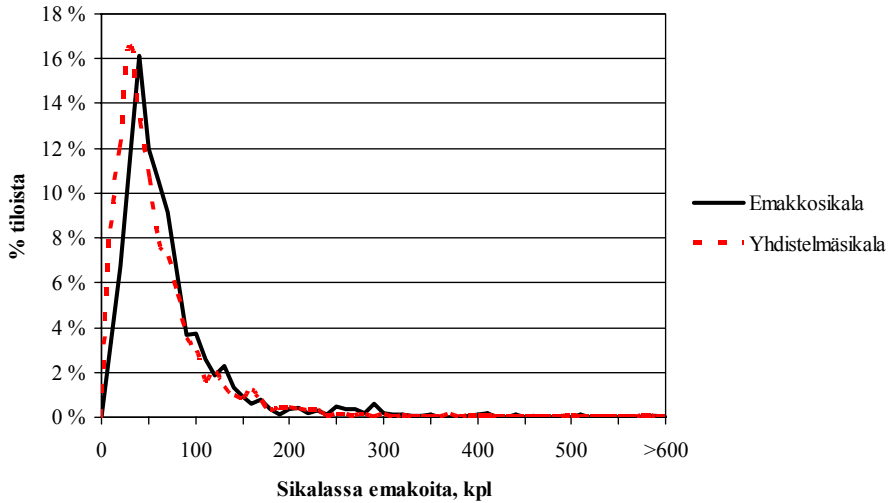
Taulukko. Theil's inequality-kertoimen arvot kotimaan ja vientikysynnälle, lihan tarjonnalle ja hinnalle kalibroidussa mallissa ja vaihtoehtoisessa mallissa, jossa sopeutumiskustannus on 10 % suurempi tai pienempi kuin kalibroidussa mallissa<sup>1)</sup>.

	Kotimaan kysyntä	Vientikysyntä	Tuotanto	Hinta
Sopeutumiskustannus -10%	0,035	0,152	0,043	0,040
Kalibroitu	0,029	0,132	0,036	0,032
Sopeutumiskustannus +10%	0,031	0,132	0,038	0,033

1) Kalibroinnissa käytetty asteikko on taulukossa esitettyä tiheämpi. 10 % muutokset perusmallista ovat esimerkkejä kalibroinnin herkkyydestä.

Kalibroitu malli selittää kohtuullisesti kotimaan kysyntää ja lihan tuotantomääriä. Hintakehityksen ja vientikysynnän selitysaste, joka riippuu hintatasosta, sen sijaan on kotimaan kysyntää heikompi. Alhaisemmat selitysasteet johtuvat lähinnä kahdesta poikkeuksellisesta 6 kk jaksosta, joista toinen ajoittuu vuoden 1997 loppuun (markkinoilla runsaasti häiriötekijöitä) ja toinen vuoden 2003 loppuun. Vuoden 2003 alhainen selittävyys johtuu osittain siitä, että tausta-aineisto vuodesta 2004 lähtien on aineiston kuukausittaisia keskiarvoja (tasaa tuotantomäärää) ja siitä, että vuoden 2003 lopussa sianlihan hinta oli poikkeuksellisen alhaalla, jolloin tuottajat pyrkivät korjaamaan hintatasoa tarjontaa laskemalla. Myös estimoitujen kysyntäyhtälöiden parametrit vaikuttavat ennustevirheeseen. Tautipurkauksen aiheuttamat kustannukset riippuvat kuitenkin ensisijaisesti lihan hinnan ja markkinoilla vaihdettavien määrien muutoksista vuosina 2001-2002, eivätkä niinkään kysynnän ja tarjonnan tasosta. Tämän vuoksi ennustevirheen vaikutus tuloksiin on vähäinen.

## Liite 4 (1/1). Sikaloiden jakautuminen eri tilakokoluokkiin



## **Maa- ja elintarviketalous -sarjan Talous-teeman julkaisuja**

- No 16 Risku-Norja, H., Mäenpää, I., Koikkalainen, K., Rikkinen, P. & Vanhala, P. 2002. Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky. 61 s., 4 liitettä.
- No 19 Riepponen, L. 2003. Maidon ja viljan tuotantokustannukset Suomen kirjanpitoiloilla vuosina 1998-2000. 32 s.
- No 20 Lankoski, J. 2003. The Environmental Dimension of Multifunctionality: Economic Analysis and Implications for Policy Design. Doctoral Dissertation. 107 p., 5 appendices.
- No 22 Tuomisto, J. 2003. Siemenperunan sopimustuotanto Suomessa. Sopimustuotanto siemenperunan markkinaepävarmuudesta aiheutuvan hyvinvointitappion alentajana. 109 s., 17 liitettä.
- No 23 Österman, P. 2003. Trädgårdssektorns struktur och ekonomi – en analys av olika statistiker. 105 sid., 27 bilagor.
- No 24 Paananen, J. & Forsman, S. 2003. Lähiruoan markkinointi vähittäiskauppoihin, suurkeittiöihin ja maaseutumatkailuyrityksiin. 62 s., 8 liitettä.
- No 29 Mustakangas, E., Kiviniemi, M. & Vihinen, H. 2003. Kumppanuus kuntatasolla maaseutupolitiikan toimeenpanossa. 179 s., 2 liitettä.
- No 30 Remes, K., Seppälä, R., Kirkkari, A-M., Malkki, S., Kalliomäki, T. & Pentti, S. 2003. Suurten tilojen talous Suomessa ja vertailumaissa. 114 s., 10 liitettä.
- No 32 Ovaska, S. 2003. Monialaisten maatilojen tuloverojärjestelmät. 79 s., 2 liitettä.
- No 50 Rantamäki-Lahtinen, L. 2004. Maatilojen monialaistaminen - Empiirinen analyysi monialaisuuteen vaikuttavista tekijöistä. 131 s., 6 liitettä.
- No 56 Knuuttila, M. 2004. Elintarvikesektorin työllisyysvaikutukset – Panos- tuotosanalyysi maakunnittain. 87 s., 17 liitettä.
- No 57 Mustakangas, E., Kiviniemi, M. & Vihinen, H. 2004. Kunta maaseudun kehittämisessä – maaseutu kunnan kehittämisessä. 202 s., 2 liitettä.
- No 60 Uusitalo, P. & Eriksson, C. 2004. Viljanviljelyn perusmuokkausmenetelmien taloudellisuusvertailu. 48 s., 3 liitettä.
- No 73 Rikkinen, P. 2005. Utilisation of alternative scenario approaches in defining the policy agenda for future agriculture in Finland. Doctoral Dissertation. 223 p., 8 appendices.
- No 74 Niemi, J., Lehtonen, H., Pietola, K., Raulo, S. & Lyytikäinen, T. Klassisen sikaruton taloudelliset vaikutukset Suomessa. 82 s., 4 liitettä.

