



Kestävä lehmä

Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyyden taloudellinen merkitys

Anna-Maija Heikkilä (toim.)



MTT:n selvityksiä 112
82 s.

Kestävä lehmä
Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyuden
taloudellinen merkitys

Anna-Maija Heikkilä (toim.)

ISBN 952-487-012-6 (Painettu)
ISBN 952-487-013-4 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-509X (Painettu)
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)
www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts112.pdf

Copyright

MTT

Kirjoittajat

Julkaisija ja kustantaja

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

www.mtt.fi/mttl

Jakelu ja myynti

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

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

sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2006

Painopaikka

Strålfors Information Logistics Oy

Kannen kuva

Haka ET, kuvaaja Tiina Tahvonen

Kestävä lehmä

Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyys taloudellinen merkitys

Anna-Maija Heikkilä (toim.)

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, anna-maija.heikkila@mtt.fi

Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa informaatiota, jonka avulla karjanhoidon kehittäminen, lypsylehmien jalostustyö ja tulevat tutkimuspanostukset voidaan kohdistaa lehmien käyttöön kannalta keskeisimpiin ongelmiin. Tavoitteen saavuttamiseksi tutkimuksessa selvitetiin lypsylehmien todelliset poiston syyt sekä kehitettiin mallit poistopäätöksen teon tueksi. Eläinten jalostustavoitteen ja kokonaisjalostusarvoindeksin kehittämiseksi laskettiin lypsykarjan eri ominaisuuksien ja tuotantoiän taloudelliset arvot. Lisäksi kartoitettiin mahdollisuus ennustaa sonnien tyttärien tuotantoikää muiden ominaisuuksien jalostusarvoilla.

Vapaaehtoisten poistojen osuus oli hieman alle puolet ja pakollisten vastaavasti hieman yli puolet kaikista poistoista. Utaretulehdus ja hedelmällisyysongelmat olivat lypsylehmien yleisimmät poiston syyt. Siksi niihin kohdistuvat toimenpiteet sekä karjatason ratkaisuisissa että valtakunnallisissa jalostusohjelmissä ovat keskeisiä keinoja kestävyysparantamiseksi. Vapaaehtoinen poistaminen osoittaa, että lehmien tuotantoikä on mahdollista nostaa ja siten alentaa uudistuskustannusta, joka muodostaa lähes neljänneksen maidontuotannon muuttuvista kustannuksista.

Yksittäisten lehmien poistopäätös riippuu sekä eläimen iästä, terveydestä, hedelmällisyydestä että tuotoksesta. Yksilöiden kokonaistaloudellisuutta kuvaamaan kehitettiin bioekonomisen simulointimalli, joka mahdollistaa erilaisten toimintavaihtoehtojen vertailun. Laskentaesimerkit osoittivat, että uudistusprosentin lasku ja tuotoksen kasvu parantavat taloudellista lopputulosta ja ettei yksittäinen poikimavälin pidentyminen aiheuta pitkällä aikavälillä isoa menetystä. Dynaamisen karjamallin tulokset osoittivat, että uudistusnopeus ja poikimisten ajoittumien vaikuttavat merkittävästi nuorkarjapaikkojen tarpeeseen ja siten joko navetan investointikustannukseen tai tietyn kokoisen navetan maidontuotantopotentiaaliin.

Optimaalisella uudistuspolitiikalla lehmien keskimääräiseksi karjassa pitoajaksi muodostui vajaat viisi lypsykautta, joka on noin kaksi lypsykautta nykyistä enemmän. Keskiarvo syntyi pakollisista poistoista ja tuotostasoltaan heikoimpien lehmien vapaaehtoisista poistoista. Karjan keskituottoisten lehmien optimaaliseen uudistusnopeuteen vaikuttaa muun muassa uudistushiehon hinta. Parhaat lehmät kannattaa pitää karjassa mahdollisimman pitkään, vaikka sairauksista aiheutuvat kustannukset ja tuoton menetykset lisääntyvätkin iän myötä.

Lypsylehmien ominaisuuksista rasvatuotos sai kaikkein korkeimman taloudellisen arvon. Holstein-friisiläisrodulla maitotuotoksen ja tuotantoiän arvot olivat rasvatuotoksen kanssa samaa suuruusluokkaa. Terveysominaisuuksista utaretulehdushoidot nousivat tärkeimmäksi soluluvun ollessa toiseksi tärkein. Sonnien kestävyysindeksin ennustemallissa utaretulehdushoidot, tyhjäksi, utareen muoto ja muut hoidot osoittautuivat tärkeimmiksi selittäviksi ominaisuuksiksi. Siten terveys- ja lisääntymisominaisuuksien painotus eläinten nykyisessä kokonaisjalostusarvossa osoittautui perustelluksi.

Asiasanat: hiehot, lypsykarja, uudistus, eläintaudit, simulointimallit, optimointi, jalostusohjelmat, jalostusarvo

Longevity of Dairy Cows

Anna-Maija Heikkilä (ed.)

MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Luutnantintie 13, FI-00410 Helsinki, Finland,
anna-maija.heikkila@mtt.fi

Abstract

Understanding optimal replacement practices is essential in dairy management and when deciding the best breeding goal for the national selection program. The objectives of this project were to recognise the main problems leading into premature culling of dairy cows and to estimate the costs of undesired disposals. The project started by assessing actual culling reasons and by building simulation and dynamic optimisation models to assist in culling decisions. To evaluate the current breeding goal, economic weights were calculated for the main traits and herd life of dairy cows. Moreover, the predictive values of individual traits for the breeding value of longevity were estimated.

The most common culling reasons were udder diseases and fertility problems. This suggests that the average age at culling could be increased if these problems were addressed in both daily herd management and in national breeding programs. Less than a half of the disposals were considered voluntary. Since voluntary disposals do exist, the average disposal age can be increased. This would reduce replacement costs, which were estimated to constitute almost one quarter of the variable costs of milk production.

Each individual culling decision depends on the age, health, reproductive status and production capacity of the cow. To compare the effects of different management policies on the economic performance of a herd, we compiled a bio-economic simulation model and a model for calculating the facility requirements for young cattle. In the long-run, the key elements in improving profitability were an increase in the production level and a reduction in the replacement rate. A single lengthened calving interval had only a minor effect on the profit. A high replacement rate and a short calving period significantly increase the facility requirements for replacement animals.

According to an optimal replacement policy, the average number of parities was almost five, i.e., around two parities more than under the current practice. This result emerged from the number of involuntary disposals and the intentional culling of less productive cows. Within herds, the optimal culling age of a cow of an average value depends, inter alia, on the price of a replacement heifer. In any case, the best cows should be kept in herds as long as possible, even though their profitability were reduced in later parities due to increasing diseases.

For dairy cows, the highest economic value of individual traits in the breeding goal was estimated for fat production. For the Holstein-Friesians, the economic values for liquid milk and herd life were at the same level with fat production. Among health traits, udder health had the highest economic value, the milk somatic cell count being the second highest. In predicting the breeding value of longevity for bulls, the most important traits were udder health, days open, udder conformation and breeding value for general health (other than mastitis or fertility). This suggests that the high weights for health and reproduction in the current Total Merit Index for bulls are justified.

Index words: heifers, dairy cattle, replacement, animal diseases, simulation models, optimisation, breeding programs, breeding value

Esipuhe

Lypsylehmien keskimääräinen tuotantoikä on selvästi lyhentynyt viime vuosikymmenten aikana ja on nykyään vain noin 2,5 vuotta. Nopean uudistamisen seuraukset näkyvät ensisijaisesti jalostusvalinnan mahdollisuuksissa ja maitotilojen taloudessa, mutta heijastuvat myös välitysvasikoiden varassa toimivien naudanlihatilojen toimintaedellytyksiin. Aleneva kehitys lehmien käyttöiän suhteen on erityisen huolestuttavaa, sillä EU-aikana kahden kehitystrendin olisi pitänyt johtaa käyttöiän lisääntymiseen. Aikaisemmin lihan hinnan ollessa korkea lehmän teurastili korvasi suurimman osan uudistuskustannusta, mutta nykyisin lehmästä saatava hinta kattaa vain 20–25 % uudistuskustannuksista. Myös yksikkökoon kasvun voisi olettaa lisäävän lehmien käyttöikää, sillä suuremman yksikön kapasiteetin nopea käyttöönotto edellyttää lehmäpaikkojen nopeaa täyttämistä. Lehmien lyhyt käyttöikä voidaan nähdä myös eettisenä eläinten hyvinvointiin liittyvänä ongelmana.

Kestävä lehmä –hankeen tavoitteena oli selvittää lehmien todelliset poistosyyt ja uudistuksen aiheuttamat kustannukset, kehittää bioekonomisen mallin lehmien taloudellisten poistopäätösten teon apuvälineeksi sekä tarkentaa lehmän käyttöiän merkitystä valintaohjelmissa. Tutkimuksen tulosten perusteella käytännön karjanhoidon kehittäminen, lypsylehmien jalostustyö ja tulevat tutkimuspanostukset voidaan kohdistaa lehmien käyttöiän kannalta keskeisimpiin ongelmiin.

Hanke koostui neljästä osasta: todellisten poistosyiden selvittäminen (1), lehmien kestävyysteen liittyvien taloudellisten muuttujien määrittäminen (2), simulointimallin kehittäminen poistopäätöksen teon apuvälineeksi (3) ja lehmien käyttöiän merkitys jalostustavoitteessa ja valintaohjelmassa (4). Hanke toteutettiin MTT:n, neuvonnan ja yritysten yhteistyönä. MTT:n lisäksi hanketta rahoittivat maa- ja metsätalousministeriö, Valio Oy ja Suomen Rehu Oy, joille tutkimusryhmä esittää parhaat kiitoksensa.

Tulosten mukaan noin puolet lypsylehmien poistoista on pakollisia, mikä osoittaa, että uudistamisnopeutta on mahdollista hidastaa taloudellisen optimin niin edellyttäessä. Hankkeessa rakennettiin poistopäätöksen optimoimiseksi mallit, jotka ovat ensimmäiset täysin kotimaiseen aineistoon perustuvat ja siksi erinomaisen käyttökelpoiset suomalaisille lypsykarjatilaille. Tulosten perusteella nykyinen uudistaminen on taloudellista optimia nopeampaa, mikä osoittaa tarpeen kohdistaa enemmän huomiota lypsykarjojen uudistuskustannuksiin ja tuotantoikää lyhentäviin sairauksiin. Maitotilojen kilpailukyvyyn säilyttäminen alenevien hintojen ja tukien markkinoilla edellyttää jatkuvaa kustannusten karsintaa. Lypsylehmien tuotantoikä kasvattaminen tarjoaa siihen mahdollisuuden. Samalla voidaan parantaa edellytyksiä liharotusiementen nysten osuuden kasvattamiseen ja siten mahdollisuuksia kotimaiseen naudanlihantuotannon säilyttämiseen. Jalostustavoitteiden kannalta tulokset vahvistivat, että yksittäisten ominaisuuksien painojen on perustuttava kokonaisvaltaiseen taloustarkasteluun.

Jokioisilla huhtikuussa 2006

Pekka Huhtanen

Tutkimusprofessori ja hankkeen vastuullinen johtaja

Sisällysluettelo

Lypsylehmien poiston syyt

Jouni Nousiainen

MTT, Kotieläintuotannon tutkimus

1 Johdanto	9
2 Aikaisemmat tutkimukset.....	10
3 Aineisto ja menetelmät.....	10
4 Tulokset	12
4.1 Utaretulehdus.....	13
4.2 Huono hedelmällisyys	14
4.3 Muut sairaussyyt.....	16
4.4 Käyttöominaisuussyyt	17
4.5 Muut syyt.....	18
4.6 Pakolliset ja vapaaehtoiset poistot.....	20
4.7 Poikimakerran vaikutus poistoalttiuteen ja poistoajankohtaan lypsykauden sisällä	23
4.8 Karjakohtaisten tekijöiden vaikutus poistoalttiuteen.....	24
5 Johtopäätökset	25
Kirjallisuus	26

Simulointimalli poistopäätöksen teon apuvälineeksi

Jouni Nousiainen¹⁾, Lauri Jauhiainen²⁾, Minna Toivakka³⁾ ja Pekka Huhtanen¹⁾

¹⁾ MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, ²⁾ MTT, Palveluyksikkö

³⁾ MTT, Biotekniikka ja elintarviketutkimus

1 Johdanto	27
2 Poistopäätösmallien periaate.....	27
3 Mallin kuvaus.....	28
3.1 Jäljellä olevan tuotantoian ennustaminen.....	28
3.2 Eläinkohtaiset tiedot.....	29
3.3 Tuotot.....	30
3.4 Kustannukset	32
4 Esimerkkejä mallin käyttömahdollisuuksista.....	34
4.1 Eri tuotostasojen ja poikimakertojen vertailu.....	34
4.2 Ylipitkän poikimavälin vaikutukset.....	37
4.3 Tilapäinen matala heruminen.....	38
5 Johtopäätökset	39
Kirjallisuus	40

Dynaaminen karjamalli uudistuseläinten tarpeen laskentaan

Pekka Huhtanen ja Jouni Nousiainen

MTT, Kotieläintuotannon tutkimus

1 Johdanto	41
2 Mallin kuvaus	41
3 Mallin parametrisointi ja simuloinnit	42
4 Tulokset	43
5 Yhteenveto ja johtopäätökset	46
Kirjallisuus	47

Uudistushiehon tuotantokustannus

Lauri Juntti ja Anna-Maija Heikkilä

MTT, Taloustutkimus

1 Johdanto	48
2 Hiehon tuotantokustannuksen määrittäminen	48
3 Hiehon tuotantokustannus	49
4 Johtopäätökset	50
Kirjallisuus	51

Lypsylehmien optimaalinen uudistaminen

Anna-Maija Heikkilä

MTT, Taloustutkimus

1 Johdanto	52
2 Tutkimusmenetelmä ja aineistot	52
2.1 Optimointimallin rakenne	52
2.2 Optimointimallin muuttujat	53
2.2.1 Tuotos	53
2.2.2 Pakollinen poisto	54
2.2.3 Eläinlääkintä	55
2.2.4 Muut muuttujat	55
3 Optimaalinen poistopäätös	56
4 Johtopäätökset	58
Kirjallisuus	58

Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotantoiän taloudelliset arvot

Minna Toivakka

MTT, Biotekniikka ja elintarviketutkimus

1 Johdanto	60
2 Aineisto ja menetelmät.....	61
2.1 Bioekonominen maatilamalli.....	61
2.2 Biologiset muuttujat	62
2.3 Tuotot ja kustannukset.....	63
2.4 Taloudellisten arvojen laskenta	64
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	64
3.1 Simuloidut lypsykarjapopulaatiot.....	64
3.2 Sairausriskit	67
3.3 Taloudelliset arvot	68
3.4 Yhteenveto eri ominaisuuksista.....	71
3.5 Maidon hinnanalennus.....	71
4 Yhteenveto ja johtopäätökset	72
Kirjallisuus	74

Sonnien kestävyysindeksien ennustaminen tuotanto-, hedelmällisyys-, terveys- ja rakenneominaisuuksien jalostusarvoilla

Minna Toivakka ja Esa Mäntysaari

MTT, Biotekniikka ja elintarviketutkimus

1 Johdanto	75
2 Aineisto ja menetelmät.....	76
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	77
3.1 Kestävyysindeksin arvoa selittävät ominaisuudet	77
3.2 Selittävien ominaisuuksien vaikutusten lineaarisuus	79
4 Yhteenveto ja johtopäätökset	80
Kirjallisuus	82

Lypsylehmien poiston syyt

Jouni Nousiainen

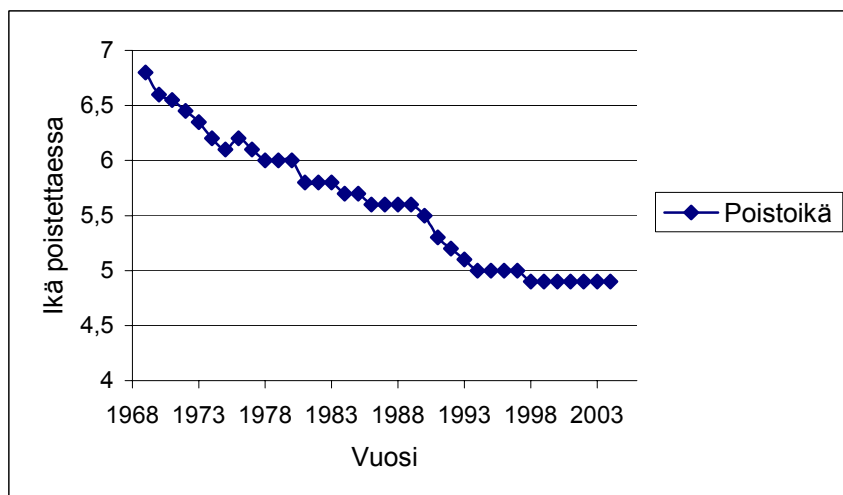
1 Johdanto

Lypsylehmien poistoikä on alentunut Suomessa vuoden 1969 jälkeen liki kaksi vuotta ja on nyt vakiintunut 4,9 vuoteen (Kuva 1). Kuvassa näkyy selvästi maidon solupitoisuuden käyttöönotto maidon hinnoittelussa 1980- ja 1990- lukujen vaihteessa, jonka jälkeen käyttöikä lyheni nopeasti noin puoli vuotta.

Kaikkia alenevaan trendiin johtaneita syitä ei tiedetä. Lyhyt käyttöikä voi johtua pakollisista poistoista, jotka kohdistuvat satunnaisesti tuotoskyvyltään ja jalostusarvoltaan kaikentasoisii eläimiin. Tällaisessa tilanteessa mahdollisuus karjan jalostukselliseen karsintaan ja liharotusiemennyksiin jää vähäiseksi, koska suuri osa lehmävasikoista tarvitaan karjan uudistamiseen. Toisaalta, jos osa poistoista on vapaaehtoisia, tuottajille jää enemmän liikkumavaraa kuin poikimakertojen määrän perusteella olisi odotettavissa. Koko nautakarjasektorin, sekä maidon- että lihantuotannon, kannalta on tärkeää tietää, miten lehmien poistot jakaantuvat pakollisiin ja vapaaehtoisii ja mistä syistä pakolliset poistot johtuvat.

Osa pakollisista syistä voidaan kuvata eläinlääketieteellisin perustein kuten vakava loukkaantuminen tai sairaus, josta toipuminen on epätodennäköistä. Osa poiston syistä on harkinnanvaraisia, kuten poikimavälin siirtyminen, korkea soluluku tai käyttöominaisuudet. Lisäksi osaa poiston syistä voidaan pitää hyvin harkinnanvaraisina, esimerkiksi matala tuotos, heikohko jalostusarvo tai sopimaton poikima-ajankohta.

Harkinnanvaraisia poistoja lisää myös ns. hiehoautomaatti eli tarpeettoman runsas hiehojen kasvatusta, joka aiheuttaa tuotantokykyisten lehmien ennen aikaista poistoa. On hyvin luultavaa, että useampi poistosyy vaikuttaa yhtä aikaa päätöksentekoon ja ne voivat vahvistaa toisiaan. Tämän tutkimusosion tavoitteena oli selvittää lehmien poistojen syyt tarkemmin kuin maidontuotannon tuotostarkkailussa sekä pakollisten ja viljelijän omaan harkintaan perustuvien poistojen osuus kaikista poistoista.



Kuva 1. Lypsylehmien poistoikä (elinikä) vuosina 1969–2004.

2 Aikaisemmat tutkimukset

Kirjallisuudesta löytyy jonkin verran yhteenvetoja tärkeimmistä poiston syistä sekä niiden luokittelusta pakollisiin ja harkinnanvaraisiin. Radke ja Shook (2001) viittasivat Fetrowin (1988) tekemään koontiin ennen vuotta 1986 tehdyistä selvityksistä. Taulukossa 1 on esitetty tämä yhteenveto sekä viiden muun selvityksen tulokset lypsylehmien poiston syistä. Aineistoa muokattiin siten, että toiseen karjaan myydyt lehmät poistettiin tuloksista ja osuudet laskettiin uudelleen käyttäen Fetrowin (1988) luokitusta. Hedelmällisyysongelmat ovat olleet useimmissa tapauksissa tärkein poiston syy matalan tuotoksen ja utareongelmien ohella.

Taulukko 1. Lypsylehmien poiston syyt aikaisempien tutkimusten perusteella.

Poiston syy	Osuus, %					
	1	2	3	4	5	6
Matala tuotos	29,4	22,2	14,1	16,2	22,3	32,5
Hedelmällisyys	26,5	27,4	19,0	27,6	27,7	22,0
Utareongelmat	17,4	23,3	12,0	24,8	24,3	18,3
Sairaudet ja loukkaantumiset	12,0	1,6	24,0	-	9,4	9,4
Kuollut	3,8	-	18,2	12,4	-	-
Jalat	2,1	7,1	6,1	7,2	5,9	6,8
Luonne	0,2	-	-	0,7	-	1,0
Muut syyt	8,6	18,4	6,5	11,0	10,3	10,0

1: Fetrow 1988, 2: Milian-Suazo ym. 1988, 3: Smith ym. 2000.
4: Bascom & Young 1998, 5: Forbes 2000, 6: Dürr ym. 1997b

Tarkin poistosyyselvitys on esitetty Forbesin (2000) julkaisussa. Siinä on esimerkiksi tieto, että hedelmällisyyden vuoksi poistetuista lehmistä 14,1 % on luonut, 28,9 % on ollut mahoja, 45,5 % oireettomia uusijoita ja 11,6 %:n taustalla on ollut muita hedelmällisyysongelmia. Smithin ym. (2000) arvioivat suuren kuolleiden lehmien osuuden johtuvan siitä, että vanhemmissa tutkimuksissa niiden määrä on aliarvioitu.

Poistossyyn määrittämistä monimutkaistaa se, että usein yhden ainoan, selvän poistossyyn sijasta lehmän poisto on seurausta useamman tekijän yhdysvaikutuksesta. Esimerkiksi Bascomin ja Youngin (1998) tutkimuksessa yksi poistosyy oli 54 %:lla lehmistä. Kaksi poistosyytä ilmoitettiin 35 %:lle poistetuista lehmistä ja 10 %:lle kolme syytä.

3 Aineisto ja menetelmät

Poiston syitä tutkittiin aiheistosta, joka koostui Hämeen ja Pohjois-Savon maaseutukeskusten alueella 1.9.2003 – 31.8.2004 poistettujen lypsylehmien tiedoista. Lehmä oli 16 154 ja karjoja 2 102. Aineistosta poistettiin toiseen karjaan myydyt lehmät. Tutkimusaineiston karjat olivat olleet mukana maidontuotannon tuotosseurannassa vuoden 1990 alusta lähtien ja olivat edelleen elokuuhun 2005 asti. Ayrshirerodun (Ay) osuus lehmistä oli 68,1 % ja holstein-friisiläisen (Hfr) 31,1 %.

Taulukko 2. Poistettujen lehmien taustatietoja.

Tunnusluku	Keski-arvo	Keski-hajonta	P10	P25	P50	P75	P90
Ikä, v	4,90	1,855	2,73	3,55	4,62	5,97	7,36
Tuotantoikä, v	2,71	1,850	0,52	1,35	2,41	3,77	5,19
Poikimakerta	2,94	1,697	1	2	3	4	5
Aika edellisestä poikimisesta, pv	228	164,5	19	91	219	333	434

P10, P25, P50, jne. ovat persenttilejää, jotka kuvaavat, kuinka monta % havainnoista on alle kyseisen luvun, P50=mediaani.

Maidontuottajan ilmoittamien poistosityiden ja poistotapojen lisäksi tarkemman syyn selvittämiseksi käytettiin useita lisätietoja kuten koelypsujen maitomääriä sekä valkuais-, rasva- ja solupitoisuuksia. Lehmien siemennykset, poikimiset ja eläinlääkärin hoitotiedot olivat myös käytettävissä.

Poistosityitä on ollut käytössä 1.4.2003 lähtien 16 kappaletta: tapaturma, utaretulehdus, vedinvika, hedelmällisyys, jalkarakenne, jalkasairaus, poikimavaikeus, ruoansulatuskanavan sairaus, poikimahalvaus, muu sairaus, huono tuotos, vanha, utarerakenne, lypsettävyys, luonne ja muu syy. Osalle lehmistä ei ollut ilmoitettu mitään poiston syytä. Menettelytapa tarkemman syyn selvittämiseen valittiin poistosyykohtaisesti. Tapa on kuvattu kyseistä poistositytä koskevien tulosten yhteydessä.

Taulukossa 2 on esitetty aineiston taustatietoja. Lehmät olivat hieman nuorempia kuin pohjoissavolaisessa aineistossa vuosina 1996–2000 (Nousiainen ym. 2004). Taulukkoon 3 on koottu taustatietojen keskiarvoja poistosityittäin. Tuotantoikä (herdlife) ilmaisee aikaa ensimmäisestä poikimisesta lehmän poistoon.

Taulukko 3. Poistettujen lehmien taustatietoja poistosityittäin

Poiston syy	Ikä, vuotta	Tuotantoikä, vuotta	Poikimakerta	Aika edellisestä poikimisesta, pv
Puuttuva syy	4,97	2,76	2,99	224
Tapaturma	4,50	2,30	2,80	134
Utaretulehdus	4,95	2,77	3,13	176
Vedinvika	4,77	2,57	2,92	195
Hedelmällisyys	4,98	2,78	2,59	388
Jalkarakenne	4,86	2,65	2,85	239
Jalkasairaus	4,63	2,42	2,83	154
Poikimavaikeus	4,14	1,95	2,52	110
Ruoansulatuskanavan sairaus	4,59	2,41	2,94	112
Poikimahalvaus	5,69	3,50	4,15	25
Muu sairaus	4,56	2,36	2,83	135
Huono tuotos	4,32	2,12	2,40	241
Vanha	8,43	6,21	5,89	340
Utarerakenne	5,17	2,99	3,29	204
Huono lypsettävyys	4,05	1,88	2,39	163
Huono luonne	3,69	1,51	1,91	201
Muu syy	4,81	2,60	2,85	239

4 Tulokset

Poistosityiden osuudet ja niiden jakautuminen eri poistotapoihin on esitetty taulukossa 4. Toisin kuin useissa muissa maissa, utaretulehdus on Suomessa hedelmällisyyttä yleisempi poistosityy, mikä on selitettävissä meijereiden tiukemmilla solulukurajoilla maidon hinnoittelussa. Seuraavaksi tärkeimmät nimetyt syyt ovat olleet vedinvika, huono tuotos ja utarerakenne. Liki 8 % lehmistä on poistettu syytä ilmoittamatta. Noin 13 % lehmistä on poistettu muuten kuin teurastamoon myymällä. Taulukossa 4 on esitetty myös kahden valtarodun, ayrshiren ja holstein-friisiläisen, poistosityiden jakaumat. Ayrshirelehmiiä on poistettu enemmän hedelmällisyyden, huonon tuotoksen ja utarerakenteen takia, kun taas utaretulehdus, vedinvika ja erilaiset sairaudet ovat olleet holstein-friisiläisellä lehmällä yleisempiä poiston syynä.

Taulukossa 5 on esitetty aineiston tarkempaan analyysiin perustuva poistosityyjakauma. Siinä poistosityiden ”puuttuva syy” ja ”muu syy” tulkitut, taulukoissa 8 ja 9 esitetyt arvioidut syyt on liitetty viljelijöiden arvioimien syiden lisäksi vastaaviin luokkiin. ”Teurastettu, siementämätön” ja ”teurastettu, siennetty” maininnalla luokitetut lehmät ovat poistosityssä ”muu syy” ja luomisesta on lisätty hedelmällisyyspoistoihin.

Taulukossa 1 esitettyihin kansainvälisiin keskiarvoihin verrattuna tämän aineiston (Taulukot 4 ja 5) lehmistä poistettiin selvästi vähemmän, vain 7,6 %, heikon tuotoksen takia. Utaretulehduksen, vedinvian ja utarerakenteen takia poistettujen lehmien osuuksien

Taulukko 4. Tutkimusaineiston mukainen poistosityiden ja poistotapojen jakauma.

Poiston syy	Osuus poistoista, %	Myyty teurastamoon, %	Ay, %	Hfr, %
Puuttuva syy	7,6	69,1	7,4	8,1
Tapaturma	2,3	37,9	1,8	3,4
Utaretulehdus	20,6	95,2	19,6	22,7
Vedinvika	8,4	97,8	7,6	9,8
Hedelmällisyys	18,7	99,9	20,1	15,7
Jalkarakenne	2,9	96,1	3,0	2,6
Jalkasairaus	5,9	63,3	5,6	6,6
Poikimavaikeus	1,7	38,1	1,5	2,2
Ruoansulatuskanavan sairaus	1,8	42,2	1,7	2,0
Poikimahalvaus	2,0	28,0	1,7	2,7
Muu sairaus	3,2	47,0	3,0	3,7
Huono tuotos	7,6	99,3	8,5	5,5
Vanha	2,3	99,5	2,3	2,3
Utarerakenne	7,0	99,5	7,9	5,1
Huono lypsettävyys	1,1	99,4	1,2	0,9
Huono luonne	1,6	100,0	1,7	1,5
Muu syy	5,3	87,1	5,4	5,2
Kaikki	100,0	86,7	100,0	100,0

Taulukko 5. Arvioitu, todellinen poistosityiden jakauma poikimakerroittain, %.

Poiston syy	Kaikki	Poikimakerta					
		1	2	3	4	5	≥6
Utaretulehdus	21,8	13,7	22,8	24,8	27,0	23,7	21,7
Hedelmällisyys	20,4	25,2	24,9	18,5	14,6	15,8	14,6
Vedinvika	8,5	7,2	9,0	9,8	8,6	8,3	6,8
Huono tuotos	7,8	10,7	9,8	7,5	5,4	4,4	3,3
Utarerakenne	7,0	4,1	6,1	8,3	9,5	9,1	7,7
Muu syy	6,4	6,6	6,8	6,4	5,7	5,9	7,1
Jalkasairaus	6,1	8,3	4,7	5,7	5,5	5,9	5,9
Muu sairaus	3,8	4,4	3,3	3,9	3,6	3,9	3,5
Jalkarakenne	2,8	2,7	2,7	3,4	2,8	3,0	1,9
Tapaturma	2,3	3,3	1,9	2,1	2,0	1,8	2,7
Vanha	2,3	0,1	0,2	0,4	2,7	5,0	15,9
Poikimahalvaus	2,2	0,2	0,7	2,0	4,9	6,2	3,6
Ruoansulatuskanavan sairaus	2,1	1,7	2,2	2,3	2,5	1,7	1,4
Kuollut, lopetettu, tilateurastettu	2,0	2,7	1,3	2,1	2,1	1,6	2,1
Poikimavaikeus	1,7	3,2	1,2	1,2	1,4	2,1	1,1
Huono luonne	1,6	4,0	1,5	0,9	0,8	0,8	0,2
Huono lypsettävyys	1,1	2,0	1,0	0,7	0,9	1,1	0,5
	100	100	100	100	100	100	100

summa oli 37,3 % eli selvästi enemmän kuin ulkomaisissa aineistoissa. Hedelmällisyyden takia poistettiin jonkin verran vähemmän lehmä kuin kansainväliset tulokset osoittavat. Hedelmällisyyden iän myötä aleneva ja utareterveyden nouseva osuus kaikista poistoista (Taulukko 5) näkyi myös Radken ja Shookin (2001) referoimissa kahdessa tutkimuksessa.

Kaksi tärkeintä poiston syytä, utaretulehdus ja hedelmällisyys, käsitellään seuraavassa erikseen. Loput syyt tarkastellaan ryhmiteltyinä sairaus- ja käyttöominaisuussyihin sekä muihin syihin.

4.1 Utaretulehdus

Jotta utaretulehdusta poiston syynä voitiin analysoida tarkemmin, tarkoitusta varten laadittiin oma tietokoneohjelma. Se luokittelee poistetut lehmät poistolypsykauden maidon solupitoisuuden ja niiden utarehoitojen suhteen, jotka oli tehty poistolypsykaudella tai edellisellä lypsykaudella enintään 90 päivää ennen viimeistä poikimista. Näin tehtiin, jotta mahdolliset umpeenpanohoidot tai aivan edellisen lypsykauden lopulla esiintyneet hoidot olisivat tulleet tarkasteluun mukaan. Myös muut utaresairaus- ja vedinvikahoidot sisällytettiin tarkasteluun. Lehmät olivat taustatiedoiltaan aineiston keskiarvoa, poistot ajoittuivat kuitenkin lypsykauden alkupäähän.

Taulukko 6. Utaretulehduksen vuoksi poistettujen lehmien tapahtumahistoria.

Tapahtumahistoria	Kaikki, %	Ay, %	Hfr, %
Hoidoton, soluton, siementämätön	7,6	7,9	6,8
Hoidoton, soluton, siennetty, poisto < 100 pv poikimisesta	13,2	13,5	12,4
Hoidoton, soluton, siennetty, poisto ≥ 100 poikimisesta	11,5	12,0	10,5
Yhteensä ilman todennettuja utareterveysongelmia	32,2	33,4	29,7
Hoidoton, yksi soluluku yli 500 000	15,3	14,1	17,8
Yksi hoito, soluluvut alle 500 000	16,4	16,5	16,2
Yhteensä yksi utareterveysmerkintä	31,7	30,5	33,9
Hoidoton, useampi soluluku yli 500 000	9,2	9,0	9,9
Useampia hoitoja, soluluvut alle 500 000	7,6	8,4	6,2
Yksi hoito, yksi soluluku yli 500 000	8,2	7,7	9,1
Useampia hoitoja, yksi soluluku yli 500 000	4,0	4,0	4,0
Yksi hoito, useampi soluluku yli 500 000	4,6	4,8	4,5
Useampia hoitoja, useampi soluluku yli 500 000	2,3	2,1	2,6
Yhteensä useampia utareterveysmerkintöjä	36,0	36,0	36,4
	100,0	100,0	100,0

Soluton = Soluluku alle 500 000

Taulukkoon 6 on koottu analyysin tulokset kaikkien lehmien sekä päärotujen osalta. Soluton tarkoittaa, että lehmällä ei ole poistolypsykautena ollut yhtään yli 500 000 solupitoisuuden ylitystä. Noin 32 % näistä lehmistä on poistettu ilman, että utareterveyden ongelmista on ollut tietoa. Yhteensä vähintään kaksi utareterveysmainintaa oli 36 %:lla lehmistä. Ayrshirelehmä oli poistettu 3,7 prosenttiyksikköä (33,4–29,7) enemmän kuin holstein-friisiläislehmä ilman tarkkaa tietoa utareterveystilanteesta. Holstein-friisiläisiä oli taas 3,7 prosenttiyksikköä enemmän ”hoidoton, yksi soluluku yli 500 000”-luokassa kuin ayrshirelehmä. Rajala-Schultzin ja Gröhnin (1999a,b,c) tutkimuksessa, jossa selvitettiin vuonna 1993 poikineiden ayrshirelehmien sairastuvuuden ja poistojen välisiä yhteyksiä, utaretulehdus hoito lisäsi poistoriskiä ilman hoitoa olleeseen lehmään verrattuna paitsi silloin, kun edellisestä poikimisesta oli yli 8 kuukautta.

4.2 Huono hedelmällisyys

Hedelmällisyysongelmien takia poistettujen lehmien tarkempaan analyysiin laadittu tietokoneohjelma luokittelee eläimet siemennys- ja poikimatietojen sekä hedelmällisyyteen liittyvien hoitojen perusteella. Hedelmällisyshoidoiksi katsottiin kiimattomuuteen, ovulaatiohäiriöihin ja sukuelintulehduksiin liittyvät hoidot. Erikseen tarkasteltiin, onko poikimiseen liittynyt ongelmia tai onko luomisia esiintynyt hoidoissa tai poikimatiedoissa. Taulukossa 7 on esitetty eri ryhmien osuudet kaikista heikon hedelmällisyyden takia poistetuista lehmistä sekä päärotujen osalta.

Lehmien ikä poistettaessa oli lähellä koko aineiston keskiarvoa, mutta poikimisia oli 0,35 kappaletta vähemmän kuin keskimäärin. Poistot painoutuivat selvästi loppulypsykauteen. Lehmistä 11,6 %:lla ei ollut yhtään siemennystä edellisen poikimisen jälkeen. Osalla

Taulukko 7. Hedelmällisyysongelmien vuoksi poistettujen lehmien tapahtumahistoria.

Siemennyskertoja	Hedelmällisyys- hoitoja	Aika poikimi- sesta	Kaikki, %	Ay, %	Hfr, %
0	0	Yli 100 pv	8,7	8,8	8,2
0	0	Alle 100 pv	0,4	0,3	0,6
0	1-2	Yli 100 pv	0,9	0,8	1,0
0	Yli 2	Yli 100 pv	0,1	0,1	0,0
0	1-2	Alle 100 pv	0,0	0,0	0,0
0	Poikimiseen liittyvä	Kaikki	1,1	1,2	0,8
0	Luomiseen liittyvä	Kaikki	0,3	0,3	0,3
Yhteensä siementämättömiä			11,5	11,5	10,9
1-2	0	Kaikki	28,9	28,7	29,2
1-2	1	Kaikki	6,1	6,5	4,8
1-2	2	Kaikki	1,3	1,4	1,3
1-2	Yli 2	Kaikki	0,5	0,6	0,3
Yhteensä 1-2 kertaa siemennettyjä			36,8	37,2	35,5
Yli 2	0	Kaikki	32,5	31,7	34,8
Yli 2	1	Kaikki	12,8	12,9	12,9
Yli 2	2	Kaikki	4,2	4,4	3,8
Yli 2	Yli 2	Kaikki	2,2	2,2	2,0
Yhteensä yli 2 kertaa siemennettyjä			51,7	51,3	53,6
			100,0	100,0	100,0

näistä lehmistä esiintyi kuitenkin hedelmällisyyshoitoja, luomisia tai poikimisajan ongelmia (Taulukko 7). Kun katsottiin yksi tai kaksi kertaa siemennettyjä lehmiä, 28,9 % oli ilman yhtään hoitoa, 7,7 %:lla niitä oli ainakin yksi. Suurinta osaa tämän poistosyryhmän lehmistä oli siemennetty yli kaksi kertaa, 32,5 %:lla ei ollut lainkaan hoitoja, 17,0 %:lla yksi tai kaksi hoitoa, ja vain 2,2 %:lla sekä siemennyksiä että hoitoja oli enemmän kuin kaksi.

Vaikka holstein-friisiläisen lehmän heikentyneestä hedelmällisyydestä on ollut keskustelua, hedelmällisyysongelmien takia poistettujen holstein-friisiläislehmien osuus oli 4,4 prosenttiyksikköä matalampi kuin vastaava luku ayrshirelehmillä (Taulukko 4). Taulukon 7 tietojen perusteella näyttää siltä, että ayrshirellä hedelmällisyyteen liittyvä poistopäätös tehdään aikaisemmassa vaiheessa, sillä yli kaksi kertaa siemennettyjen osuus oli holstein-friisiläislehmillä korkeampi.

Rajala-Schultzin ja Gröhnin (1999a,b,c) tutkimuksessa hedelmällisyyteen liittyvistä hoidoista lypsykauden alussa esiintynyt kohtutulehdus lisäsi poistoriskiä. Sen sijaan kiimattomuus- ja rakkulahoidoilla oli poistoa ennaltaehkäisevä vaikutus.

4.3 Muut sairaussyyt

Kolmanneksi suurimman poistettujen lehmien ryhmän muodostavat vedinvikojen takia poistetut, jotka olivat taustatiedoiltaan hieman koko aineiston keskiarvoa nuorempia (Taulukko 3). Vain 7,8 % lehmistä oli hoidettu yhden tai useamman kerran vedinvikaan liittyen. Hoidon syistä yleisimmät olivat vedinhaava tai ruhje (3,9 % lehmistä) ja vedintu- kos (1,8 % lehmistä). Koska vedinvian on useissa Rajalan ja Gröhnin (1998) referoimissa tutkimuksessa huomattu lisäävän selvästi utaretulehdusriskiä, käsiteltiin vedinvika-aineisto utareterveystilanteen selvittämiseksi samalla tavalla kuin utaretulehduksen takia poistettu- jen lehmien aineisto. Täysin ilman 500 000 soluluvun ylityksiä tai utaretulehdushoitoja oli 48,9 % lehmistä, 21,7 %:lla utarehoitoja tai yli 500 000 solupitoisuuksia oli yhteensä vähin- tään kaksi. Rajala-Schultzin ja Gröhnin (1999a,b,c) tutkimuksessa vedinvika lisäsi selvästi poistoriskiä.

Jalkasairauden takia poistettuja oli lähes 6 % aineiston lehmistä, ja ne olivat hieman keski- määräistä nuorempia (Taulukko 3). Tämän poistossyyn osalta katsottiin, onko 180 poistoa edeltävänä päivänä ollut joku jalkasairauteen liittyvä eläinlääkärin hoito. Yhteensä 18,1 % lehmistä oli hoidettu, yleisimmät olivat niveltulehdus, 6,2 % ja nivelen ulkopuolinen tuleh- dus, 4,0 %. Sorkkakuumetta oli hoidettu 1,2 %:lla lehmistä. Jalkasairauden esiintyminen on yksi suurimmista poistoriskiä lisäävistä tekijöistä (Rajala-Schultz & Gröhn 1999a,b,c).

Hieman yli 3 % lehmistä oli poistettu muun sairauden takia. Ne olivat olleet poistettaessa hieman keskiarvoa nuorempia ja poistot olivat painottuneet alkulypsykauteen. Lehmiä oli hoidettu 29 eri syystä 21 poistoa edeltävänä päivänä ja lisäksi 8,3 % lehmistä oli hoidettu useammasta kuin yhdestä syystä. Kuitenkin 41,2 % lehmistä oli myyty teuraaksi ilman tie- toa sairaudesta ja ilman hoitotietoja oli lopetettu 19,3 % ja kuollut 14,7 % lehmistä. Muista sairauksista asetonitauti lisäsi poistoriskiä lypsykauden alkuvaiheessa ja erilaiset halvaukset hoitoa seuraavina päivinä (Rajala-Schultz & Gröhn 1999a).

Tapaturman takia poistettiin 377 lehmää, 2,3 % poistetuista. Lehmät olivat hieman keskiar- voa nuorempia (4,5 vuotta) ja poisto tapahtui lypsykauden keskimääräistä aikaisemmassa vaiheessa. Näiden lehmien eläinlääkärin hoidoista jätettiin mukaan ne, jotka oli tehty vä- hintään 21 päivää ennen poistoa. Eläimiä oli hoidettu 21 erilaisesta tapaturmaan mahdol- lisesti liittyvästä syystä. Eniten mainintoja oli erilaisista halvauksista, 9,8 %:lla lehmistä. Hoitamattomana kuolleita oli 19,1 % ja hoitamattomana lopetettuja 19,4 %. Aineiston toi- seksi pienin teurastamoon myytyjen osuus poistossyyn sisällä, 37,9 %, tukee vahvasti tämän poistossyyn pakollisuutta ja yllätyksellisyyttä.

Ruoansulatuskanavan sairaus oli merkitty poistossyiksi 1,8 %:lla lehmistä. Niiden keskimää- räinen poistoi-ikä oli 4,59 vuotta, keskipoikimakerta 2,94 ja aika poikimisesta keskimäärin 112 päivää. Eläinlääkärin hoidot selvitettiin 21 päivän ajalta ennen poistoa. Lehmistä 26,2 % oli hoidettu eri juoksumahasisairauksien takia. Ilman hoitotietoja kuolleita oli 18,0 % ja lopetettuja 15,3 %. Yhteensä 18 erilaista ruoansulatuskanavan sairauksiin liittyvää hoitoa oli

annettu. Ruokinnan viime vuosina tapahtunut väkirehuvaltaistuminen ei ainakaan vielä näy tämän syyn yleisyytenä. Juokсутusmahasairaudet, pötsihäiriöt ja vieras esine lisäsivät esiintyessään poistoriskiä, etenkin kahden ensimmäisen kuukauden aikana poikimisen jälkeen (Rajala-Schultz & Gröhn 1999a).

Poikimahalvaus oli ilmoitettu poiston syyksi 2,0 %:lla lehmistä, jotka olivat aineiston toiseksi vanhimpia, 5,69 vuotta ja 4,15 poikimakertaa. Aika poikimisesta poistoon oli keskimäärin 25 päivää, mitä nostaa se tieto, että poikimahalvaus-koodilla oli poistettu 14 lehmää noin vuoden kuluttua edellisestä poikimisesta, jolloin kyseessä lienee ollut ennen poikimista halvaantumisen ja poikimisen epäonnistuminen. Lisäksi 11 lehmää oli poistettu lypsykauden keskivaiheilla, jolloin syynä on ollut muu halvaus kuin poikimahalvaus. Poikimahalvausta oli hoidettu 52,6 %:lla lehmistä. Ilman hoitoa oli lopetettu 16,9 % ja kuollut 12,0 % lehmistä. Poikimahalvaushoito lisäsi poistoriskiä lypsykauden alkuvaiheissa (Rajala-Schultz & Gröhn 1999a,b,c).

Poikimavaikeus oli ilmoitettu poiston syyksi 1,7 %:lla lehmistä, jotka olivat keskiarvoa nuorempia, sekä iältään (4,14 vuotta) että poikimisiltaan (2,52). Keskimääräinen aika poikimisesta oli 110 päivää. Tämä on selitettävissä sillä, että tässä aineistossa oli mukana noin 23 % sellaisia lehmiä, joilla edellistä poikimisesta oli kulunut noin vuosi ja seuraava poikiminen on todennäköisesti poikimavaikeuden takia epäonnistunut ja aiheuttanut poiston. Kaikkiaan 24,6 %:lla lehmistä oli jokin poikimiseen liittyvä sairaus, yleisimpinä poikimahalvaus ja kohdun esiinluiskahdus, joita molempia oli 5,5 %. Poikimavaikeuteen liittyvä hoito lisäsi poistoriskiä lypsykauden alkuvaiheissa, 0–30 päivää poikimisesta (Rajala-Schultz & Gröhn 1999a,b,c).

4.4 Käyttöominaisuussyyt

Utarerakenteen takia poistettuja lehmiä oli 7,0 %. Niiden poistoikä ja poikimakertojen määrä olivat keskimääräistä korkeampia (Taulukko 3). Näistä lehmistä 96,9 % oli poistettu myymällä teurastamoon ilman yhtään utarerakenteeseen liittyvää hoitoa. Lopuista lehmistä 0,5 %:lla oli hoitomerkinä ”kannatinsiteen revähtäminen tai muu utarevaurio” ja 0,6 %:lla utarepöhö ja 1,4 %:lla joku vedinvika. Lehmistä 48,8 %:lla ei ollut yhtään merkintöjä heikosta utareterveydestä, 22,8 %:lla merkintöjä oli vähintään kaksi. 75,3 % näistä lehmistä ei ollut siemennetty lainkaan, 18,5 % vain yksi tai kaksi kertaa ja 6,2 % kolme kertaa tai useammin. Siemennystiedot ja suuri teurastamoon myytyjen osuus kertovat ennalta suunnitelluista poistoista.

Jalkarakenne oli ilmoitettu poiston syyksi 2,9 %:lle lehmistä, joiden keski-ikä oli 4,86 vuotta, poikimisia oli takana 2,85 kertaa ja aika poikimisesta 239 päivää. Jalkasairauksiin liittyvät hoidot tutkittiin samalla tavalla kuin jalkasairauden takia poistetuilla lehmillä. Mahdolliset lehmien rakennearvostelut olisivat ehkä tuoneet jonkin verran lisäinformaatiota siitä, minkälaisesta jalkarakenteen ongelmasta on ollut kyse. Lähes 93 % lehmistä oli mennyt teuraaksi ilman lisätietoa tarkemmasta syystä. Jalkasairauksiin liittyvät hoidot olivat harvinaisia, vain 4,6 %:lla lehmistä oli hoitomerkinä.

Kaikkiaan 1,6 % lehmistä poistettiin huonon lypsettävyyden takia. Niiden keski-ikä oli 4,05 vuotta, keski-poikimakerta 2,39 ja aika poikimisesta keskimäärin 162 päivää. Käytetystä lähdeaineistosta ei saa lisätietoja, millainen ongelma, kuten mahdollinen työajan lisääntyminen, on ollut tämän poistosyyn taustalla. Lehmistä 69,9 % ei ollut siemennetty lainkaan ja 66,5 %:lla ei ollut mainintoja utareterveysongelmista. Koska 99,4 % lehmistä oli myyty teurastamoon, poistot ovat olleet selvästi harkittuja.

Aineiston nuorimmat poistetut lehmät, keski-ikänsä 3,69 vuotta, olivat luonteen vuoksi poistetuissa lehmissä, joita oli 1,1 % kaikista poistetuista lehmistä. Poikimisia oli ollut keskimäärin 1,91 ja aika poikimisesta 201 päivää. Luonteen aiheuttama haitta-aste ei ollut tiedossa. Kaikki luonteen vuoksi poistetut lehmät oli myyty teuraaksi. Niistä 67,8 % oli maidon solupitoisuuden ja utaretulehdushoitojen perusteella ollut utareterveydeltään ongelmattomia ja 65,9 % ei ollut lainkaan siemennetty. Molemmat tiedot tukevat oletusta ennalta suunnitelluista, vapaaehtoisista poistoista.

4.5 Muut syyt

Poiston taustalla eivät aina ole lehmän terveydentilaan tai käyttöominaisuuksiin liittyvät syyt, vaan pikemminkin taloudelliset näkökohdat. Huonon tuotoksen tai jalostusarvon takia poistettiin 7,6 % aineiston lehmistä. Nämä lehmät olivat poistettaessa keskimäärin 4,32 vuotta vanhoja, 2,40 kertaa poikineita ja niillä oli kulunut edellisestä poikimisesta keskimäärin 241 päivää. Mahdollisista toistumattomista syistä, jotka voivat aiheuttaa heikkoa tuotosta, luominen löytyi neljältä lehmältä (0,3 %). Aineistossa oli vain 21 ensikkoo, jotka olivat poikineet alle 23 kuukautta vanhana. Analyysiä lehmän tuotostasosta karjan sisällä ei tehty; tämä olisi vaatinut myös tiedon, mikä olisi ollut karjan poikimattomien hiehojen odotettu tuotostaso. Tässä tapauksessa olisi voitu tehdä poistopäätösmallin (Nousiainen ym. 2006) mukainen analyysi, onko poisto ollut perusteltavissa. Lehmistä 63,9 %:lla ei ollut utareterveysongelmia ajanjaksolla, joka alkoi 90 päivää ennen viimeistä poikimista ja ulottui poistoon asti. Selkeitä utareterveysongelmia oli vain 11,8 %:lla. Lehmistä 53,8 % oli siementämättömiä, 31,5 % 1–2 kertaa siemennettyjä ja 14,7 % yli kaksi kertaa siemennettyjä. Nämä tiedot sekä se seikka, että 99,3 % näistä poistolehmistä oli myyty teuraaksi, tukevat poistojen suunnitelmallisuutta. Tuotoksella ja poistoriskillä oli selvä negatiivinen korrelaatio Rajala-Schultzin ja Gröhnin (1998c) analyysissä.

Vanhaksi oli poistetuista lehmistä katsottu 2,3 %. Keski-ikä, 8,43 vuotta, oli näillä lehmillä selvästi koko aineiston keskiarvoa korkeampi, samoin kuin keski-poikimakerta 5,89. Aikaa poikimisesta oli kulunut 340 päivää, eli selvästi yli aineiston keskiarvon. Lehmistä 44,7 %:lla ei ollut mitään mainintoja utareterveyden ongelmista, 22,9 %:lla oli useampia merkintöjä. Liki 63 % lehmistä oli sellaisia, ettei niitä ollut siemennetty kertaakaan. Koska myös teurastamoon myytyjen osuus oli 99,5 %, näiden lehmien poisto oli suunniteltu etukäteen. Kuitenkin todella vanhoiksi katsottavia, yli 10 vuotta vanhoja lehmiä, oli vanhuuden vuoksi poistetuissa lehmissä vain 21 %.

Taulukko 8. Puuttuva syy. Arvioidut tarkemmat poistosyyt.

Tarkennettu poiston syy	Osuus, %
Halvaukset (ei poikimahalvaus)	2,1
Hedelmällisyys	8,5
Kuollut, syy tuntematon	17,6
Teuraaksi, siemennetty, syy tuntematon	26,2
Teuraaksi, siementämätön, syy tuntematon	17,9
Poikimahalvaus	2,6
Ruoansulatuskanavan sairaus	2,2
Maidon korkea solupitoisuus	7,0
Utaretulehdus	5,4
Muita yksittäisiä sairauksia	10,6
	100,0

Kaikkiaan 7,6 % aineiston lehmistä, 1 231 kappaletta, oli sellaisia, että omistaja ei ollut ilmoittanut mitään poistosyytä. Nämä lehmät tarkistettiin yksitellen mahdollisen poistosyyntä selvittämiseksi ja arvioidut syyt ovat kirjoittajan tulkintoja koelypsy-, poikima-, siemennys- ja hoitotietojen antaman informaation perusteella. Erilaisia syitä löytyi 20 kappaletta. Taulukossa 8 on eritelty ne, joiden osuus aineistossa oli yli kaksi prosenttia. Taustatiedoiltaan ilman ilmoitettua syytä poistetut lehmät olivat hyvin lähellä aineiston keskiarvoja. Suurempi kuolleiden, lopetettujen ja tilateurastettujen lehmien yhteenlaskettu osuus erottaa kuitenkin ne kaikista poistolehmistä. Eniten aineistossa oli teuraaksi myytyjä lehmiä, joiden tarkempaa poistosyytä ei voitu määrittää, 44,1 %. Tuntemattomasta syystä oli kuollut 17,6 % lehmistä. Lisäksi analysoitiin lehmien utareterveys- ja hedelmällisyshistoria. Utareterveyden ongelmista ei ollut näyttöä 69,7 %:lla lehmistä ja vähintään kaksi havaintoa (korkea soluluku tai utareterveyshoito) oli puolestaan 11,3 %:lla. 67,4 % lehmistä oli siementämättömiä. Yksi tai kaksi kertaa siemennettyjä oli 23,6 % ja yli kaksi kertaa 9,0 %. Hedelmällisyshoidot olivat tässä lehmäryhmässä harvinaisia.

Taulukko 9. Muu syy. Arvioidut tarkemmat poistosyyt.

Tarkennettu poiston syy	Osuus, %
Halvaukset	2,0
Hedelmällisyys	8,0
Muu syy, kuollut	4,2
Muu syy, lopetettu	3,5
Luominen	10,7
Muu syy, teuraaksi, siemennetty	37,3
Muu syy, teuraaksi, siementämätön	20,1
Maidon korkea solupitoisuus	3,5
Utaretulehdus	3,6
Muita yksittäisiä sairauksia	7,1
	100,0

Poistosyytä ”Muu syy” oli käytetty 5,3 %:lla poistetuista lehmistä. Niiden poistoiän ja poikimakerran keskiarvot olivat 4,81 vuotta ja 2,85 kertaa. Poikimisesta oli poistettaessa kulu-
nut keskimäärin 239 päivää. Kuten ”Puuttuvan syyn” tapauksessa, näidenkin lehmien tiedot
käytiin tarkemmin läpi. Taulukossa 9 on esitetty kirjoittajan arviot syistä, jotka ovat osaltaan
todennäköisesti vaikuttaneet poistopäätökseen. Taulukossa on eritelty syyt, joita oli vähin-
tään kaksi prosenttia, loput on yhdistetty ryhmään ”muuta yksittäisiä sairauksia”.

Yli kolmannes näistä lehmistä oli myyty teuraaksi siennettynä ja noin viidennes siemen-
tämättömänä, ilman että tarkempaa syytä oli tiedossa. Kaikkiaan 55,6 % lehmistä ei ollut
siennetty lainkaan ja lähes 60 %:lla ei ollut utaretulehduksia tai yli 500 000:n solupi-
toisuuksia. Tämän ryhmän lehmistä 10,7 %:lla poiston syy oli luomista seurannut heikko
tuotos, muu sairaus tai lisääntymisongelma.

4.6 Pakolliset ja vapaaehtoiset poistot

Stewart ym. (1977) pitivät pakollisiin poistoihin johtavina syinä rakkuloita, tiinehtymättö-
myyttä (yli kolme siennystä), kaikkia poikimisongelmia, kaikkia sairauksia (vakavuus-
astetta ei ollut määritetty), jalkaongelmia, utare- ja vedinvammoja sekä kuolleita lehmiä.
Vapaaehtoisten poistojen syitä ovat tiinehtymättömyys (alle kolme siennystä), ongelma-
lehmät (luonne ?, lypsettävyys ?), matala tuotos, muut utareongelmat ja rakenneviat.

Radke ja Shook (2001) ovat julkaisussaan käsitelleet erilaisia tapoja luokitella poistoja. Yksi
mahdollinen luokittelu on biologinen ja taloudellinen poisto. Biologiset tai lehmän hyvin-
vointiin liittyvät poistot ovat poistoja, joissa karjanomistajalla ei ole muuta vaihtoehtoa kuin
poistaa lehmä. Taloudelliset poistot sisältävät esimerkiksi poikimavälin siirtymisen, kannat-
tamattomaksi arvelun utareterveyshoidon tai tuloksettomaksi epäillyn sorkkahoidon takia
siementämättä tai hoitamatta jätetyt ja poistetut lehmät (Radke & Shook 2001).

Tarkkaa rajaa poiston pakollisuudelle ja vapaaehtoisuudelle on usein vaikea vetää. Tässä
tutkimuksessa pakolliseksi katsotaan poisto, jossa lehmän tuotostasolla on neutraali tai
jopa negatiivinen vaikutus poistoon, eli poiston voi ajatella kohdistuneen satunnaisesti.
Vapaaehtoisen syyn ollessa kyseessä lehmän tuotostasolla on selkeä vaikutus poistopäätök-
seen ja poisto kohdistuu hyvin valikoivasti karjan sisällä. Pakollisuus-vapaaehtoisuus -ana-
lyysin tuloksilla on käyttöä ennen kaikkea simuloinneissa, kun arvioidaan, mikä mahdol-
lisuus maidontuottajalla on karsia karjastaan heikkotuottoisimpia lehmiä (Radke & Shook
2001).

Poistotyypin luokittelussa käytettiin tämän aineiston osalta seuraavaa luokitusta: Kun pois-
totapa on ollut tilateurastus, kuollut tai lopetettu, poisto katsottiin aina pakolliseksi. Tähän
ryhmään lisättiin myös niiden siennettyjen lehmien poistot, jotka oli tehty 22 päivän
sisällä edellisestä siennestyksestä. Poistosyillä tapaturma, jalkasairaus, poikimavaikeus,

ruuansulatuskanavan sairaus, poikimahalvaus ja muu sairaus poistetut lehmät tulkittiin pakkopoistetuiksi. Näillä syillä muiden poistotapojen kuin teuraaksi myytyjen suuri osuus tukee tätä oletusta (Taulukko 2).

Poistositystä utaretulehdus, vedinvika ja utarerakenne käsiteltiin yhdessä samalla tavalla. Jos hoito- ja solulukutiedot täyttivät tietyt edellytykset, jotka osoittivat, että lehmä on todennäköisesti sairastanut kroonista utaretulehdusta, niin poisto on pakollinen. Lehmät, joilla ei ollut yhtään yli 500 000 solulukua tai yhtään utaretulehdushoitoa, katsottiin vapaaehtoisista syistä poistetuiksi. Kun lehmällä oli yksi hoito tai yksi yli 500 000 soluluvun ylitys, katsottiin, että poistoista on ollut puolet pakollisia ja puolet vapaaehtoisia. Lehmät, joilla oli useampi kuin yksi utareterveysmaininta, katsottiin pakollisista syistä poistetuiksi.

Hedelmällisyyden ollessa poistosyynä arvioitiin sekä siemennys- että hedelmällisyyshoitotietojen perusteella todennäköiset ongelmalehmät. Kaikki ne lehmät, joita ei ollut lainkaan siemennetty tai hoidettu, katsottiin vapaaehtoisesti poistetuiksi. Jos siementämättömällä lehmällä oli yksi tai kaksi hoitoa, poistoista puolet oletettiin pakolliseksi. Kun hoitoja oli useampi kuin kaksi, poisto oletettiin pakolliseksi. Pelkät poikimiseen liittyvät hoidot säilyttivät poiston vapaaehtoisena, luomiseen liittyvistä hoidoista seurasi oletus, että puolet poistoista on pakollisia. Jos siemennyksiä oli yksi tai kaksi, ilman hedelmällisyyshoitoja olleet lehmät katsottiin vapaaehtoisesti poistetuiksi. Kun hoitoja oli yhdestä kahteen, puolet poistoista oletettiin pakolliseksi. Kolme kertaa tai useammin hoidettujen lehmien poistot oletettiin pakollisiksi. Kun siemennyksiä oli kolme tai useampia, hedelmällisyshoidottomien lehmien poistoista oletettiin puolet pakollisiksi. Hoidettujen lehmien poisto katsottiin pakolliseksi.

Puuttuvan syyn, jalkarakenteen, huonon tuotoksen, vanhuuden, huonon lypsettävyyden, huonon luonteen ja muun syyn ollessa poistosyynä, katsottiin lehmiltä sekä edellä mainittujen utareterveys- että hedelmällisyssyiden tarkastelutavoilla, olisiko sen poisto ollut pakollinen. Saatujen pakollisuusarvioiden perusteella laskettiin luku $0,75 \times \text{utaretulehdus pakkopoisto-osuus} + 0,25 \times \text{hedelmällisyys pakkopoisto-osuus}$, jota käytettiin lopullisena arviona pakollisten poistojen osuudesta. Kun pakollisuus oli jokin muu kuin 0 tai 1, varsinaiset pakollisuusarvio-osuudet laskettiin osittamalla kyseisen luokan lehmät pakollisiin ja vapaaehtoiisiin poistoihin arvioidun pakollisuusosuuden, esim. 0,625, perusteella. Erotukseksi selvästi pakollisista ja vapaaehtoisista poistoista näitä osituksen tuloksena saatuja luokitteluja kutsutaan todennäköisesti vapaaehtoisiksi ja pakollisiksi poistoiksi. Taulukossa 10 olevat selvästi pakolliset ja selvästi vapaaehtoiset poistot ovat niitä, jotka on edellisissä kappaleissa todettu sellaisiksi poistotavan, viimeisestä siemennyksestä kuluneen ajan, poistosyyn tai utare- ja hedelmällisyssyiden ehtojen perusteella. Pakollisuusanalyysin tuloksia on koottu taulukoihin 10, 11 ja 12.

Taulukko 10. Poistojen jakauma pakollisuusluokittain, %.

Pakollisuusluokka	Kaikki	Poikimakerta					
		1	2	3	4	5	≥6
Selvästi vapaaehtoiset	31,7	33,6	34,1	31,9	28,2	29,3	28,0
Todennäköisesti vapaaehtoiset	16,6	16,2	17,5	16,3	15,8	16,0	18,1
Todennäköisesti pakolliset	15,1	13,7	15,3	14,7	15,7	15,6	17,4
Selvästi pakolliset	36,6	36,5	33,1	37,0	40,2	39,1	36,5

Pakollisia poistoja oli hieman enemmän kuin vapaaehtoisia (Taulukko 10). Niiden osuus oli alimmillaan toisen lypsykauden aikana, 48,4 % ja korkeimmillaan neljännellä lypsykaudella, 55,9 %.

Eniten pakollisia poistoja oli aina pakkopoistoiksi luokiteltujen syiden jälkeen utaretulehduksen (55,4 %) ja puuttuvan syyn takia poistetuissa lehmissä (52,1 %) (Taulukko 11). Eniten vapaaehtoisia poistoja oli huonon luonteen (81,0 %), huonon lypsettävyyden (80,8 %) ja huonon tuotoksen (77,2 %) perusteella karsituilla lehmillä. Poistosyyt, joita ei ole eritelty taulukossa 11, oletettiin kokonaisuudessaan selvästi pakollisiksi poistoiksi

Pakolliset poistot ajoittuivat useimmiten lypsykauden alkupäähän ja niiden osuus aleni lypsykauden loppupäätä kohti mennessä noin 9 kuukauteen asti, jonka jälkeen pakolliset ja vapaaehtoiset poistot vakiintuivat noin 45 / 55 %-osuuksille (Taulukko 12).

Taulukko 11. Eri poistosyiden ja rotujen poistojen pakollisuusjaottelu.

Poiston syy	SVAP, %	TVAP, %	TPAK, %	SPAK, %
Puuttuva syy	26,5	21,4	19,7	32,4
Utaretulehdus	29,9	14,6	14,6	40,8
Vedinvika	46,6	13,9	13,9	25,6
Hedelmällisyys	38,0	20,9	20,9	20,2
Jalkarakenne	45,9	28,0	21,8	4,3
Huono tuotos	47,5	29,7	20,6	2,2
Vanha	29,9	35,0	33,0	2,2
Utarerakenne	48,3	13,9	13,9	23,9
Huono lypsettävyys	57,0	23,8	17,0	2,2
Huono luonne	59,1	21,9	17,9	1,1
Muu syy	36,7	27,0	20,9	15,3
Ayrshire	33,1	17,0	15,2	34,7
Holstein-Friisiläinen	28,4	15,7	14,9	41,1

SVAP = selvästi vapaaehtoinen poisto

TVAP = todennäköisesti vapaaehtoinen poisto

TPAK = todennäköisesti pakollinen poisto

SPAK = selvästi pakollinen poisto

Taulukko 12. Poistoajankohdan vaikutus poiston pakollisuuteen.

Poistoajankohta	Osuus, %	SVAP, %	TVAP, %	TPAK, %	SPAK, %
0-6	5,0	18,1	1,7	1,6	78,6
7-15	3,6	34,2	5,8	5,1	54,9
16-30	4,9	34,3	9,6	8,8	47,4
31-60	6,3	31,3	10,7	10,6	47,4
61-90	5,1	32,8	12,2	11,9	43,0
91-150	11,0	29,4	14,3	14,0	42,2
151-210	12,3	32,4	15,6	14,5	37,6
211-270	13,1	33,8	19,3	16,8	30,2
271-330	13,2	33,8	20,7	18,5	27,0
331-390	10,3	31,6	22,5	20,0	25,9
Yli 390	15,2	32,3	22,9	20,4	24,4

Osuus = osuus kaikista poistetuista. Muut lyhenteet samat kuin taulukossa 11.

4.7 Poikimakerran vaikutus poistoalttiuteen ja poistoajankohtaan lypsykauden sisällä

Poikimakerran vaikutusten selvittämiseksi tehtiin tutkimusaineiston karjoista erillinen tarkastelu, jossa seurattiin karjoissa vuosina 2001 ja 2002 poikineita lehmiä joko seuraavaan poikimiseen tai poistoon asti. Näitä lehmiä oli kaikkiaan 96 326.

Poikimakerroittain laskettiin todennäköisyydet saavuttaa seuraava poikiminen, seuraavan poikimisen saavuttaneille poikimavälit, ja poistetuille aika, joka edellisestä poikimisesta oli kulunut poistoon. Yhdeksänneistä poikimisesta lähtien tiedot yhdistettiin aineiston pienuuden vuoksi.

Taulukko 13. Todennäköisyys saavuttaa seuraava poikiminen ja poikimavälin pituus poikimakerroittain.

Poikima-kerta	Poikimistodennäköisyys		Keskiarvo	Poikimaväli	
	Osuus aineistossa, %	Poikinit, %		Keskihajonta	Mediaani
1	33,9	77,3	397	62,2	380
2	26,1	70,2	393	58,7	377
3	17,8	60,6	393	57,0	379
4	10,8	53,2	395	56,7	381
5	6,0	46,5	394	58,4	379
6	3,0	42,9	395	55,5	381
7	1,4	41,5	399	62,1	385
8	0,6	41,6	401	67,0	381
≥9	0,4	43,5	404	60,7	393

Poikimakerralla on selvä vaikutus poistoalttiuteen, joskin 6. poikimisen jälkeen seuraavan poikimisen saavuttamisen todennäköisyys näyttää vakiintuvan noin 42 %:n tasolle (Taulukko 13). Poikimavälit vastasivat hyvin holsteinlehmien lukuja Nieuwhofin ym. (1989a) ja Dürrin ym. (1997a) selvityksissä, joissa seurattiin syntymävuosittain lehmien vaiheita ensimmäisestä kahdeksanteen poikimiseen asti. Tästä aineistosta voi myös laskea, millä todennäköisyydellä ensikkolehmä saavuttaa tietyn poikimisen. Esimerkiksi taulukosta 13 nähdään, että kolmannen poikimisen saavuttaa $(77,3 \times 70,2) / 100 = 54,3$ % ensikoista ja todennäköisyydet poikia neljännen, viidennen, kuudennen, seitsemännen ja kahdeksannen kerran ovat 32,9, 17,5, 8,1, 3,5 ja 1,4 %. Todennäköisyys saavuttaa toinen ja kolmas poikiminen oli samaa luokkaa kuin Nieuwhofin ym. (1989b) tarkastelemilla ayrshirelehmillä ja korkeampi kuin Dürrin ym. (1997a) aineiston holsteinlehmillä, mutta alempi kuin vuonna 1993 poikineilla ayrshirelehmillä Rajala-Schultzin ja Gröhnin (1999a) tutkimuksessa. Rajala-Schultzin ja Gröhnin (1999a) mukaan ensikon todennäköisyydet saavuttaa poikimiset 2, 3, 4, 5 ja 6 olivat 79,2, 58,2, 38,2, 22,2 ja 11,5 %. Todennäköisyys neljännen tai sitä seuraavien poikimisten saavuttamiseen on suomalaislehmillä nyt selvästi alempi kuin näissä aikaisemmissa tutkimuksissa.

Taulukossa 14 esitetyt ajat poikimisesta poistoon eivät poikkea merkittävästi poikimakerroittain. Tulokset vastaavat Nieuwhofin ym. 1989b ja Dürrin ym. (1997a) esittämiä aikoja.

Taulukko 14. Aika poikimisesta poistoon poikimakerroittain.

Poikimakerta	Keskiarvo	Keskihajonta	P10	P25	P50	P75	P90
1	235	194,8	18	67	211	345	477
2	240	156,9	37	125	229	331	426
3	222	151,8	21	101	217	318	409
4	210	156,6	10	78	204	313	402
5	206	156,9	8	66	198	309	404
6	211	162,0	8	73	200	318	413
7	204	144,2	15	79	197	307	382
8	229	200,5	11	79	209	331	435
≥ 9	242	194,3	25	95	207	352	459

P10, P25, P50, jne. ovat persenttiilejä, jotka kuvaavat, kuinka monta % havainnoista on alle kyseisen luvun, P50=mediaani.

4.8 Karjakohtaisten tekijöiden vaikutus poistoalttiuteen

Tätä hanketta edeltäneessä, lypsylehmien kestävyysvaikutuksiin liittyneessä selvityksessä tutkittiin eräiden karjakohtaisten tekijöiden ja karjan poistettujen lehmien keski-ikä välistä yhteyttä Pohjois-Savossa vuosina 1996–2000. Keskituotoksella ja karjakoolla oli pieni negatiivinen yhteys poistettujen lehmien tuotantoikänsä. Karjan ruokinnan voimakkuuden vaikutusta voidaan tutkia Maitoisa-sovelluksessa hyödynnettyä koelypsy-mallin $\text{karja} \times \text{vuosi}$ ja $\text{karja} \times \text{vuosi} \times \text{kuukausi}$ -tekijöiden yhdistettyä ratkaisua soveltaen. Tässä käytettiin viljelijäkäytöstä pois jätettyä valkuaisen kilopoikkeamaa, joka kuvaa, mikä on ollut ruokinnan ja hoidon vaikutus päivittäiseen valkuaisuutuokseen. Tulokset on koottu taulukkoon 15.

Taulukko 15. Tuotantoikä valkuaispoikkeamaluokittain.

Valkuaispoikkeama- luokka	Lehmiä	Valkuaispoik- keama, kg/pv	Tuotantoikä	Poikimisia	Uudistus
1	8 171	-0,131	2,93	3,18	34,2
2	9 736	-0,038	2,79	3,10	35,8
3	9 753	0,012	2,86	3,15	35,0
4	10 228	0,061	2,76	3,10	36,2
5	10 785	0,143	2,77	3,11	36,1

Valkuaisen kilopoikkeaman ja poistettujen lehmien tuotantoikä väliset yhteydet osoittautuivat vähäisiksi. Tulos lienee selitettävissä Beaudeaun ym. (1996) Ranskassa tekemän selvityksen tuloksilla, joiden perusteella on todisteita siitä, että poistokriteerit ja -käytännöt eroavat viljelijöiden kesken ja ne ovat sosiologisesti rakentuneita ja kiinteästi yhteydessä tilan tuotantotapaan. Osa mahdollisista tekijöistä voi myös kumota toisensa. Tämän paljastaminen vaatisi aineiston luokittelamisen useilla lisämuuttujilla, joiden väliset yhdysvaikutukset voisivat paljastaa piileviä vaikutusmekanismeja.

5 Johtopäätökset

Lehmien tärkeimmät poistosyyt Suomessa ovat tämän tutkimuksen perusteella utareterveyteen ja hedelmällisyyteen liittyviä. Niihin kohdistuvat parannustoimenpiteet sekä karjatason ratkaisuisia että valtakunnallisissa jalostusohjelmissä parantavat kestävyyttä. Huomiota tulisi myös kiinnittää selkeiden pakkopoistosyiden, kuten tapaturmien ja poikimisen aikoihin esiintyvien sairauksien ennaltaehkäisyyn.

Kirjatut poistosyyt eivät aina saaneet tukea poistetun lehmän tapahtumahistoriasta. Muun muassa utaretulehduksen takia poistetuista lehmistä yli 30 % oli sellaisia, joiden taustatiedoista ei löytynyt merkintöjä utareterveysongelmista. Ristiriita voi selittyä esimerkiksi sillä, etteivät kaikki korkeat solupitoisuudet tule tietoon joka toinen kuukausi analysoiduissa maidon pitoisuuksissa. Myös osa hoitotiedoista voi syystä tai toisesta jäädä kirjaamatta tietokantoihin. Näin voi tapahtua etenkin pian hoidon jälkeen poistettujen lehmien kohdalla. Jotta poistojen taustalla oleviin todellisiin ongelmiin voitaisiin puuttua, oikeiden poistosyiden kirjaamiseen ja hoitomerkitöiden kattavuuteen tulisi kiinnittää huomiota.

Pakollisia poistoja on hieman yli puolet kaikista poistoista. Pakollisten poistojen osuus on holstein-friisiläisillä lehmillä korkeampi kuin ayrshirelehmillä, joilla selkeitä pakkopoistoja esiintyy vähemmän. Tulos pakollisten poistojen osuudesta osoittaa, että maidontuottajat ovat voineet poistaa eläimiä myös harkinnanvaraisesti ja siten toteuttaa karjansa jalostuksellista karsintaa. Toisaalta tulos osoittaa, että lehmien tuotantoikä on mahdollista nostaa nykyisen kaltaisessakin terveystilanteessa ja siten alentaa uudistuskustannusta, joka muodostaa merkittävän osan maidon tuotantokustannuksesta.

Kirjallisuus

- Bascom, S.S. & Young, A.J. 1998. A summary of reasons why farmers cull cows. *J. Dairy Sci.* 81: 2299-2305.
- Beaudeau, F., van der Ploeg, J.D., Boileau, B., Seegers, H. & Noordhuizen, J.P.T.M. 1996. Relationships between culling criteria in dairy herds and farmers' management styles. *Prev.Vet. Med.* 25: 327-342.
- Dürr, J.W., Monardes, H.G., Cue, R.I. & Philpot, J.C. 1997a. Culling in Quebec Holstein Herds. 1. Study of phenotypic trends in herd life. *Can.J. Anim. Sci.* 77: 593-600.
- Dürr, J.W., Monardes, H.G., Cue, R.I. & Philpot, J.C. 1997b. Culling in Quebec Holstein Herds. 2. Study of phenotypic trends in reasons for disposal. *Can.J. Anim. Sci.* 77: 593-600.
- Fetrow, J. 1988. Culling dairy cows. *Proc.Am. Assoc. Bov. Pract.* 20: 102-107.
- Forbes, D.J. 2000. Dairy cow longevity- controlling culling to improve profit. *Cattle Practice* 8: 305-310.
- Milian-Suazo, F., Erb, H.N. & Smith, R.D. 1988. Descriptive epidemiology of culling in dairy cows from 34 herds in New York State. *Prev. Vet. Med.* 6: 243-251.
- Nieuwhof, G.J., Powell, R.L. & Norman, H.D. 1989a. Ages at calving and calving intervals for dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 72:685-692.
- Nieuwhof, G.J., Norman, H.D. & Dickinson, F.N. 1989b. Phenotypic trends in herd life of dairy cows in the United States. *J. Dairy Sci.* 72: 726-736.
- Nousiainen, J.I., Khalili, H., Huhtanen, P. 2004. Lypsylehmien kestävyttä kuvaavat tunnusluvut. Teoksessa: Hopponen, A. & Rinne, M. (toim.) *Maataloustieteen Päivät 2004, 12.-13.1.2004 Viikki, Helsinki [esitelmät ja posterit]*. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19: 4 painos. Julkaistu 5.1.2004. Saatavissa internetistä: <http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/posterit04/kh11.pdf>.
- Nousiainen, J.I., Jauhiainen, L., Toivakka, M. & Huhtanen, P. 2006. Simulointimalli poistopäätöksen apuvälineeksi. *MTT:n selvityksiä* 112: 27-40.
- Radke, B. & Shook, G. 2001. Culling and genetic improvement programs for dairy herds. Teoksessa: Radostis, O.M. (toim.) *Herd health. Food animal production medicine. Third edition.* Philadelphia. s. 291-308.
- Rajala, P.J. & Gröhn, Y.T. 1998. Disease occurrence and risk factor analysis in Finnish Ayrshire cows. *Acta. Vet. Scand.* 30:1-13.
- Rajala-Schultz, P.J. & Gröhn, Y.T. 1999a. Culling of dairy cows. Part I. Effects of diseases on culling in Finnish Ayrshire cows. *Prev. Vet. Med.* 41: 195-208.
- Rajala-Schultz, P.J. & Gröhn, Y.T. 1999b. Culling of dairy cows. Part II. Effects of diseases and reproductive performance on culling in Finnish Ayrshire cows. *Prev. Vet. Med.* 41: 279-294.
- Rajala-Schultz, P.J. & Gröhn, Y.T. 1999c. Culling of dairy cows. Part III. Effects of diseases, pregnancy status and milk yield on culling in Finnish Ayrshire cows. *Prev. Vet. Med.* 41: 295-309.
- Smith, J.W., Ely, L.O. & Chapa, A.M. 2000. Effect of region, herd size, and milk production on reasons cows leave the herd. *J. Dairy Sci.* 83:2980-2987.
- Stewart, H.M., Burnside, E.B., Wilton, J.W. & Pfeiffer, W.C. 1977. A dynamic programming approach to culling decisions in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 60: 602-617.

Simulointimalli poistopäätöksen teon apuvälineeksi

Jouni Nousiainen, Lauri Jauhiainen, Minna Toivakka ja Pekka Huhtanen

1 Johdanto

Maidontuottajat tarvitsevat apuvälineitä tilansa liikkeenjohdollisen päätöksenteon tueksi. Näitä ovat muun muassa tietokoneohjelmat, jotka laskevat ruokintasuunnitelman tilalla käytävissä olevien rehujen perusteella. Yleinen päätöksentekotilanne koskee valintaa lehmän poistamisen ja karjassa edelleen pitämisen välillä. Koska tilanteeseen liittyy useita epävarmuustekijöitä, ongelmanratkaisu on haastava tehtävä. Poistopäätösten tekemisen tueksi onkin kehitetty erilaisia malleja jo 45 vuoden ajan.

Van Arendonk (1988) kuvaa lypsylehmän taloudellista tulosta kassavirtana. Tuloa tuottavat maito, teurastetut lehmät ja vasikat. Kustannuksia aiheutuu rehuista, uudistuseläinten kasvatuksesta ja erilaisista sekalaisista menoeristä. Tärkeitä, epävarmuutta aiheuttavia riskitekijöitä ovat pakolliset poistot, tuotannon vaihtelu, tiinehtymisongelmat ja sairaudet. Mallit helpottavat kaikkien edellämainittujen tekijöiden huomioonottamista päätöksenteossa.

2 Poistopäätösmallien periaate

Jalvingh (1992) on tehnyt yhteenvedon ennen vuotta 1992 laadituista lypsykarjamalleista. Mallit voidaan luokitella simulointi- ja optimointimalleihin. Simulointimalli laskee biologisessa tai taloudellisessa muuttujassa tapahtuvien muutosten tekniset seuraukset, kuten seuraavassa kuvattava malli. Optimointimalleilla etsitään nimensä mukaisesti ongelman optimaalista ratkaisua, kuten tämän tutkimuksen toisessa osiossa tehtiin (Heikkilä 2006).

Laskentamallin määrittelyssä on ratkaistava, onko malli deterministinen vai stokastinen sekä, onko se dynaaminen vai staattinen. Deterministinen malli antaa jokaisesta tekijästä vain yhden arvon, kun taas stokastisella mallilla voidaan käsitellä järjestelmässä esiintyviä epävarmuustekijöitä todennäköisyysjakaumia ja satunnaislukuja hyödyntäen. Stokastisia muuttujia sisältävässä mallissa on välttämätöntä tehdä toistoja, jotta tuloksen mahdollinen vaihteluväli saadaan selville. Staattisessa mallissa ei voi olla tekijöitä, joiden arvot tai vaikutukset riippuisivat ajasta. Koska useat lypsylehmään liittyvät muuttujat ovat aikasidonnaisia, dynaaminen malli on staattista mallia luonnollisempi vaihtoehto. Ajan vaikutus voidaan rakentaa malliin joko aika-askeleisena (time-stepping) tai tapahtuma-askeleisena (event-stepping).

Tässä tutkimuksessa poistopäätösmalli tehtiin dynaamisena mallina, jossa on sekä deterministisiä että stokastisia piirteitä. Poistopäätösten lisäksi tätä bioekonomista simulointimallia voidaan hyödyntää kokonaisen karjan biologisia ilmiöitä simuloitaessa (Nousiainen ym. 2006) tai arvioitaessa eri ominaisuuksien taloudellisia arvoja kokonaisjalostusarvojen laskentaa varten (Toivakka 2006).

3 Mallin kuvaus

3.1 Jäljellä olevan tuotantoian ennustaminen

Tärkein lypsylehmän tulevaisuuden tuottoon vaikuttava tekijä on sen odotettavissa oleva tuotantoikä. Useissa simulaatiomalleissa se ennustetaan lisääntymiseen liittyvien tunnuslukujen, kuten tiinehtyvyyden, kiimantarkkailun tehokkuuden, pakollisten poistojen todennäköisyyksien sekä ennalta suunniteltujen, vapaaehtoisten poistojen ehtojen perusteella (Congleton 1984, Sørensen ym. 1992). Koska tässä tutkimuksessa eläinten lisääntymiseen vaikuttavat tekijät eivät olleet keskeisellä sijalla, jäljellä oleva tuotantoikä ennustettiin hyödyntäen maidontuotannon tuotosseurannasta saatavaa informaatiota. Lähtötietoina käytettiin vuosina 1996–2003 Pohjois-Savon maaseutukeskuksen alueelta 1 263 karjasta poistettua 63 697 lehmää. Kussakin karjassa laskettiin poistettujen lehmien tuotantoian keskiarvo ja karjat luokiteltiin keskiarvojen perusteella 20 ryhmään. Jokaisessa ryhmässä laskettiin poistettujen lehmien osuuksien perusteella poistotodennäköisyydet poikimakerroittain yhdeksänteen poikimakertaan asti.

Ideaalitilanteessa kaikki navetan lehmäpaikat ovat jatkuvasti täynnä, jolloin uudistuksen osuus on tuotantoian käänteisluvu (Dürr ym. 1997). Tällä oletuksella seuraavan poikimisen todennäköisyydelle löydettiin seuraava yhtälö:

$$\text{seuraavan poikimisen todennäköisyys} = e^{(0,335 - 0,0628 \times A - 0,0012 \times A \times B)},$$

missä A on karjan uudistusprosentti ja B seuraavan poikimakerran järjestysluku. Malli on käyttökelpoinen uudistusprosentin ollessa välillä 20–50 %. Mallinnettaessa ensikon toisen poikimisen todennäköisyyttä yhtälöä korjattiin liian suurten arvojen välttämiseksi:

$$\text{seuraavan poikimisen todennäköisyys}_{\text{ensikko}} = \frac{e^{(0,335 - 0,0628 \times A - 0,0012 \times A \times B)}}{1,21 - 0,0104 \times A + 0,000120 \times A^2}$$

Alkuperäisen luokitellun lähtöaineiston tarkastelussa tuli ilmi käyttöian positiivinen korrelaatio poikimavälin, hiehon poikimaiän sekä poistoajan lypsykausikohtaisen sijoittumisen välillä. Esimerkiksi poikimaväli oli pisimmän tuotantoian ryhmässä 20 päivää, ensikoiden poikimaikä 30 päivää ja aika edellisestä poikimisesta 86 päivää pidempi kuin lyhimmän käyttöian ryhmässä. Tämän vääristävän ilmiön poistamiseksi arvioitiin kokeilemalla, mitä uudistusprosentin arvoa tulee käyttää, jotta saatiin haluttu uudistuksen osuus, kun poikimaväli ja keskimääräinen poistoajankohta muuttuivat. Saadulla menetelmällä voitiin luoda tarvittavia poikimaväli-poistoajankohta-käyttöikä -yhdistelmiä ja tulokset voidaan esittää yhtälönä:

$$\begin{aligned} \text{laskennallinen uudistuksen osuus} = & -103,7 + 11,5 \times \ln A + 16,6 \times \ln C - 5,62 \\ & \times \ln D + 0,00106 \times A \times C + 0,00191 \times A \times D \end{aligned}$$

Yhtälössä A on haluttu uudistuksen osuus, C poikimaväliarvio ja D poistoajankohdan keskiarvo. Poikimaväliarviona voidaan käyttää lukuja 370 ja 430 päivän väliltä ja halutun uudistuksen osuus voi vaihdella välillä 20–50 %, mutta poistoajankohdakeskiarvona voivat olla

vain arvot 192, 220 ja 252. Laskennallinen uudistuksen osuus voi saada alle 20:n tai yli 50:n suuruisia arvoja.

Poistettujen lehmien aineistossa keskimääräinen poikimaväli oli 383 päivää, mutta jakauma oli vino. Poikimavälin neliöjuuri oli normaalisti jakautunut odotusarvolla 19,57 (383 päivää alkuperäisellä asteikolla) ja keskihajonnalla 1,195. Poistopäätösmallissa tästä jakaumasta valittiin täysin satunnaisesti uusi poikimaväli siten, että normaalijakaumasta jätettiin pois 10 % sekä jakauman alku- että loppupäästä. Kun satunnaiseen poikimaväliarvoon lisättiin erotus, poikimaväliarvio-383, saatiin halutun keskiarvon poikimavälejä.

Lehmille määriteltiin mahdolliset poistopäivät sen mukaan, mikä oli poistoajankohdan (päivää poikimisesta) keskiarvo. Lopullinen lehmän poistoajankohta määritettiin satunnaisluvulla (1–10) ja siten, että kaikki mahdolliset poistopäivät olivat yhtä todennäköisiä. Lehmän käyttöikä laskettiin poikimavälien ja toteutuneen poistoajankohta-arvon summana.

3.2 Eläinkohtaiset tiedot

Simulointimalli määritteli haluttuna tarkastelujaksona lehmän jokaiselle elinpäivälle sen iän ja poikimakerran, poikimisesta kuluneen ajan ja oliko lehmä lypsyssä vai ummessa sekä mahdollisen tiineyden vaiheen. Taulukossa 1 on esimerkki yhden lehmän kahdeksan peräkkäisen päivän tiedoista.

Lehmien päivittäiset maito-, rasva- ja valkuaistuotokset laskettiin poikimakerroittain Nousiaisen ym. (2006) esittämällä tavalla, perustuen koelypsymallin eri ratkaisujen summiin. Poikkeuksena oli se, että vakiotuotostason sijasta eläinten perinnöllinen edistyminen oli maitotuotoksessa keskimäärin 70, valkuaistuotoksessa 2,4 ja rasvatuotoksessa 2,1 kg vuodessa. Tämä saatiin edellä mainituissa 1 263 karjassa vuosina 1986–1999 syntyneiden lehmien maito-, rasva- ja valkuaistuotosjalostusarvojen syntymävuosittaisista keskiarvois-

Taulukko 1. Esimerkki lehmän päiväkohtaista luokittelumuuttujista.

Lehmä	Päivä	Ikä, pv	Poikima- kerta	Seuraava poikiminen	Edellinen poikiminen	Siemen- nys	Ummessa- olo
35	30.4.2007	1 116	1	59	331	101	0
35	1.5.2007	1 117	1	58	332	102	0
35	2.5.2007	1 118	1	57	333	103	0
35	3.5.2007	1 119	1	56	334	104	0
35	4.5.2007	1 120	1	55	335	105	1
35	5.5.2007	1 121	1	54	336	106	1
35	6.5.2007	1 122	1	53	337	107	1
35	7.5.2007	1 123	1	52	338	108	1

Seuraava poikiminen = aika seuraavaan poikimiseen, pv
 Edellinen poikiminen = aika edellisestä poikimisesta, pv
 Siemennys = aika (yli 120 pv) edellisestä siemennyksestä, pv
 Ummessaolo = 0 ei ummessa, 1 ummessa

Taulukko 2. Energiakorjattu maitotuotos poikimakerroittain ja tuotostasoitain.

Poikimakerta	EKM85	EKM100	EKM115
1	6 578	8 003	9 436
2	6 984	9 001	10 804
3	7 227	9 433	11 415
4	7 289	9 576	11 608
5	7 285	9 627	11 705
6	7 240	9 569	11 633
7	7 165	9 484	11 539
8	7 079	9 377	11 424
9	6 969	9 251	11 263
10	6 787	9 042	11 043

EKMn = energiakorjatun maidon määrä tuotostasolla n

ta, jotka laskettiin painotettuna 75 % ayrshiren ja 25 % holstein-friisiläisen syntymävuosi-keskiarvoista. Jokaiselle syntymävuodelle ennustettiin omat lypsykäyrät poikimisille 1–10. Esimerkkejä eri poikimakertojen energiakorjatun maidon tuotoseroista on esitetty taulukossa 2. Kyseessä on vuonna 2001 syntynyt lehmä ja luvut 85, 100 ja 115 kuvaavat suhteellisia tuotostasoja, joita käytettiin tämän artikkelin esimerkkilaskelmissa. Poikimavälit olivat esimerkiksi 395 päivää ja ikä ensi kerran poikiessa 785 päivää.

Vasikan, hiehon ja lehmän elopaino eri ikäisinä laskettiin samoin kuin Nousiainen ym. (2006) tutkimuksessa. Vakioaikuispainon sijasta voidaan arvioida myös sen kehittyminen syntymävuosittain. Muuttamalla yhtälössä aikuispainon arvoa voidaan tutkia elopainon vaikutusta muihin muuttujiin.

Eläinten paino-, kasvu- ja tuotostietoja käytettiin rehunkulutuksen määrittämiseen. Kulutus laskettiin ruokintasuositusten (MTT 2004) perusteella kuten Nousiaisen ym. (2006) tutkimuksessa. Lypsykauden väkirehuosuutena käytettiin 50 %:a kuiva-aineesta. Tunnutusruokinnan väkirehulisän antaminen aloitettiin kolme viikkoa ennen arvioitua poikimista. Sen suuruus ensimmäisenä viikkona oli 1,06, toisena 2,12 ja kolmantena 3,18 ry. Muun ummessaoloajan ruokinta koostui yksinomaan karkearehusta.

3.3 Tuotot

Hintatiedot olivat pääosin samoja kuin Toivakan (2006) tutkimuksessa. Joitakin tietoja, esimerkiksi maidon hinta, päivitettiin vuoden 2003 tasosta vuoden 2005 tasolle. Ensimmäiset viisi päivää poikimisen jälkeen maidon hintana käytettiin sen reuhintaa, minkä jälkeen sen euromääräinen litrahinta laskettiin seuraavasti:

$$\text{maidon hinta} = (7,65 + 1,447 + 1,225 + 6,5 \times \text{valkuais-\%} + 2,4 \times \text{rasva-\%}) / 100.$$

Arvo 7,65 kuvaa tuotantotukea, 1,447 laatuhinnoittelua ja 1,225 kausihintaa ja jälkitiliä. Luvut on laskettu joulukuun 2004 – marraskuun 2005 maidon hinnoittelutietojen (MMM 2006) perusteella.

Vasikkatuotto kohdennettiin poikimapäivälle olettaen, että 93,9 % vasikoista oli myyntikelpoisia. Sonnivasikan hintana käytettiin 155 € ja lehmävasikan 68 €. Lehmävasikoista myytäväksi riittävä määrä poikimista kohti arvioitiin toisen asteen polynomilla :

$$Ylimääräisten lehmävasikoiden osuus = 6E-05 \times A^2 - 0,0107 \times A + 0,457,$$

missä A on uudistusprosentti, jota käytettiin myös seuraavan poikimisen saavuttamisen todennäköisyyttä arvioitaessa. Kun uudistuksen osuudet olivat 25, 35 tai 45 %, myytäviä lehmävasikoita oli 0,227, 0,156 ja 0,097 kpl/poikiminen.

Lypsylehmän teurasprosentiksi arvioitiin 40 % elopainosta. Teurashintana käytettiin 1,35 €/ kg. Lisäksi laskettiin poistosyytutkimuksessa käytetyn aineiston (Nousiainen 2006) perusteella poikimakerroittain ja poistoajankohdittain todennäköisyydet sille, että lehmän poistotapa on teurastamoon myynti (Taulukko 3). Jos poistotavaksi tuli joku muu, arvioitiin ruhon hävittämisen maksavan 33,64 € (Toivakka 2006).

Taulukko 3. Teurastamoon myynnin todennäköisyys poikimakerroittain.

Poisto, pv poikimisesta	Poikimakerta					
	1	2	3	4	5	≥ 6
0-6	0,466	0,442	0,412	0,385	0,397	0,272
7-15	0,580	0,722	0,599	0,465	0,603	0,514
16-30	0,730	0,689	0,732	0,716	0,629	0,778
31-60	0,697	0,755	0,769	0,768	0,753	0,671
61-90	0,737	0,856	0,855	0,803	0,828	0,857
91-150	0,815	0,880	0,909	0,889	0,873	0,925
151-210	0,837	0,943	0,897	0,928	0,906	0,927
211-270	0,889	0,961	0,947	0,967	0,977	0,943
271-330	0,925	0,960	0,962	0,960	0,963	0,968
331-390	0,933	0,945	0,965	0,937	0,968	0,981
Yli 390	0,963	0,970	0,970	0,960	0,962	0,959

3.4 Kustannukset

Rehukustannus laskettiin Toivakan (2006) arvioimilla hinnoilla, eriteltyinä lypsylehmiä väkirehuun (0,21 €/ry), karkearehuun (0,15 €/ry) ja nuorkarjan rehuun (0,17 €/ry). Väkirehun hintaan kuuluivat myös kivennäiset.

Eläinlääkärihoidot eriteltiin antibioottihoitoihin ja muihin hoitoihin. Molempien hoitotyyp-
pien esiintymisen todennäköisyydet laskettiin seuraamalla poikimisen jälkeisiä tapahtumia
joko seuraavaan poistoon tai poikimiseen asti. Aineiston karjat olivat samat kuin poistosyy-
tutkimuksessa (Nousiainen 2006). Poikimiset, 96 326 kpl, olivat tapahtuneet vuosina 2001 ja
2002. Lehmät luokiteltiin poikimakerroittain poistettuihin tai poikineisiin, poistetut poisto-
ajankohdan ja kaikki lehmät lypsykauden vaiheen mukaan. Poistoajankohdan ja lypsykauden
vaiheen luokittelut tehtiin samoilla asteikoilla kuin teurastettujen lehmien, joka on esitetty
taulukossa 3. Sairastumisen todennäköisyys laskettiin seuraavan poikimisen saavuttaneil-
le lehmille poikimakerroittain ja lypsykauden vaiheittain jakamalla sairaustapausten mää-
rät ruokintapäivien määrällä. Poistetuilla lehmillä laskenta tehtiin muuten samalla tavalla,
mutta luokitteluna olivat poikimakerta, poistoajankohta ja lypsykauden vaihe. Esimerkiksi
kaksi kertaa poikineille lehmille, jotka oli poistettu ajankohtana 61–90 päivää poikimisesta,
laskettiin sairastumiset lypsykauden vaiheen luokissa 0–6, 7–15, 16–30, 31–60 ja 61–90.
Seitsemän ja useamman kerran poikineet lehmät yhdistettiin samaan poikimakertaluokkaan
aineiston vähyden takia. Kaikkiaan luokkia oli 539 kpl.

Taulukossa 4 on esimerkkinä seuraavan poikimisen saavuttaneiden lehmien sairausriskit
(muu hoito) lypsykauden eri vaiheissa. Ensikoilla riski on ilmaistu päivittäisenä sairastu-
neiden osuutena kaikista tämän luokan lehmistä, muilla poikimisilla suhteellisenä riskinä,
joka on laskettu jakamalla kyseisen poikimisen päivittäisten sairastuneiden osuus ensikoi-
den vastaavalla luvulla. Simulaatiossa määrättiin satunnaisluvulla, oliko lehmä sairastunut
kyseisenä päivänä ja jos oli, saiko se antibioottihoitoa vai muuta hoitoa.

Taulukko 4. Esimerkki sairastumisriskistä poikimakerroittain.

Aika poikimisesta, pv	Ensikon sairas- tumisriski	RR2	RR3	RR4	RR5	RR6	RR≥7
0-6	5,32E-03	1,02	2,73	5,29	7,34	7,61	7,93
7-15	1,51E-03	0,98	1,71	1,87	2,52	2,30	2,50
16-30	1,22E-03	0,90	1,45	1,25	1,52	1,67	1,86
31-60	1,13E-03	1,06	1,47	1,40	1,55	1,78	2,24
61-90	1,98E-03	1,03	1,14	1,20	1,24	1,37	1,70
91-150	1,30E-03	0,96	1,10	1,29	1,16	1,33	1,71
151-210	7,00E-04	0,94	1,04	1,11	1,09	1,08	1,70
211-270	3,77E-04	1,09	1,26	1,28	1,30	1,71	1,51
271-330	2,85E-04	1,19	1,26	1,49	1,61	1,60	1,37
331-390	6,10E-04	1,79	2,84	3,77	3,60	3,85	4,37
Yli 390	7,37E-04	2,23	3,59	4,64	5,26	4,67	5,84

RRn = risk ratio, suhteellinen sairastumisriski ensikkoon verrattuna poikimakerralla n

Taulukko 5. Siemennysten määrät poikineilla ja poistetuilla lehmillä.

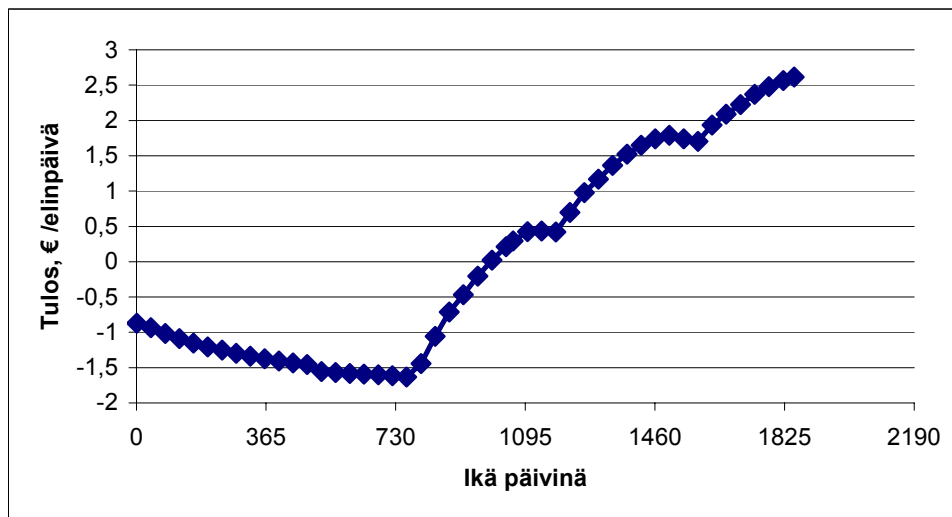
Poikineet		Poistetut		
Poikimaväli	Siemennyksiä	Poistoajankohta	Siemennettyjen osuus	Siemennyksiä
Alle 342	1,15	31-60	0,008	1,00
342-351	1,20	61-90	0,095	1,13
352-359	1,31	91-150	0,348	1,41
360-369	1,46	151-210	0,534	1,78
370-379	1,64	211-270	0,641	2,17
380-391	1,88	271-330	0,694	2,64
392-407	2,16	331-390	0,722	2,85
408-428	2,55	Yli 390	0,762	3,36
429-464	3,01			
Yli 464	3,84			

Antibioottihoidon kustannuksena käytettiin Toivakan (2006) laskemaa utareterveyshoidon hintaa, 184 €. Lisäksi hoitopäivää seuraavien 14 päivän maidon arvo oli 0 ja vielä kahtena seuraavana päivänä hinta oli rehuarvoa vastaava. Muun hoidon hinta oli 83 €.

Siemennyskustannuksena käytettiin 25,7 € siemennyskertaa kohden (Toivakka 2006). Siemennysten määrä eri poikimaväleillä laskettiin samasta aineistosta kuin sairausriskit. Poistetuilta lehmillä laskettiin poistoajankohtaluokittain, mikä osuus niistä oli siemennetty, ja siemennetyiltä lehmillä siemennysten määrät. Hiehoilla siemennysten määrä oli 1,56 poikimista kohti. Siemennyskustannus kohdennettiin poikiville lehmillä 280 päivää ennen poikimapäivää. Poistetuilla lehmillä määrättiin satunnaisluvulla ja siemennettyjen osuuden keskiarvolla, oliko lehmä siemennetty vai ei. Siemennyskustannus kohdennettiin kolmessa ensimmäisessä poistoajankohtaluokassa sen ensimmäiselle päivälle (31, 61 ja 91 päivää poikimisesta), muilla 120 päivää poikimisesta. Siemennysten lukumäärät on koottu taulukkoon 5.

Työkustannusten laskentaa muutettiin Toivakan (2006) laskennasta siten, että lypsylehmän työkustannus, 3,21 € päivässä, eriteltiin lypsyssä ja ummessa oleville lehmillä. Rakennus- tai konekustannuksia ei tässä mallissa käytetty, mutta ne on yksinkertaista lisätä malliin. Lopulliset päivittäiset tulot summattiin laskemalla yhteen maito-, vasikka- ja teurastulot. Päivittäiset kustannukset saatiin rehu-, siemennys-, työ- ja eläinlääkintäkustannusten summana ja lopullinen taloudellinen tulos tulojen ja kustannusten erotuksena. Päivittäisestä aineistosta voidaan edelleen summata koko simulaatioajankohdan tuotot, kustannukset ja halutut muut tekijät valitun luokittelutekijän perusteella.

Edellä esitetyn mukaisesti laskettuna tyypillisen, 2,7 vuoden tuotantoajan saavuttaneen lehmän elinikäinen tulos elinpäivää kohti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Taloudellinen tulos elinpäivää kohti.

4 Esimerkkejä mallin käyttömahdollisuuksista

Maidontuotannossa tyypillinen ongelmia on, kannattaako tiettyä, karjan keskimääräisen tuotostason alittavaa lehmää pitää karjassa vai korvata se uudella. Poikimakerran vaikutus on tässä keskeistä, koska poistosyyselvityksen (Nousiainen 2006) mukaan poikimakerralla on poiston todennäköisyyttä lisäävä vaikutus seuraavan lypsykauden aikana. Myös selvästi normaalia enemmän siirtynyt poikimaväli voi asettaa maidontuottajan valinnan eteen samoin kuin luominen, jonka seurauksena lehmän heruminen jää kyseisenä lypsykautena selvästi normaalia alemmaksi, mutta jonka vaikutus ei toistu seuraavan poikimisen jälkeen. Esimerkiksi näissä tilanteissa poistopäätösmallista voi olla apua ongelman vaikutusten hahmottamisessa. Päätöksen selkiyttämiseksi maidontuottajan on mietittävä myös vaihtoehdot poistolle ja otettava nämä toimintatavat mukaan analyysin.

4.1 Eri tuotostasojen ja poikimakertojen vertailu

Tuotostason ja poikimakerran vaikutusta voidaan havainnollistaa seuraavasti. Oletetaan, että karjassa on poikimassa kahden kuukauden kuluttua 9 lehmää, joista yksi kolmannes ensimmäisen, toinen kolmannen ja kolmas viidennen kerran. Lehmäpaikkoja ei ole riittävästi, joten on päätettävä, mistä lehmistä luovutaan.

Lehmien tuotostasot ovat matala, keskimääräinen ja korkea. Tasoerot ($\pm 15\%$) ovat seurausta perinnöllisestä tuotoskyvystä. Koska yleisen umpeenpanoehdon, 55 päivää ennen poikimista, lisäksi umpeenmenolle asetettiin raja 8 kg maitoa päivässä, lopullinen tuotosero on perinnöllistä eroa suurempi: matalan ryhmän tuotokset ovat 0,76- ja korkean ryhmän tuotokset 1,24-kertaiset keskitasoon verrattuna (Taulukko 2).

Kaikkien lehmien todennäköinen jäljellä oleva tuotantoikä laskettiin käyttäen 25, 35, ja 45 %: n vuotuisen uudistuksen tasoa. Lehmien poistoriskeihin vaikuttaa vain ennalta määrätty uudis-

tuksen osuus ja tuotostason ei oleteta vaikuttavan lehmien poikimaväleihin eikä sairausris-keihin. Keskimääräinen poikimaväli on 395 päivää ja aika poikimisesta poistoon keskimää-
rin 220 päivää. Lehmien syntymäpäivä, simulaatiota edeltävä poikimapäivä ja ensimmäinen
simulaation aikainen poikimapäivä on määrätty etukäteen, muut päivämäärät ovat simulaa-
tion laskemia.

Ensimmäisessä tarkasteluvaihtoehdossa laskettiin kaikkien lehmien jäljellä olevan tuotan-
toian tuotot ja kustannukset eri uudistusnopeuksilla ja 200 toistolla, jolloin saatiin selville
taloudellisen tuloksen vaihtelu. Vaihtelun kuvaamiseksi tuloksesta (tuotot – kustannukset)
laskettiin viiden ja 95 prosentin persentiilit, jotka kertovat millä välillä tulos tulee olemaan
90 % todennäköisyydellä. Jäljellä olevan käyttöiän keskimääräinen pituus ja sen aikana tuo-
tetun energiakorjatun maidon määrä sekä taloudellinen tulos on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Tuotostaso-poikimakertavaikutusvertailu, ei uudistusta.

Uudistus- %	Alkupoikima- kerta	Tuotos- taso	Tuotanto- ikä jälj.	EKM jälj.	Tulos jälj.	Tulos5 jälj.	Tulos95 jälj.
25	0	Matala	4,1	23 305	2 174	432	3 630
35	0	Matala	2,8	16 955	1 604	74	3 325
45	0	Matala	2,2	13 850	1 341	62	3 252
25	0	Keski	4,2	29 839	4 051	862	6 384
35	0	Keski	3,0	22 791	3 169	549	6 130
45	0	Keski	2,3	18 173	2 497	299	5 604
25	0	Korkea	4,2	35 203	5 835	1 013	9 124
35	0	Korkea	2,8	25 206	4 151	523	8 740
45	0	Korkea	2,2	20 290	3 371	169	8 393
25	2	Matala	2,9	18 198	1 875	391	3 441
35	2	Matala	2,2	13 978	1 461	170	3 108
45	2	Matala	1,8	11 657	1 282	48	2 870
25	2	Keski	2,9	23 801	3 404	924	6 151
35	2	Keski	2,1	17 970	2 623	627	6 034
45	2	Keski	1,8	15 288	2 225	239	5 385
25	2	Korkea	2,9	28 500	4 886	1 093	9 266
35	2	Korkea	2,1	21 562	3 734	222	8 605
45	2	Korkea	1,8	18 366	3 201	283	7 919
25	4	Matala	2,0	12 818	1 282	65	2 832
35	4	Matala	1,7	10 636	1 130	13	2 622
45	4	Matala	1,4	8 894	980	-24	2 208
25	4	Keski	2,2	18 578	2 596	200	5 473
35	4	Keski	1,8	14 841	2 177	52	4 988
45	4	Keski	1,5	12 426	1 855	-152	4 317
25	4	Korkea	2,4	24 153	4 042	287	8 475
35	4	Korkea	1,8	18 109	3 184	215	7 818
45	4	Korkea	1,5	15 206	2 674	202	6 488

Tuotantoikä jälj. = Jäljellä oleva tuotantoikä, vuotta.

EKM_jälj = jäljellä olevan tuotantoian energiakorjattu maitotuotos, kg.

Tulos_jälj= jäljellä olevan käyttöiän taloudellinen tulos, €.

Tulos5 jälj. ja tulos95 jälj.= tulosjakauman alin ja ylin 5 %.

Sekä uudistuksella että lähtöpoikimakerralla on selkeä vaikutus jäljellä olevaan käyttöikään. Sen pitäisi olla samansuuruinen eri tuotostasoluokissa, mutta huolimatta 200 toistosta vaihtelua esiintyy. Tuotostaso on hyvin hallitseva tekijä, ja suurin energiakorjatun maidon määrä ja taloudellinen tulos on odotettavissa yhdistelmästä 25 %:n uudistus, lähtöpoikimakertanolla (ensikko) ja korkea tuotostaso. Matalin tulos saadaan yhdistelmällä 45 %:n uudistus, lähtöpoikimakerta neljä (viidennen kerran poikiva) ja matala tuotostaso.

Oletetaan, että lehmä poistetaan ennen viiden vuoden tarkasteluikä ja sen tilalle poikii poistopäivää seuraavana päivänä ensikko, jonka suhteellinen tuotostaso on sama kuin poistetun lehmän, mutta tuotostasossa on otettu huomioon perinnöllinen edistyminen. Ensikon oletetaan olevan kasvatettu omassa karjassa ja kasvatuskulujen arvioimiseksi sen kaikki karjasaolopäivät otetaan mukaan laskentaan ensimmäisestä elinpäivästä lähtien. Taulukossa 7 on koottuna vuosittaiset EKM-tuotokset ja keskimääräinen taloudellinen tulos ryhmittäin.

Taulukko 7. Tuotostaso-poikimakertavaikutusvertailu, uudistus, viiden vuoden tarkastelu.

Uudistus-%	Alkupoikimakerta	Tuotostaso	EKM kg / vuosi	Tulos, €/vuosi	Tulos5 €/vuosi	Tulos95 €/vuosi
25	0	Matala	6 738	441	179	734
35	0	Matala	6 775	307	-50	617
45	0	Matala	6 778	203	-193	564
25	0	Keski	8 517	979	586	1 240
35	0	Keski	8 478	858	421	1 175
45	0	Keski	8 453	731	223	1 104
25	0	Korkea	10 149	1 492	1 114	1 840
35	0	Korkea	10 092	1 336	910	1 693
45	0	Korkea	10 089	1 212	732	1 721
25	2	Matala	6 887	417	154	678
35	2	Matala	6 900	310	-68	622
45	2	Matala	6 970	195	-259	549
25	2	Keski	8 747	945	595	1 204
35	2	Keski	8 747	851	451	1 190
45	2	Keski	8 732	742	319	1 126
25	2	Korkea	10 509	1 499	1 103	1 755
35	2	Korkea	10 471	1 399	1 011	1 756
45	2	Korkea	10 461	1 307	882	1 670
25	4	Matala	6 838	362	51	596
35	4	Matala	6 869	286	-90	578
45	4	Matala	6 906	196	-166	503
25	4	Keski	8 678	888	516	1 142
35	4	Keski	8 711	811	430	1 107
45	4	Keski	8 717	722	319	1 091
25	4	Korkea	10 470	1 457	1 124	1 718
35	4	Korkea	10 444	1 361	950	1 686
45	4	Korkea	10 444	1 256	821	1 640

Myös tässä tilanteessa tuotostason vaikutus on hyvin hallitseva sekä EKM-tuotoksessa että taloudellisessa tuloksessa. Kuitenkin 90 %:n sisällä olevasta vaihtelusta voidaan nähdä, että taloudelliset tulokset menevät osittain päällekkäin, kun verrataan esimerkiksi saman alkupoikimakerran ja uudistuksen tason keskimääräistä ja korkeaa tuotostasoa. Uudistuksen osuuden lisääminen yhdellä prosenttiyksiköllä alentaa taloudellista tulosta 10,7 euroa. Alkupoikimakerran nousu pienentää muutosta arvojen ollessa 12,7, 10,2 ja 8,9 € prosenttiyksikköä kohden.

EKM-tuotokseen uudistuksen osuuden vaikutus on olematon ja alkupoikimakerran pieni. Sen sijaan alkupoikimakerran ja taloudellisen tuloksen yhteyksiin vaikuttavat myös uudistuksen osuus ja tuotostaso. Kun tuotostaso on matala, 25 % uudistuksella alkupoikimakerran nousulla on laskeva vaikutus tulokseen. Kun uudistus on 35 %, lähtöpoikimakerrat 0 ja 2 ovat samansuuruisia ja 4 hieman alempi, kun taas 45 % uudistuksella kaikki lähtöpoikimakerrat ovat hyvin samansuuruisia taloudellisen tuloksen suhteen. Keskimääräisellä tuotostasolla ja 25 % uudistuksella lähtöpoikimakerran nousulla oli tulosta alentava vaikutus, joka näkyi lievempänä 35 % uudistuksen osuudella, kun taas 45 % uudistuksella lähtöpoikimakerta 2:n taloudellinen tulos oli hieman muita parempi. Kun tuotostaso oli korkea, lähtöpoikimakerta 2:n taloudellinen tulos oli paras, tosin 25 % uudistuksella ero 0- alkupoikimakertaan oli vain 7 €.

Tässä esimerkissä perinnöllisen tuotostason vaikutus on niin voimakas, että uudistuksen osuudesta tai poikimakerrasta huolimatta odotettavissa olevalta tulokseltaan heikoimmat lehmät ovat matalan tuotostason ryhmässä. Ne olisi kannattanut jättää siementämättä. Jos ylimääräisiä lehmäpaikkoja olisi, heikoimmista lehmistä kannattaisi pitää yksi ja myydä kaksi. Täten olisi vältettävissä tilanne, että poikimisista 108 päivän kuluessa karjassa olisi yksi lehmäpaikka vajaa. Simulaatioiden mukaan alkuperäisistä lehmistä on tällöin poistettu 7,6, 11,2 ja 14,3 %, kun uudistuksen osuudet ovat 25, 35, tai 45 %.

4.2 Ylipitkän poikimavälin vaikutukset

Lehmän poikimaväli voi siirtyä huomattavasti, jos se luo tiineyden esimerkiksi 120 tiineyspäivän jälkeen. Esimerkkilaskelmissa uusi tiinehtyminen onnistuu kaikilla lähtöpoikimakerroilla (0, 2 tai 4) 42 päivän kuluttua, joten ensimmäinen poikimaikä tai poikimaväli siirtyy 162 päivällä alkuperäisestä. Vertailuryhmänä käytetään vastaavia lemiä, jotka poikivat normaalin poikimavälin jälkeen. Luomista lukuun ottamatta muissa tapahtumissa ei ole eroja ryhmien välillä. Tulevat poikimiset ja poisto ennustetaan samoin kuin luvun 4.1 esimerkissä.

Taulukko 8. Poikimavälin siirtyminen, 2,5 vuoden tarkastelu.

Siirtymä	Alkupoikima- kerta	Tuotostaso	EKM, kg/vuosi	Tulos, €/vuosi	Tulos5, €/vuosi	Tulos95, €/vuosi
Ei	0	Matala	5 312	161	-410	419
On	0	Matala	4 114	-17	-460	252
Ei	0	Keski	6 507	555	41	815
On	0	Keski	4 993	324	-159	543
Ei	0	Korkea	7 659	930	361	1 208
On	0	Korkea	5 829	545	-17	818
Ei	2	Matala	6 783	344	-174	726
On	2	Matala	5 656	143	-384	494
Ei	2	Keski	8 715	878	287	1 322
On	2	Keski	7 534	621	129	1 015
Ei	2	Korkea	10 521	1 470	843	1 914
On	2	Korkea	9 391	1 129	490	1 536
Ei	4	Matala	6 720	288	-180	678
On	4	Matala	5 590	58	-423	446
Ei	4	Keski	8 682	795	247	1 239
On	4	Keski	7 516	554	1	932
Ei	4	Korkea	10 569	1 451	835	1 922
On	4	Korkea	9 402	1 034	444	1 532

Kun tarkastelu tehdään 2,5 vuoden ajalta (Taulukko 8), poikimisen siirtymisellä on suurin vaikutus ennen ensikkopoikimista tapahtuneena, koska maitotuotto jää saamatta yli viiden kuukauden ajalta, lypsyssä olevat toista ja neljättä kertaa poikineet lehmät lypsävät pidettyneen lypsykauden aikana sen verran kauemmin, että ero jää pienemmäksi. Tuotostason nousu lisää eron suuruutta 203 eurosta 381 euroon. Vain matalan tuotostason hiehon (0- lähtöpoikimakerta) poikimisen siirtyminen johtaa keskimäärin taloudelliseen tappioon.

Pidemmällä aikavälillä erot siirtyneiden ja siirtymättömien poikimisten välillä tasoittuvat, jos seuraavien poikimisten sekä uudistuseläinten poikimisten oletetaan olevan normaaleja. Siirtyneen poikimavälin vaikutuksia tarkasteltaessa on muistettava, että taloudellisen tuloksen laskeminen ei aina ole näin suoraviivaista. Jos pitkään ummessa olevan lehmän käyttämä rehu on esimerkiksi muuten kompostoitavaksi joutuvaa säilörehua, erot normaalin poikimavälin lehmään verrattuna pienenevät.

4.3 Tilapäinen matala heruminen

Kolmas mahdollinen päätöksentekoa vaativa tilanne on se, että lehmä poikii ennenaikaisesti pian sen jälkeen, kun se on laitettu umpeen ja tämän seurauksena heruminen ja seuraavan lypsykauden tuotos jäävät vajaaksi. Esimerkissä tämä tapahtuu 20 päivää ennen odotettua poikimista ja vertailuryhmänä ovat normaalisti poikineet lehmät. Tarkastelu tehdään 2,5 vuoden ajalta, lähtöpäivänä ennenaikaisen poikimisen päivämäärä. Muuten kaikki lasketaan kuten luvun 4.2 esimerkissä. Tulokset 2,5 vuoden simulaatiosta on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Ennenaikainen poikiminen, 2,5 vuoden tarkastelu.

Ennenaikaisuus	Alkupoiki- makerta	Tuotos- taso	EKM, kg/vuosi	Tulos, €/vuosi	Tulos5, €/vuosi	Tulos95, €/vuosi
Ei	0	Matala	6 775	429	-67	766
On	0	Matala	6 043	247	-246	569
Ei	0	Keski	8 454	945	489	1 290
On	0	Keski	7 765	724	201	1 100
Ei	0	Korkea	9 934	1 454	941	1 814
On	0	Korkea	9 410	1 229	649	1 624
Ei	2	Matala	7 101	486	-57	875
On	2	Matala	6 177	243	-287	656
Ei	2	Keski	9 117	1 105	511	1 500
On	2	Keski	8 158	780	307	1 236
Ei	2	Korkea	10 982	1 625	1 053	2 062
On	2	Korkea	10 139	1 397	819	1 880
Ei	4	Matala	6 998	400	-165	808
On	4	Matala	6 026	187	-220	563
Ei	4	Keski	8 994	940	340	1 383
On	4	Keski	8 033	669	93	1 157
Ei	4	Korkea	10 934	1 559	995	2 003
On	4	Korkea	9 960	1 278	687	1 738

Verrattuna normaaliin poikimiseen, ennenaikainen poikiminen alensi tuotosta keskimäärin 842 kg kahden ja puolen vuoden aikana. Pudotus oli suurin lähtöpoikimakerrolla neljä. Taloudellisen tuloksen alennus oli keskimäärin 243 euroa, ja se oli suurin lähtöpoikimakerrolla kaksi.

5 Johtopäätökset

Kehitetty simulointimalli mahdollistaa hyvin erilaisten lypsylehmien kestävyys- ja poistopäätöksiin liittyvien tarkastelujen tekemisen. Käyttäjä voi määrittellä haluamansa tarkastelun lähtöoletukset, jotka voivat olla esimerkitapauksia monimutkaisempia.

Malliin on lisättävissä useita laajemman tarkastelun mahdollistavia tekijöitä. Maidon ja rehun hinnoittelussa voidaan käyttää kausivaihtelua vakiohintojen sijasta. Korkea- ja matalatuottoisille lehmille voidaan laittaa koostumukseltaan tai hinnaltaan erilainen ruokinta. Jalostusarvoltaan eritasoisille lehmille voidaan käyttää valio-, nuor- ja liharotusonneja, jotka vaikuttavat siemennyskustannuksiin ja vasikoista saataviin tuloihin. Rakennuskustannusten lisääminen on perusteltua sellaisissa tilanteissa, joissa esimerkiksi nuorkarjapaikkoja olisi rakennettava lisää.

Mallia edelleen kehitettäessä siihen on lisättävä vasikkakuolleisuus poikimakerroittain sekä sen vaikutukset uudistuseläinten tarpeeseen. Toinen tärkeä lisättävä tekijä on sairauksien aiheuttamat maidontuotannon alenemiset, joita on selvittänyt esimerkiksi Gröhn ym. (2003).

Laskentaesimerkkien yli 20 %:n tuotoserot olivat niin hallitsevia, että poikimakerran ja uudistusnopeuden vaikutukset jäivät niiden varjoon, koska tuotostason nosto yhdellä luokalla lisäsi vuotuisia tuloja noin 500 €. Uudistuksen osuuden nousu yhdellä prosenttiyksiköllä alensi tuloja noin 10 € vuotta kohti. Lähtöpoikimakerran vaikutus on monimutkaisempi, koska se on yhteydessä myös uudistusprosenttiin ja tuotostasoon. Uudistuksen osuuden ja lähtöpoikimakerran vaikutus tuotettuun maitomäärään on pieni.

Poikimisen siirtyminen 120 päivällä alentaa taloudellista tulosta 200–380 € vuotta kohti 2,5 vuoden tarkastelujaksona. Vain matalan tuotostason ensikoilla tulos kääntyi siirtymän seurauksena miinusmerkkiseksi. Jos lehmän tuotos tilapäisesti yhdellä lypsykaudella jää 20 prosenttiyksikköä odotettua alhaisemmaksi, taloudellinen tulos alenee 2,5 vuoden tarkastelujaksona keskimäärin 243 euroa vuodessa. Kaikkien tarkasteluryhmien taloudellinen tulos pysyi kuitenkin positiivisena.

Kirjallisuus

- Congleton, W.R. 1984. Dynamic model for combined simulation of dairy management strategies. *J. Dairy Sci.* 67: 644-660.
- Dürr, J.W., Monardes, H.G., Cue, R.I. & Philpot, J.C. 1997. Culling in Quebec Holstein Herds. 1. Study of phenotypic trends in herd life. *Can.J. Anim. Sci.* 77: 593-600.
- Gröhn, Y.T., Rajala-Schultz, P.J., Allore, H.G., DeLorenzo, M.A., Hertl, J.A. & Galligan, D.T. 2003. Optimizing replacement of dairy cows: modelling the effects of diseases. *Prev. Vet. Med.* 61: 27-43.
- Jalvingh, A.W. 1992. The possible role of existing models in on-farm decision support in dairy cattle and swine production. *Livest. Prod. Sci.* 31: 351-365.
- MMM 2006. Tietokappale 1/2006
- MTT 2004. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkajulkaisu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Julkaistu 30.6.2004. Viitattu 9.2.2006. Saatavissa internetissä: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>. URN:NBN:fi-fe20041449.
- Nousiainen, J.I. 2006. Lypsylehmien poiston syyt. *MTT:n selvityksiä* 112:9-26.
- Nousiainen, J.I., Jauhiainen, L. & Huhtanen, P. 2006. Lypsylehmien kestävyysvaikutukset maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön. Teoksessa: *Maataloustieteen Päivät 2006* [verkkajulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisu no 21. Toim. Anneli Hopponen. Viitattu 9.2.2006. Julkaistu 9.1.2006. Saatavissa Internetissä: <http://www.smts.fi/esit06/0403.pdf>. ISBN 951-9041-49-4.
- Perotto, D., Cue, R.I. & Lee, A.J. 1992. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 72: 773-782.
- Stewart, H.M., Burnside, E.B., Wilton, J.W. & Pfeiffer, W.C. 1977. A dynamic programming approach to culling decisions in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 60: 602-617.
- Sørensen, J.T., Kristensen, E.S. & Thysen, I. 1992. A stochastic model simulating the dairy herd on a PC. *Agric. Syst.* 39:177-200.
- Toivakka, M. 2006. Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotannon taloudelliset arvot. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisu no 79. Pro gradu-työ. 48 s.
- Van Arendonk, J.A.M. 1988. Management guides for insemination and replacement decisions. *J. Dairy Sci.* 71:1050-1057.

Dynaaminen karjamalli uudistuseläinten tarpeen laskentaan

Pekka Huhtanen ja Jouni Nousiainen

1 Johdanto

Nuorkarjan määrä ja sen tilantarve riippuvat pääasiassa karjan uudistusnopeudesta. Lisäksi nuorkarjan tarpeeseen vaikuttavat muun muassa vasikkakuolleisuus ja hiehojen tiinehtymättömyys. Kun poikimiset yleensä ajoittuvat epätasaisesti, uudistukseen tarvittavan nuorkarjan määrän oikea mitoitus on vaikeaa. Käytännössä uudistus turvataan kasvattamalla hiehoja enemmän kuin todellinen tarve vaatisi ja vanhempia lehmiä joudutaan poistamaan ennen niiden taloudellisen käyttöiän päättymistä. Näin voi muodostua ns. hiehoautomaatti. Hiehon kasvatuskustannus on kuitenkin varsin suuri (Juntti & Heikkilä 2006) ja se muodostaa merkittävän osan maidon tuotantokustannuksista. Toisaalta todelliseen uudistustarpeeseen nähden liian nopea uudistus vähentää liharotusiemennysten käyttöä ja tätä kautta naudanlihan tuotantopotentiaalia koko maassa. Myös lypsykarjan perinnöllisen edistymisen kannalta olisi eduksi, jos karjan huonoimmat lehmät siemennettäisiin liharoduilla.

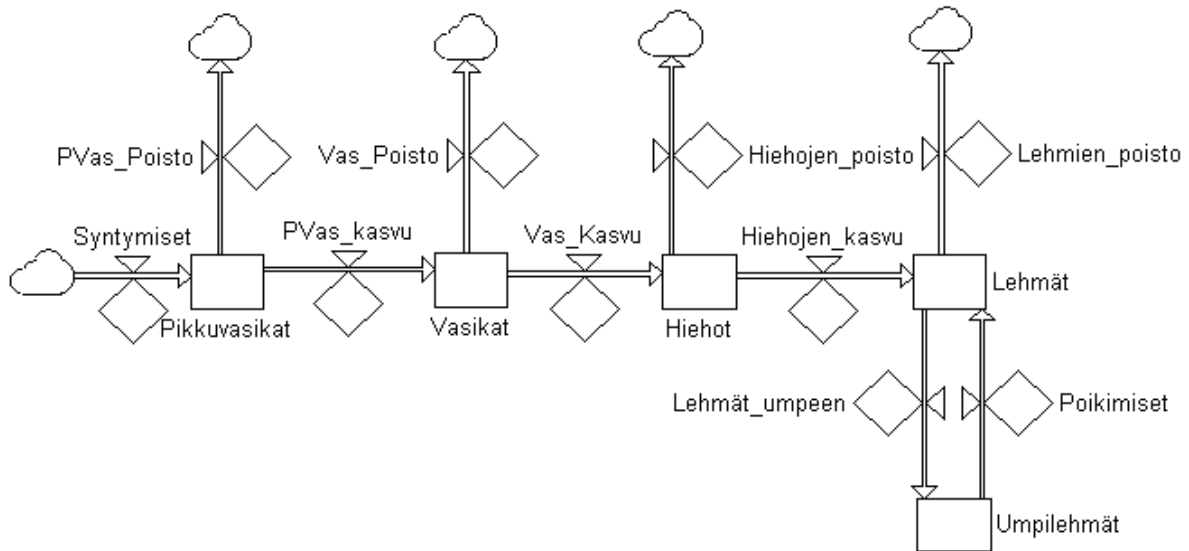
Tämän osatutkimuksen tavoitteena oli kehittää dynaaminen karjamalli, jonka avulla voidaan laskea uudistukseen tarvittavan nuorkarjan (pikkuvasikat, vasikat, hiehot) määrä uudistusnopeuden ja muiden uudistustarpeeseen vaikuttavien mallin parametrien vaihdellessa. Toinen tavoite oli ratkaista potentiaalinen liharotusiemennysten määrä uudistusparametrien vaihdellessa. Tämän hankkeen tavoitteiden lisäksi mallia suunniteltaessa otettiin huomioon sen käyttömahdollisuudet maitotilan ravinnekiertomallissa laskemaan uudistuseläinten määrä ja niiden ravinnontarpeet.

2 Mallin kuvaus

Yksinkertaistettu dynaamisen karjamallin virtauskuvio on esitetty kuvassa 1. Eläinryhmien (poolien) muutokset on kuvattu differentiaaliyhtälöiden avulla, josta esimerkkinä pikkuvasikoiden (PVas) määrä:

$$dt/dx PVas = Syntymiset - PVas_{Poisto} - PVas_{Kasvu}.$$

Pikkuvasikoiden poisto saadaan vasikkakuolemien ja myyntien summana. Nuorkarjan viipymisaika eri osastoissa on vapaasti määritettävissä. Perusmallissa pikkuvasikat ja vasikat viipyvät osastoissaan yhteensä 365 päivää ajan ollessa vapaasti jaettavissa poolien välillä. Hieho-osastossa eläimet viipyvät 365 pv eli lehmät poikivat kahden vuoden ikäisenä. Syntyvät sonnivasikat myydään ternivasikkana välitykseen. Vasikkakuolleisuus on mallin parametri, joka on vapaasti muutettavissa. Pikkuvasikoiden (lehmävasikat) myyntiä säätelee tavoitelehmäluku eli ne lehmävasikat, joita ei tarvita uudistukseen, myydään pikkuvasik-



Kuva 1. Yksinkertaistettu dynaamisen karjamallin virtauskuvio.

kana. Eläimiä voi poistua systeemistä vasikoiden ja hiehojen myynnin tuloksena. Lehmien poisto tapahtuu kahdessa vaiheessa. Osa lehmistä poistetaan heti lypsykauden alussa lähinnä poikimisesta ja alkavaan maidontuotantoon liittyvistä syistä ja osa poistetaan lypsykauden loppupuolella esimerkiksi hedelmättömyyden vuoksi. Käytännössä poistoajoissa on hajontaa, mutta simulointien lopputulokseen hajonta ei oleellisesti vaikuta (hajonta ei vaikuta eläinpäivien määriin poolissa). Lypsävät lehmät siirtyvät ummessa olevien lehmien pooliin lypsykauden päättyessä. Lypsy- ja umpikauden pituus ovat säädeltävissä.

Simuloinnit tehtiin POWERSIM® ohjelmistolla. POWERSIM® ja Excel kommunikoivat keskenään, mikä mahdollistaa mallien parametrien antamisen Excelillä ja vastaavasti simulointien tulosten siirtymisen Exceliin. Simulointi-intervallina käytettiin 2 päivää ja simulointiaikana 30 vuotta. Tulokset laskettiin viimeisten 10 vuoden keskiarvona, jolloin malli on saavuttanut tasapainotilan.

3 Mallin parametrusointi ja simuloinnit

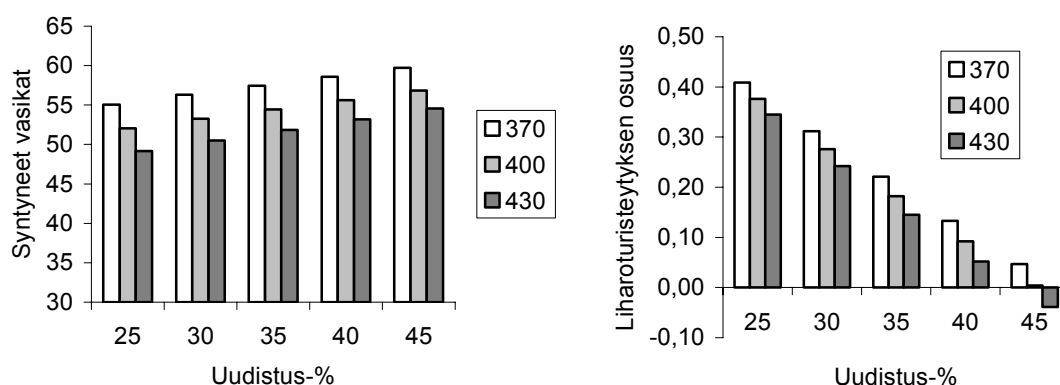
Eri lypsykausina poistettavien lehmien määrä laskettiin uudistusprosentin ja lypsykauden pituuden perusteella Nousiainen ym. (2006) laatimalla poistopäätösmallilla. Tässä mallissa uudistusprosentti määritettiin jakamalla luku 100 lehmän käyttöiällä. Käyttöikä laskettiin jakamalla lehmän karjassaolopäivät luvulla 365,25.

Mallissa kaikki lehmät poistetaan seitsemännen lypsykauden jälkeen, mikä hieman yliarvioi uudistuseläinten tarpeen lehmien keskimääräisen käyttöiän ollessa pitkä. Lehmien poisto mallinnettiin tapahtuvaksi kahdessa vaiheessa, keskimäärin 30 ja 268 päivää poikimisesta.

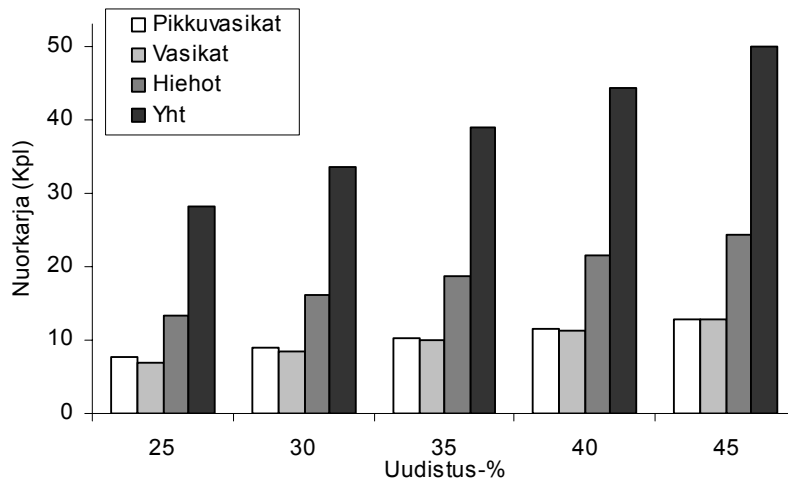
Uudistusnopeuden ja poikimisvälin vaikutukset nuorkarjapaikkojen tarpeeseen ja potentiaaliseseen liharotusiemennysten määrään simuloitiin käyttämällä uudistusnopeuksina 25, 30, 35, 40 ja 45 % sekä poikimisväleinä 370, 400 ja 430 päivää. Pikkuvasikkakuolleisuutena käytettiin 6 % ja hiehojen tiinehtymättömyytenä 10 %. Pikkuvasikkakuolleisuuden vaikutus simuloitiin käyttämällä kuolleisuutena 2, 4, 6, 8 ja 10 % ja vastaavasti hiehojen tiinehtymättömyytenä 5, 7,5, 10, 12,5 ja 15 %. Uudistusnopeus ja poikimisväli olivat näissä simuloinneissa 35 % ja 370 pv. Poikimisjaksotuksen vaikutukset eläinpaikkojen tarpeeseen simuloitiin käyttämällä uudistusnopeutena 35 %, poikimisvälinä 365 päivää ja poikimisjaksoina 365 ja 120 päivää sekä pikkuvasikka- ja vasikkakauden pituuksina 65 ja 300 päivää. Kaikissa simuloinneissa keskimääräinen tavoitelehmäluku oli 50 ja lehmävasikoiden osuudeksi oletettiin 48 % syntyneiden vasikoiden määrästä.

4 Tulokset

Uudistusnopeuden ja poikimisvälin vaikutukset syntyvien vasikoiden määrään ja liharotusiemennysten maksimiosuuteen on esitetty kuvassa 2. Uudistusnopeuden lisääntyessä syntyneiden vasikoiden määrä lisääntyy, koska ensikoiden osuus on suurempi ja niitä myös poistuu enemmän. Kun poikimisväli pidentyy päivällä, syntyneiden vasikoiden määrä vähenee 100 lehmän karjassa noin 0,2 vasikkaa. Uudistusnopeus ja poikimisväli vaikuttavat merkittävästi potentiaaliseen liharotusiemennysten määrään. Uudistusnopeuden vaikutus on suurempi, sillä uudistusprosentin noustessa prosenttiyksiköllä liharotusiemennysten potentiaalinen osuus vähenee noin 1,5 prosenttiyksikköä ja vastaavasti poikimisvälin pidentyminen päivällä vähentää liharotusiemennysten potentiaalia 0,11–0,14 prosenttiyksikköä uudistusnopeudesta riippuen. Uudistusprosentin ollessa 45 vasikoita syntyy 400 päivän poikimisvällä juuri riittävästi uudistukseen, mutta poikimisvälin ollessa 430 päivää tilalla syntyneet vasikat eivät riitä kattamaan uudistuksen tarpeita.



Kuva 2. Uudistusnopeuden ja poikimisvälin (370, 400 tai 430 pv) vaikutus syntyneiden vasikoiden määrään ja potentiaaliseen liharotusiemennysten osuuteen.

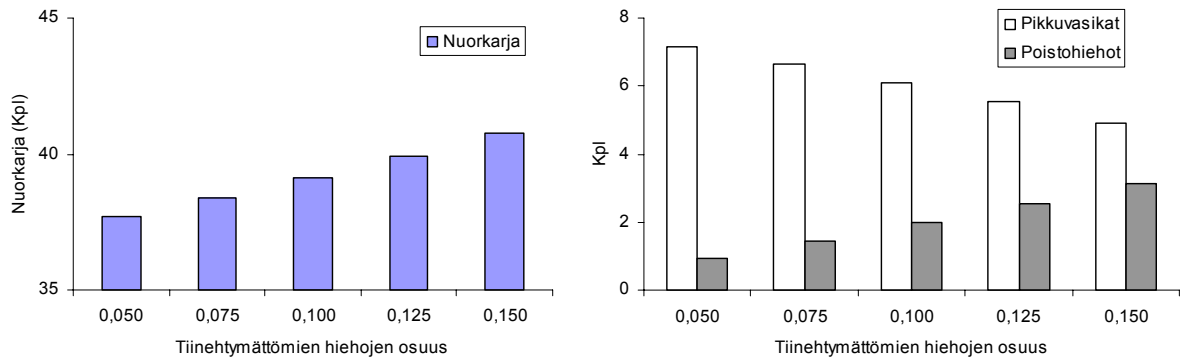


Kuva 3. Uudistusnopeuden vaikutus nuorkarjan tilantarpeeseen.

Koska poikimisväli ei oleellisesti vaikuttanut uudistukseen tarvittavan nuorkarjan määrään, tulokset esitetään kolmen poikimisvälin keskiarvona (Kuva 3). Lypsykarjan uudistukseen tarvittavan nuorkarjan määrä kasvaa merkittävästi uudistusnopeuden lisääntyessä. Pikkuvasikoiden ja vasikoiden keskimääräinen määrä riippuu siitä, minkä pituisen ajan eläimet ovat pikkuvasikka- ja vasikkaosastossa. Viidenkymmenen lehmän karjassa nuorkarjapaikkoja tarvitaan noin 1,1 kpl enemmän uudistusnopeuden lisääntyessä 1 prosenttiyksiköllä. Nopea uudistus lisää siten merkittävästi navetan investointikustannuksia tai vastaavasti vähentää tietyn kokoisen navetan maidontuotantopotentiaalia, koska suurempi osa tilasta joudutaan käyttämään nuorkarjalle.

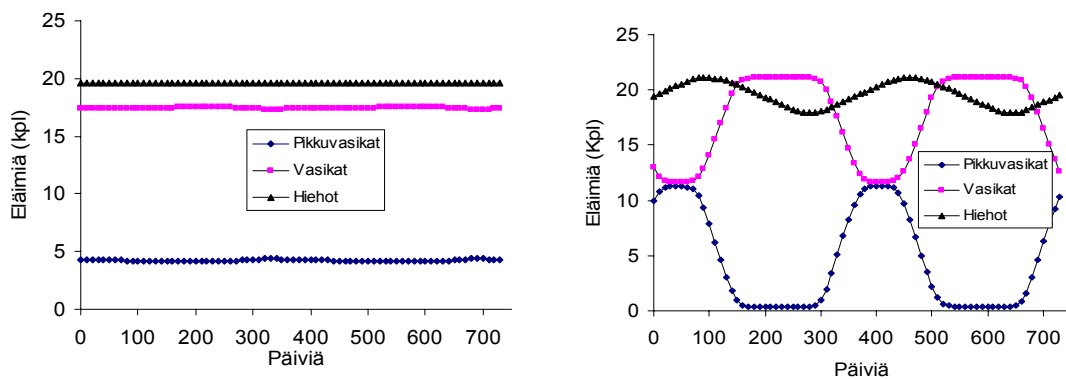
Vasikkakuolleisuuden lisääntyminen ei vaikuta nuorkarjan tilantarpeeseen, sillä vasikat kuolevat yleensä muutaman ensimmäisen elinpäivänsä aikana (mallin oletusarvo 10 päivää). Sen sijaan vasikkakuolleisuus vaikuttaa suoraan myytävissä olevien vasikoiden ja potentiaaliseen liharotusiemennysten määrään.

Tiinehtymättömyyden vuoksi poistettujen hiehojen osuuden noustessa 5:stä 15 %:iin nuorkarjan keskimääräinen määrä 50 lehmän karjassa kasvaa noin kolmella eläimellä (Kuva 4). Tiinehtymättömyyden vuoksi poistettujen hiehojen osuuden noustessa myytävien pikkuvasikoiden ja siten myös potentiaalisten liharotusiemennysten määrä vähentyy, mutta poistohiehojen määrä kasvaa vastaavasti.

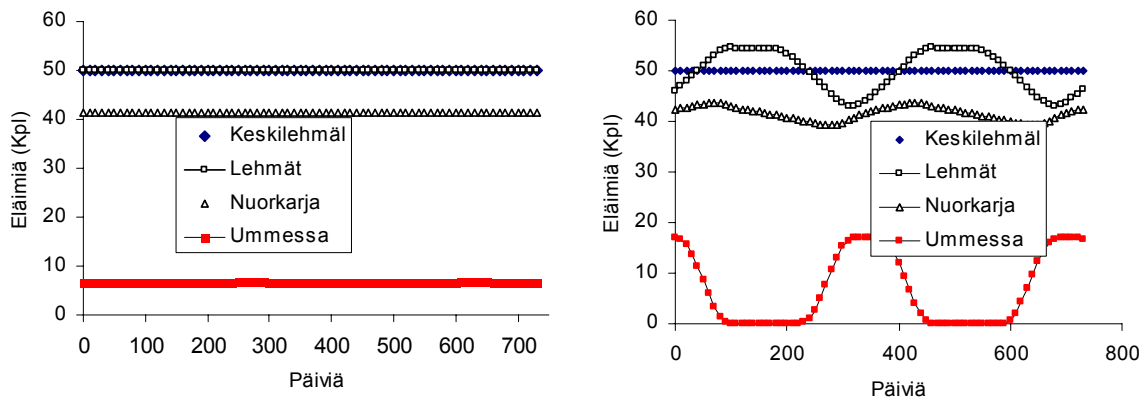


Kuva 4. Tiinehtymättömien hiehojen osuuden vaikutus nuorkarjan määrään (vasen) sekä pikkuvasikoiden ja poistohiehojen myyntiin 50 lehmän karjassa (uudistus 35 % ja poikimisväli 370 pv).

Tasainen ympärivuotinen poikiminen johtaa pienempään eläinpaikkojen määrään suhteessa vuoden keskimääräiseen lehmälukuun kuin poikimisen jaksottaminen lyhyemmälle ajalle (Kuva 5). Viidenkymmenen lehmän karjassa pikkuvasikkapaikkoja tarvitaan 120 päivän poimimisjaksolla hieman yli kaksinkertainen määrä verrattuna ympärivuotiseen poikimiseen. Vasikka- ja hiehopaikoissa ero on pienempi, koska eläimet viipyvät näissä osastoissa pitempään kuin pikkuvasikkaosastossa. Poikimisen jaksottaminen näkyy myös lehmämäärän ja erityisesti ummessa olevien lehmien määrän vaihtelun lisääntymisenä (Kuva 6). Lehmien poikiessa 120 päivän jaksossa lehmäpaikkoja tarvitaan maksimissaan noin 5 kpl enemmän kuin lehmien poikiessa tasaisesti ympäri vuoden. Vastaavasti ummessa olevien lehmien määrä on maksimissaan lähes kolminkertainen.



Kuva 5. Tasaisen ympärivuotisen poikimisen (vasen) ja 120 päivän poikimisjakson vaikutus nuorkarjaan määrään kahden vuoden ajanjaksona.



Kuva 6. Tasaisen ympärivuotisen poikimisen (vasen) ja 120 päivän poikimisjakson vaikutus keskipöytäluukuun, lehmien, nuorkarjan ja ummessa olevien lehmien määrään kahden vuoden ajanjaksona.

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Dynaamisen karjamallin avulla voidaan arvioida uudistukseen tarvittavan nuorkarjan määrä uudistusnopeuden ja poikimisvälin pituuden vaihdelta. Mallia voidaan käyttää myös potentiaalisen liharotusiemennysten määrän arviointiin. Käytännössä riittävän uudistuksen turvaamiseksi voidaan käyttää esimerkiksi 5 %:n varmuusmarginaalia. Nykyinen liharotusiemennysten määrä on selvästi pienempi kuin potentiaalinen maksimi eli nykyisellä varsin nopealla lypsykarjan uudistuksellakin olisi mahdollista lisätä liharotuisten sonnien käyttöä ja näin kasvattaa naudanlihan tuotantopotentiaalia.

Uudistusprosentin noustessa 25:stä 45:een uudistukseen tarvittavan nuorkarjan eläinpaikkatarve kasvaa lähes kaksinkertaiseksi, mikä ei voi olla vaikuttamatta maidontuotannon kustannuksiin. Vaihtoehtoisesti pinta-alaltaan samankokoisen navetan maidontuotantokapasiteetti lisääntyy uudistusnopeuden hidastuessa, koska suurempi osa pinta-alasta voidaan käyttää lehmäpaikkoihin nuorkarjan sijasta.

Tasainen poikiminen vähentää nuorkarjan ja myös lypsylehmien paikkatarvetta tavoiteltaessa tiettyä keskimääräistä lehmälukua. Poikimisen jaksottaminen lyhyelle ajanjaksolle pienentää esimerkiksi syyspoikivien runsaammasta tuotoksesta ja maidon paremmasta hinnasta saatavaa etua suuremman rakennuskustannuksen vuoksi.

Kehitettyä mallia voidaan käyttää hyväksi sekä maidontuotannossa uudistukseen tarvittavan nuorkarjan määrän laskemiseksi että rakennussuunnittelussa nuorkarjatilan optimoimiseksi. Näin voidaan laskea lehmäpaikan hinta eri uudistusnopeuksilla ja siten ottaa todelliset uudistuskustannukset ja erityisesti uudistusnopeuden vaihtelun vaikutukset huomioon tuotantoon laajentavilla tiloilla.

Tässä hankkeessa kehitetty dynaaminen karjan uudistusmalli on osa maitotilan ravinnekierromallia, jossa sen avulla erilaisen uudistusnopeuden vaikutus maidontuotannon ravinneylijäämiin ja ympäristökuormitukseen voidaan ottaa huomioon. Lehmien käyttöiän pidentäminen on yksi merkittävimmistä keinoista vähentää maitotilan ympäristökuormitusta.

Mallin käyttö on kohtuullisen yksinkertaista ja neuvojat voivat käyttää sitä omalla tietokoneellaan. Teknisesti mallista on mahdollista tehdä internet-sovellus.

Kirjallisuus

Juntti, L. & Heikkilä, A-M. 2006. Uudistushiehon tuotantokustannus. MTT:n selvityksiä 112: 48-51.

Nousiainen, J., Jauhiainen, L., Toivakka, M. & Huhtanen, P. 2006. Simulointimalli poistopäätöksen apuvälineeksi. MTT:n selvityksiä 112: 27-40.

Uudistushiehon tuotantokustannus

Lauri Juntti ja Anna-Maija Heikkilä

1 Johdanto

Lypsylehmien nykyinen vajaan kolmen vuoden tuotantoikä merkitsee sitä, että vuosittain uudistetaan runsas kolmannes karjan lehmistä. Toisin sanoen, lypsylehmän vuotuiseksi uudistuskustannukseksi kohdistuu runsas kolmannes yhden hiehon kasvatus- tai hankintakustannuksista. Uudistuskustannus on rehukustannuksen jälkeen suurin yksittäinen kustannuserä maidontuotannon muuttuvissa kustannuksissa (ProAgria 2005). Uudistuskustannuksen suuruus riippuu sekä uudistusprosentista että uudistuseläimen hinnasta. Tässä artikkelissa tarkastellaan näistä jälkimmäistä eli poikivan hiehon kasvatuksesta aiheutuvaa kustannusta.

2 Hiehon tuotantokustannuksen määrittäminen

Hiehon tuotantokustannuslaskelma perustuu muuttuvien kustannusten osalta pääasiassa ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisemaan mallilaskelmaan (ProAgria MKL 2005). Työ- ja pääomakustannukset määritettiin tässä tutkimuksessa kasvatusajan ja tilakoon mukaan. Laskelma laadittiin 21, 23, 25 ja 27 kuukauden kasvatusajalle sekä 16, 32, 64 ja 128 lehmän tilakokoluokille. Laskelmien lähtökohtana on uudistukseen tarvittavien hiehojen kasvatus lypsykarjan ohessa. Hinnat ovat vuoden 2005 hintatasossa.

Hiehonkasvatukseen kohdistuvat rakennus- ja konekustannukset määritettiin maa- ja metsätalousministeriön määrittelemien rakennusten ja rakennustilojen yksikkökustannusten, RMO, mukaisesti (MMM 2000). Nuoren karjan tilantarve mitoitettiin vastaamaan 30 prosentin uudistusnopeutta. Laskelman navettatyyppi on 16 lehmän karjassa parsinavetta, muissa karjakokoluokissa lämmin pihatto. Säilörehu varastoidaan laakasiiloihin ja lannanpoisto tapahtuu lietelantajärjestelmän kautta. Poistokustannus laskettiin tasapoistona olettaen rakennusten kestoikäksi 25 vuotta ja koneiden 15 vuotta. Viiden prosentin korkovaatimus laskettiin puolelle pääomasta. Investointituki otettiin huomioon alentamalla rakennuspääoman määrää 80 prosenttiin RMO:n mukaisista rakennuskustannuksista.

Työnmenekki johdettiin Alakruuvien (1996) ja Karttusen (2004) määrittämien työnmenekkilukujen avulla siten, että työmenetelmät vastasivat pääomakustannusten laskennassa käytetyn navettarakennuksen tyyppiä. Sisäruokintakauden työnmenekin määrittämisessä pienin navetta oletettiin käsityövaltaiseksi parsinavetaksi, 32 lehmän navetta käsityövaltaiseksi pihatoksi ja kaksi suurinta koneellistetuiksi pihatoiksi. Työmenetelmät on eritelty Karttusen (2004) laatimissa esimerkkilaskelmissa. Työtunti hinnoiteltiin samoin kuin viljelijäperheen työtunti kannattavuuskirjanpidossa. Vuonna 2005 työtunnin hinta oli 12,30 €.

3 Hiehon tuotantokustannus

Hiehon tuotantokustannus vaihtelee kasvatusajan ja karjakoon mukaan vajaasta 1400 eurosta runsaaseen 2000 euroon (Taulukko 1). Muuttuvat kustannukset eripituisilla kasvatusajoilla ovat suunnilleen samat karjakoosta riippumatta. Karjakokoon kasvu voi alentaa rehukustannusta, mikäli suuremmat rehumäärät pysytään tuottamaan tai hankkimaan pienempiä määriä edullisemmin. Karjakoolla on suurin merkitys työkustannukseen. Suurimmalla tilalla työkustannus on runsas kolmannes pienimmän tilan työkustannuksesta. Vastaavasti kone-, rakennus- ja yleiskustannukset kasvavat karjakoon mukana. Kasvatusajan merkitys näkyy erityisesti työ- ja pääomakustannuksessa. Muuttuvissa kustannuksissa merkitys on pienempi, koska esimerkiksi vasikkakustannus ja vasikkakauden rehukustannus säilyy samana kasvatusajasta riippumatta.

Taulukko 1. Hiehon tuotantokustannus kasvatusajan ja karjakoon mukaan, €.

Kustannus	Kasvatusaika			
	21 kk	23 kk	25 kk	27 kk
Muuttuvat kustannukset				
16 lehmää	703	756	805	856
32 lehmää	687	737	783	834
64 lehmää	677	725	770	819
128 lehmää	668	715	758	807
Työkustannus				
16 lehmää	618	679	740	801
32 lehmää	399	438	478	518
64 lehmää	297	327	357	387
128 lehmää	225	248	270	293
Kone-, rakennus- ja yleiskustannus				
16 lehmää	406	434	436	442
32 lehmää	483	546	594	641
64 lehmää	453	514	558	602
128 lehmää	432	490	532	575
Yhteensä				
16 lehmää	1 728	1 869	1 981	2 099
32 lehmää	1 568	1 722	1 855	1 993
64 lehmää	1 427	1 566	1 685	1 808
128 lehmää	1 325	1 453	1 561	1 674

Työn hinta hiehon tuotantokustannuslaskelmassa määritettiin tässä kannattavuuskirjanpidossa käytettävän viljelijäperheen palkkavaatimuksen mukaan. Palkkavaatimus voidaan tilakohtaisessa laskelmassa asettaa tätä suuremmaksi tai pienemmäksi sen mukaan, millaisen korvauksen viljelijä saisi työlleen vaihtoehtoisessa käytössä.

Nuorkarjapaikkojen tarve ja siitä aiheutuva rakennuskustannus perustuivat oletukseen 30 prosentin uudistusnopeudesta ja tasaisesta poikimisten jakaantumisesta. Uudistusnopeus ja poikimisten ajoittuminen vaikuttavat kuitenkin oleellisesti nuorkarjapaikkojen tarpeeseen (Huhtanen & Nousiainen 2006). Uudistusprosentin noustessa paikkatarve kasvaa, mikä uut- ta rakennettaessa merkitsee kokonaisinvestointimenon kasvua mutta eläinpaikkaa kohti las- ketun kustannuksen pientä laskua. Olemassa olevassa navetassa kasvava uudistuseläinten tarve vie tilaa maidontuotannolta ja vaikuttaa siten koko tilan taloudelliseen tulokseen.

Erikoistuneessa hiehoasvatuksessa rakennukset ja työmenetelmät voivat poiketa oleelli- sesti lypsykarjanavetan olosuhteista ja hiehon tuotantokustannus siten tässä esitetyistä las- kelmista. Tuotantokustannus voi olla edellä esitettyä pienempi sen vuoksi, että kasvatus- ta harjoitetaan lypsykarjalta vapautuneessa vanhassa navetassa, jonka rakennuspääoma on jo poistettu. Tosin vanha navetta voi merkitä suurta työnmenekkiä, joka vastaavasti nostaa tuotantokustannusta. Tarkka tuotantokustannuksen määrittäminen edellyttää aina kyseiseen tilanteeseen sovitettua laskelmaa.

4 Johtopäätökset

Siemennettyjen hiehojen keskimääräinen myyntihinta vuonna 2005 oli noin 1 200 €. Tuntematta myytyjen hiehojen tarkkaa myynti- ja poikimaikää johtopäätökset markkinahin- nan ja tässä lasketun tuotantokustannuksen erosta on tehtävä varoen. Tiedämme kuitenkin, että suomalaiset lypsykarjatilat kuuluvat pääasiassa kahteen pienimpään tässä tarkastelussa mukana olleeseen kokoluokkaan ja että hiehot poikivat keskimäärin noin 26 kuukauden ikäi- senä. Siten todellinen hiehon tuotantokustannus uudehkoissa navetoissa on lähes 2 000 €. Tämän perusteella voidaan arvioida, että myyntihinnat ovat melko alhaisia todelliseen tuo- tantokustannukseen verrattuna.

Hiehon tuotantokustannus jakaantuu tässä esitettyjen laskelmien mukaan keskimäärin siten, että muuttuvien kustannusten osuus on 45 %, työkustannuksen 25 % ja kone-, rakennus- sekä yleiskustannuksen osuus 30 %. Työ- ja pääomakustannukset eivät näy tilan taloudes- sa suoranaisten kassamenoina. Niiden suuruus tulee kuitenkin huomioida sekä karjan uu- distusstrategiaa että tilan resurssien (pelto, eläinpaikat, työvoima) käyttöä suunniteltaessa. Laskentapohja hiehon tilakohtaisen tuotantokustannuslaskelman laadintaan olisi siten tar- peellinen lisä maitotilan neuvonnallisiin työkaluihin.

Maidontuottajat eivät perinteisesti ole turvautuneet ostohiehoihin, ellei karjakoona kasvataminen ole sitä edellyttänyt. Hiehonkasvatuksen ulkoistaminen kasvatussopimuksella voi kuitenkin olla sekä työvoiman riittävyyden että eläinpaikkojen tehokkaan hyödyntämisen kannalta vartenotettava vaihtoehto (Juntti & Heikkilä 2004). Erityisesti tuotantoaan laajentavien maidontuottajien kannattaa punnita erilaiset hiehonkasvatusvaihtoehdot ja niiden vaikutukset koko tilan taloudelliseen tulokseen.

Valittiinpa hiehonkasvatukseen mikä tapa hyvänsä, noin kahden vuoden kasvatus vaatii suuren taloudellisen panostuksen. Lisäksi ylisuuri kantavien hiehojen määrä johtaa helposti vanhempien lehmien ennaikaisiin poistoihin, mikä puolestaan kasvattaa maidon tuotantokustannusta (Heikkilä 2001). Näistä syistä harkinta on paikallaan hiehonkasvatuksessa; kaikkien lehmien jälkeläisiä ei kannata kasvattaa uudistuseläimiksi.

Kirjallisuus

Alakruuvi, A. 1996. Maatalouden työnormit: Lypsykarjan hoitotyöt. Työtehoseuran Maataloustiedote 476. 12 s.

Heikkilä, A-M. 2001. Uudistaminen ei ole ilmaista. Maito ja me 9/2001:29.

Huhtanen, P. & Nousiainen, J.I. 2006. Dynaaminen karjamalli uudistuseläinten tarpeen laskentaan. MTT:n selvityksiä 112: 41-47.

Juntti, L. & Heikkilä, A-M. 2004. Huomaatko uudistushiehon kasvatuskustannuksen? Maito ja me 2/2004:40-41.

Karttunen, J. 2004. Maidontuottajien teknologiavalinnat suurissa tuotantoyksiköissä – Karkearehun käsittelyketjut ja karjanhoitotöiden työnmenekki. Työtehoseuran julkaisuja 394. 73 s., 10 liitettä.

MMM 2000. Rakentamismääräykset ja ohjeet. MMM-RMO E2. Viitattu 17.3.2006. Saatavissa internetistä: http://www.mmm.fi/maatalous%5Fmaaseudun%5Fkehittaminen/maaseudun%5Frakentaminen/rakentamissaadokset/MMM_RM0E2/e2'00fi.xls.

ProAgria 2005. Mallilaskelmia maataloudesta 2005. 46 s.

Lypsylehmien optimaalinen uudistaminen

Anna-Maija Heikkilä

1 Johdanto

Lypsylehmä korvataan karjassa uudella joko pakottavasta syystä, esimerkiksi lehmän kuollessa, tai harkinnanvaraisesti. Nousiaisen (2006) tutkimus osoittaa, että vain runsas kolmannes kaikista poistoista tehdään selvästi pakottavista syistä. Harkinnanvaraiset poistot perustuvat maidontuottajan arvioon siitä, kannattaako lypsylehmä korvata uudella vai pitää edelleen tuotannossa. Päätökseen vaikuttavat eri vaihtoehtojen odotettavissa olevat tuotot ja kustannukset, uudistuseläimen saatavuus, jalostukselliset tavoitteet, tilaresurssit jne. Odotettavissa olevia tuottoja ja kustannuksia arvioitaessa huomioon otettavia seikkoja ovat lehmän poikimakertojen määrä, lypsykauden vaihe, tuotostaso sekä hedelmällisyys- ja terveystilanne (Kennedy 1986, Dohoo & Dijkhuizen 1993).

Lypsylehmien taloudellisesti optimaalinen poistopäätös edellyttää siis monien eri tekijöiden – aikatekijä mukaan luettuna – samanaikaista huomioon ottamista. Poistopäätöksen teon avuksi on sen vuoksi kehitetty erilaisia optimointimalleja. Mallit auttavat arvioimaan, mitkä eläimet karjasta pitäisi poistaa ja korvata uudella, jotta maidontuotannon taloudellinen tulos olemassa olevista lehmäpaikoista olisi maksimaalinen.

Bellman'in (1957) kehittämä dynaaminen ohjelmointi on yksi poistopäätösmalleihin soveltuvista menetelmistä. Ensimmäisen kerran dynaamista ohjelmointia lehmän uudistuksen arvioinnissa käytti Jenkins vuonna 1963. Rajoittavana tekijänä oli tuolloin tietokoneiden kehittymättömyys. Myöhemmin dynaamista ohjelmointia on käytetty laajalti optimaalisen uudistuspäätöksen apuna (Lehenbauer & Oltjen 1998). Seuraavassa kuvataan tässä tutkimuksessa laaditun dynaamisen optimointimallin rakenne ja sen antamat tulokset, jotka perustuvat kotimaiseen tausta-aineistoon ja esimerkinomaisiin mallin muuttujien lähtöarvoihin. Tulosten perusteella tehdään johtopäätökset nykyisen uudistuskäytännön uudelleenarviointitarpeesta.

2 Tutkimusmenetelmä ja aineistot

2.1 Optimointimallin rakenne

Tutkimuksessa käytettävän menetelmän, dynaamisen ohjelmoinnin, käyttökelpoisuus käytännön ongelmien ratkaisuisissa perustuu siihen, että jopa äärettömän pitkä optimointitehtävä voidaan pilkkoa periodeittain ratkaistaviksi ongelmiksi. Esimerkiksi maidontuotannossa ratkaistaan lypsykausittain, kannattaako eläintä vielä pitää tuotannossa, vai tulisiko se jo korvata uudella eläimellä. Käytännössä tekniikan avulla määritetään uudistuspolitiikka, joka maksimoi tietyn tavoitefunktion arvon, tässä tapauksessa lehmäpaikkaa kohden tulevien ylijäämien nykyarvon. Kunkin periodin ylijäämäfunktio laadittiin molempiin päätösvaihtoehtoihin erikseen.

Ylijäämäfunktion määrittämisessä otettiin huomioon maito- ja vasikkatuotto, rehukustannus, eläinlääkintäkustannus, sairauksista aiheutuvat tuoton menetykset, uudistuskustannus ja teurastuotto. Jotta ylijäämäfunktio saatiin määritettyä kullekin lypsykaudelle erikseen, tutkimuksessa määritettiin ensin kunkin muuttujan vaihtelu lypsykauden mukaan.

Dynaamiset optimointimallit voivat olla deterministisiä tai stokastisia. Laadittu malli on stokastinen malli, johon sisältyy epävarmuustekijöinä lehmän tuotospotentiaali sekä sairaus tai tapaturma, joka edellyttää lehmän poistamista. Olemassa olevan lehmän oletettiin säilyttävän entisen tuotospotentiaalinsa, jos sen annetaan jatkaa seuraavalle lypsykaudelle. Sen sijaan korvaavan uudistuseläimen tuotospotentiaalista ei ole täyttä varmuutta. Koska uusien sukupolvien myötä eläinaineksessa tapahtuu geneettistä edistymistä, uudistuseläinten oletettiin kuitenkin olevan keskimäärin olemassa olevia lehmiä parempia. Uudistuseläimen tuotospotentiaali määriteltiin todennäköisyysjakauman avulla.

Mallilla optimoidaan harkinnanvaraisia poistopäätöksiä. Pakolliset poistot otettiin huomioon siten, että kullakin lypsykaudella osa lehmistä joudutaan poistamaan, vaikka se olisi vastoin optimaalista päätöstä. Todennäköisyys joutua pakkopoiston kohteeksi määritettiin lypsykausittain kuten muutkin mallin parametrit. Malli rakennettiin siten, että kaikki lehmät poistetaan viimeistään kymmenennen lypsykauden jälkeen.

Malli laadittiin MATLAB-ohjelman CompEcon-työkalua hyväksi käyttäen (Miranda & Fackler 2002).

2.2 Optimointimallin muuttujat

2.2.1 Tuotos

Lypsylehmien tuotokset lypsykausittain perustuvat Nousiaisen ym. (2006) esittämiin tuotoksiin, jotka on määritetty koelypsymallin pohjalta. Siten parametrit lypsykauden vaikutuksesta tuotostasoon on korjattu karsinnan, vuodenajan, rodun yms. aiheuttamasta tuotosvaihtelusta. Keskimääräiseksi eri kuukausina poikineiden lehmien lypsykäyräksi käyrät painotettiin ensikoiden poikimajakautuksen mukaan. Lehmien oletettiin poikivan ensimmäisen kerran 790 päivän iässä ja seuraavat kerrat 390 päivän välein.

Tulokset osoittavat, että lehmän tuotos nousee toiselle ja kolmannelle lypsykaudelle siirryttäessä varsin selvästi, minkä jälkeen kasvu on hitaampaa. Tuotostaso saavuttaa huippunsa viidennellä lypsykaudella, jonka jälkeen tuotokset laskevat mutta lasku on hidasta. Vielä kymmenennellä lypsykaudella tuotos on selvästi korkeampi kuin ensikolla (Taulukko 1). Maitotuotto laskettiin käyttämällä keskipitoisen maidon hintana 0,45 €/kg (sisältää tuotantotuen). Maidon rasva- ja valkuaispitoisuus otettiin huomioon maidon lopullisessa hinnassa.

Lehmät jaettiin maidontuotantokykynsä perusteella kolmeen luokkaan siten, että luokkien suhteelliset tuotokset olivat 85, 100 ja 115. Optimaalinen poistopäätös määritettiin kullekin luokalle erikseen. Tuotannossa pidettävien lehmien oletettiin säilyttävän tuotoskykynsä ennallaan myös seuraavien poikimisten jälkeen. Sitä, mihin luokkaan poistettavan lehmän tilalle tuleva uudistuseläin tulisi kuulumaan, ei sen sijaan tiedetä varmuudella. Uudistuseläinten jakauman oletettiin olevan seuraava: heikoin luokka 10 %, keskiluokka 60 % ja paras luokka 30 %. Sillä, että jakauma painottui parhaimman luokan suuntaan, kuvattiin lehmien geneettistä edistymistä sukupolvesta toiseen. Jakauma on helposti muunneltavissa sen mukaan, millaisia uudistuseläimiä on saatavissa.

2.2.2 Pakollinen poisto

Pakollisten poistojen todennäköisyys määritettiin Nousiaisen (2006) tuloksiin perustuen. Nousiaisen määrittämä todennäköisyys, jolla lehmät saavuttavat kunkin poikimisen jälkeen seuraavan poikimisen, kertoo samalla todennäköisyyden tulla poistetuksi. Poistoista luokiteltiin tässä pakollisiksi Nousiaisen selvästi pakollisiksi määrittelemät poistot, joiden osuus oli keskimäärin 36,6 % kaikista poistoista. Osuus oli pienimmillään toisen poikimisen jälkeen (33,1 %) ja suurimmillaan neljännen poikimisen jälkeen (40,2 %). Kun kaikkiaan eri lypsykausilla poistettujen osuus kerrottiin pakollisten poistojen osuudella, saatiin pakollisen poiston todennäköisyys määritettyä. Todennäköisyys kasvaa viidenteen lypsykauteen asti ja pysyy sen jälkeen jokseenkin vakiona (Taulukko 1). Vakioisuus johtuu osaltaan siitä, että pakollisten poistojen osuus oletettiin samaksi kuudennen poikimisen jälkeen, koska aineiston vähyyden vuoksi sitä ei pystytty luotettavasti määrittämään kullekin myöhäisemmälle lypsykaudelle erikseen.

Taulukko 1. Lypsylehmän suhteellinen tuotos, hoitofrekvenssi ja pakollisen poiston todennäköisyys lypsykausittain.

Poikimakerta	Suhteellinen maitotuotos	Hoitofrekvenssi	Pakollisen poiston todennäköisyys, %
1	100	0,53	8
2	113	0,58	10
3	119	0,75	15
4	121	0,95	19
5	123	1,07	21
6	122	1,11	21
7	122	1,11	21
8	121	1,11	21
9	121	1,11	20
10	117	1,11	20

2.2.3 Eläinlääkintä

Eläinlääkintää vaativien hoitojen tarvetta kuvaava mallin muuttuja perustuu Toivakan (2006) tutkimustuloksiin. Hoitojen todennäköisyys kasvaa kuudenteen lypsykauteen asti, jonne tutkimusaineisto antoi mahdollisuuden sen luotettavaan määrittämiseen (Taulukko 1). Sen jälkeen hoitofrekvenssin oletettiin säilyvän ennallaan, joskin aleneva kehitys olisi myös voinut olla perusteltu valinta. Sairauksien aiheuttamista tuotosmenetyksistä on olemassa tutkimustuloksia (Gröhn & Rajala-Schultz 1999, Rajala-Schultz & Gröhn 1999), jotka liittyvät tiettyihin sairauksiin. Niiden perusteella on mahdotonta määrittää täsmällisesti yhtä lukua, joka soveltuisi käytettäväksi nyt laaditun kaltaisessa mallissa. Kirjallisuuden perusteella tuotosmenetysten arviona mallissa käytetään 5 % maitotuotoksesta.

Hoidot hinnoiteltiin Toivakan (2006) määrittämien yksikköhintojen perusteella. Keskihinta saatiin painottamalla erilaisten hoitojen hinnat niiden osuudella annetuista hoidoista. Painot laskettiin vuosien 1995–2002 terveystarkkailuaineistosta. Vuoden 2004 hinta korjattiin vuoden 2005 tasoon maatalouden tuotantotarvikkeiden ja palveluiden ostohintaindeksin avulla. Näin laskien hoidon keskihinnaksi muodostui 67 €. Hintaan ei sisälly hoidoista aiheutuvan lisätyön kustannusta.

Eläinlääkinnän ja tuotosmenetysten vaikutus otettiin mallissa huomioon kustannustekijänä, joka pienensi ylijäämäfunktion arvoa. Kustannukset painotettiin taulukossa 1 esitetyillä hoitofrekvensseillä.

2.2.4 Muut muuttujat

Rehunkulutus laskettiin ruokintanormien mukaan (MTT 2004). Tarpeen määrittämisessä otettiin huomioon lehmän elopaino, kasvu, tuotos ja tiineys sekä väkirehun osuus rehun kuiva-aineesta (50 %). Rehukustannus määritettiin kokonaisrehuysikkömäärän ja rehuysikkön keskihinnan perusteella. Rehuysikkön hintana esimerkkilaskelmassa käytettiin 0,16 €.

Uudistushiehon hinta on keskeinen muuttuja optimointimallissa. Sen vuoksi tulokset laskettiin usealla eri hinnalla ja saatiin näin esille tulosten herkkyyys kyseiselle hintamuuttujalle. Alimpana hintana käytettiin siemennettyjen hiehojen keskimääräistä myyntihintaa, 1 200 € ja korkeimpana 2 000 €, joka perustui hiehon tuotantokustannuslaskelmiin (Juntti & Heikkilä 2006).

Teurastuottoa laskettaessa teuraspainon oletettiin olevan 40 % lehmän elopainosta. Lehmänlihan hintana käytettiin esimerkissä 1,35 €/kg, joka perustuu alkuvuonna 2005 maksettua hintaan (Tike 2006). Alun perin mallissa oli mukana lypsylehmistä maksettu teuraspalkkio (80 €). Vuonna 2006 voimaan tulleen tukiuudistuksen myötä teuraspalkkio siirtyy osaksi tilatukea eikä näin ollen ole enää kytköksissä itse teurastukseen (MMM 2005). Tämä tukimuutos heikentää osaltaan uudistamisvaihtoehdon kilpailukykyä suhteessa olevan lehmän pitämiseen tuotannossa.

Tulevien tuottojen nykyarvoa määritettäessä laskentakorkona käytettiin 5 %, joka on maatalouden kannattavuuslaskelmissa yleisesti käytetty korkovaatimus. Korkokannan muutos vaikuttaa herkästi optimoitavan funktion arvoon, ei niinkään optimaaliseen päätökseen. Mitä suurempi on korkokanta, sitä pienempi on maksimoitavan ylijäämän nykyarvo.

3 Optimaalinen poistopäätös

Laadittu optimointimalli antaa tuloksena optimipäätöksen – uudista tai pidä tuotannossa – kaikissa mahdollisissa tiloissa, jotka mallin lehmälle on määritelty. Tilan määrittelevät lypsykausi, tuotospotentiaali ja pakkopoisto. Edellä kuvatuilla lähtötiedoilla saadut tulokset ovat taulukon 2 mukaiset. Havainnollisuuden vuoksi taulukossa ovat mukana myös pakkopoistettavat eläimet. Uudistushiehon hintaoletus esimerkissä on 1 600 €.

Mallin tulokset osoittavat tuotostason vaikuttavan oleellisesti optimaaliseen uudistuspolitiikkaan. Lehmät, joiden tuotospotentiaali jää heikoksi, kannattaa uudistaa, jos tilalle on saatavissa parempi ensikko. Parhaat lehmät kannattaa sen sijaan pitää karjassa mahdollisimman pitkään. Keskimääräisten lehmien optimaalinen uudistuspolitiikka on herkin mallin muiden muuttujien arvoille.

Muun muassa sairauksista aiheutuvien kustannusten ja pakkopoiston todennäköisyyden kasvun vaikutus näkyy keskimääräisten lehmien optimaalisissa uudistuspäätöksissä. Uudistaminen on karjassa pitoa kannattavampi vaihtoehto kolmannen, neljännen ja viidennen poikimisen jälkeen. Jos sen sijaan lehmä on jo ylittänyt kyseiset lypsykaudet, vanhempi lehmä on jälleen ensikkoa parempi vaihtoehto. Sama koskee myös heikoimpia lehmiä, mutta vielä vanhempina. Tuloksia tarkasteltaessa tulee huomata, että ne perustuvat lehmien keskimääräisiin sairastuvuuksiin. Toistuvat sairaudet voivat käytännössä aikaistaa lehmän optimaalista, harkinnanvaraista uudistusajankohtaa tai johtaa pakkopoistoon.

Taulukko 2. Optimaalinen poistopäätös (U = uudista, P = pidä tuotannossa).

Poikimakerta	Tuotospotentiaali 85		Tuotospotentiaali 100		Tuotospotentiaali 115	
	ei pakko-poistoa	pakko-poisto	ei pakko-poistoa	pakko-poisto	ei pakko-poistoa	pakko-poisto
1	U	U	P	U	P	U
2	U	U	P	U	P	U
3	U	U	U	U	P	U
4	U	U	U	U	P	U
5	U	U	U	U	P	U
6	U	U	P	U	P	U
7	U	U	P	U	P	U
8	P	U	P	U	P	U
9	P	U	P	U	P	U
10	U	U	U	U	U	U

Esimerkin lähtötiedoilla ja optimaalisella uudistuspolitiikalla poistoajankohta ajoittui keskimäärin viidennelle lypsykaudelle (ka 4,5 lypsykautta), mikä merkitsee uudistusnopeuden olevan runsaat 22 %. Keskiarvo syntyi sekä pakollisista että harkinnanvaraisista poistoista. Vertailu taulukossa 1 esitettyihin lukuihin pakollisten poistojen todennäköisyydestä osoittaa myös, että harkinnanvaraisiin poistoihin on jonkin verran varaa. Pakottavista syistä poistettujen lehmien osuus on kaikilla poikimakerroilla pienempi kuin 22 %, joten osa lehmistä voidaan poistaa vapaaehtoisesti uudistusprosentin silti pysyessä optimin rajoissa.

Hiehon hinnan nostaminen 2 000 euroon ei muuttanut keskimääräistä tuotantoaikaa. Optimipäätös kuitenkin muuttui muun muassa viisi kertaa poikineella keskimääräisellä lehmällä, joka korkeammalla hiehon hinnalla kannattaa edelleen pitää tuotannossa. Jos sen sijaan uudistuseläimen saisi 1 200 eurolla, tulos vastaisi uudistusprosentin osalta suunnilleen nykyisin vallitsevaa tilannetta eli 37 prosentin vuotuista uudistusta. Tässä tulee huomata se, että tuloksen takana on oletus geneettisestä edistymisestä ja siten uudistuksen suomasta mahdollisuudesta eläinaineksen parantamiseen.

Taulukon 2 tuloksia voidaan hyödyntää päätöksenteon tukena niin yksittäistapauksissa kuin optimaalisen uudistuspolitiikan laadinnassakin. Tärkeää tulosten tarkastelussa on huomata, että lehmän odotettavissa olevan tuotoksen ohella oleellista on se, millaisia uudistuseläimiä on saatavilla ja millaisia ovat karjan muut lehmät suhteessa tarkastelun kohteena olevaan lehmään (Kennedy & Stott 1993).

Taulukon 2 tuloksia ei pidä tulkita niin, että tuotoskyvyltään heikoin luokka tarkoittaisi karjan heikointa kolmannelta. Kyseiseen luokkaan kuuluvat ne yksittäiset lehmät, jotka syystä tai toisesta eivät yllä samaan tuotokseen kuin karjan muut lehmät samanlaisella hoidolla. Esimerkissä tuotostasoero on 15 %. Paras toimintatapa on yrittää ennaltaehkäistä tällaisten lehmien karjaan tulo valitsemalla huolella ne lehmävasikat, joista uudistuseläimet kasvatetaan. Jos tuotosodotukset eivät valinnasta huolimatta täyty, nuorekin lehmän poistaminen voi olla taloudellisesti perusteltu ratkaisu silloin, kun tilalle on saatavissa paremmin lypsävä ensikko.

Lypsylehmien optimaalisesta uudistamisesta on maailmalla tehty lukuisia tutkimuksia, mutta tulosten vertailu ei useinkaan ole tarkoituksenmukaista. Tulokset vaihtelevat hyvin paljon lypsylehmien ominaisuuksien, tuotanto-olosuhteiden ja hintasuhteiden mukaan (esim. Harris 1990, 1994, McCullough ym. 1996, Cardoso ym. 1999). Rajala-Schultzin ym. (2000) tutkimuksessa optimiratkaisun uudistusprosentiksi saatiin 26, joka on hieman korkeampi kuin tässä saatu tulos. Osin eroa selittää uudistushiehon hinta, joka oli Rajala-Schultzin mallissa 420 € alempi kuin tässä kuvatussa mallissa.

Lehmän sairastumisesta aiheutuva tuottojen epävarmuus on vain harvoin sisällytetty optimointimalliin (Houben ym. 1994, Gröhn ym. 2003). Gröhnin ym. tulosten mukaan sairauksien huomioon ottaminen ei lisännyt pakollisten tai harkinnanvaraisten poistojen osuutta, vaikka sairaat eläimet suositettiin poistettavaksi herkemmin kuin terveet lehmät. Tuotostasoltaan parhaat lehmät kannatti kuitenkin pitää karjassa sairauksista huolimatta, mikä vastaa tässä tutkimuksessa saatua tulosta.

4 Johtopäätökset

Laadittu malli antoi edullisella uudistuseläimen hinnalla tulokseksi suunnilleen nykykäytännön mukaisen uudistamisen. Tämä viittaa siihen, että poistopäätösten teossa uudistuseläin ehkä arvostetaan liian alhaiseen hintaan. Vaikka 1 200 € onkin siemennetyin hiehon keskimääräinen myyntihinta, se ei ole välttämättä koko tuotantokustannus, vaan hiehon ostaneelle tilalle aiheutuu vielä kasvatuskustannuksia ennen ensimmäistä poikimista. Tuotantokustannuslaskelmat puolestaan osoittavat, että 1 200 € harvoin riittää kattamaan kaikki hiehon kasvatuskustannukset (Juntti & Heikkilä 2006).

Uudistuskustannus muodostaa 23–26 % maidontuotannon muuttuvista kustannuksista, kun uudistusprosentti on 30 ja hiehon hinta 1 000 – 1 600 € (ProAgria 2005). Siten uudistuskustannus on merkittävä kustannuserä maidontuotannossa. Vuonna 2005 maitotiloilla päästiin vajaaseen puoleen tavoitteesta, joka oman työn ja oman pääoman korvausvaatimukseksi oli asetettu (Latukka 2006). Kustannusten karsinta on siis tarpeen, jotta päästäisiin lähemmäksi asetettua tulostavoitetta. Koska uudistuskustannus on iso kustannuserä ja koska tulokset osoittavat nykyisen lehmien tuotantoajan olevan optimaalista lyhyempi, uudistuskustannusten karsiminen on yksi mahdollisuus parantaa tilan taloudellista tulosta.

Lypsylehmien kestävyuden parantaminen edellyttää vielä työtä niin jalostuksen, terveydenhoidon kuin eläinten normaalin päivittäisen hoidon parissakin. Tulos, jonka mukaan karjan keskitasoa edustavat lehmät kannattaa uudistaa jo kolmannen poikimisen jälkeen, osoittaa, että tuossa vaiheessa kasvavat eläinlääkintäkustannukset ja lisääntyvät pakkopoistot vaativat huomiota. Ilman niitä optimaalinen tuotantoikä olisi pitempi ja siten uudistuskustannus kaiken kaikkiaan pienempi. Pienempi pakkopoistojen osuus antaisi myös mahdollisuuden suurempaan harkinnanvaraiseen poistoon, jolla puolestaan edistettäisiin jalostusvalinnan mahdollisuuksia.

Tulosten perusteella lypsylehmien kestävyuden ja optimaalisen uudistamisen merkitystä tulee korostaa maidontuotannon neuvonnassa, jotta uudistaminen toteutettaisiin suunnitelmallisesti ja tarpeettomia poistoja välttäen. Siten edistettäisiin jalostusvalintaa, säästettäisiin maidontuotannon kustannuksissa ja luotaisiin edellytyksiä liharotusiemennysten lisäämiselle.

Kirjallisuus

- Bellman, R. E. 1957. *Dynamic Programming*. Princeton University Press. 339 s.
- Cardoso, V.L., Noqueira, J.R. & van Arendonk, J.A.M. 1999. Optimal Replacement and Insemination Policies for Holstein Cattle in Southern Region of Brazil. The Effect of Selling Animals for Production. *Journal of Dairy Science* 82:1449-1458.
- Dohoo, I. R. & Dijkhuizen, A. A. 1993. Techniques Involved in Making Dairy Cow Culling Decisions. *The Compendium*. s. 515-520.
- Gröhn, Y. T. & Rajala-Schultz, P. J. 1999. Tuotantosairauksien epidemiologiaa suomalaisilla Ayrshire-lehmillä I. Sairauksien esiintyminen ja riskitekijät. *Suomen Eläinlääkärilehti* 105:571-576.

- Gröhn, Y.T., Rajala-Schultz, P.J., Allore, H.G., DeLorenzo, M.A., Hertl, J.A. & Galligan, D.T. 2003. Optimizing replacement of dairy cows: modelling the effects of diseases. *Preventive Veterinary Medicine* 61:27-43.
- Harris, B.L. 1990. Recursive Stochastic Programming Applied to Dairy Cow Replacement. *Agricultural Systems* 34:53-64.
- Houben, E.H.B., Huirne, R.B.M., Dijkhuizen, A.A. & Kristensen, A.R. 1994. Optimal Replacement of Mastitic Cows Determined by a Hierarchic Markov Process. *Journal of Dairy Science* 77:2975-2993.
- Juntti, L. & Heikkilä, A-M. 2006. Hiehön tuotantokustannus. *MTT:n selvityksiä* 112: 48-51.
- Kennedy, J.O.S. 1986. *Dynamic Programming: Application to Agriculture and Natural Resources*. 341 s.
- Kennedy, J.O.S. & Stott, A.W. 1993. An Adaptive Decision-Making Aid for Dairy Cow Replacement. *Agricultural Systems* 42: 25-39.
- Latukka, A. 2006. Maatalouden kannattavuusnousu taittui uuteen laskuun vuonna 2005. *MTT:n tiedote* 16.2.2006. Viitattu 17.3.2006. Saatavissa internetistä: <http://www.mtt.fi/ajankohtaista/tiedotteet/060216.html>.
- Lehenbauer, T.W. & Oltjen, J.W. 1998. Dairy Cow Culling Strategies: Making Economical Culling Decisions. *Journal of Dairy Science*. 81:264-271.
- McCullough, M.D. & DeLorenzo, M.A. 1996. Effects of Price and Management Level on Optimal Replacement and Insemination Decisions. *Journal of Dairy Science* 79:242-253.
- Miranda, M.J. & Fackler, P.L. 2002. *Applied Computational Economics and Finance*. Massachusetts: The MIT Press. 510 s. ISBN 0-262-13420-9.
- MMM 2005. Tilatuki Esite [verkkójulkaisu]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 21.3.2006. Saatavissa internetistä: http://www.mmm.fi/tuet/ohjeet_oppaat_tiedonannot/Tilatukiesite.pdf.
- MTT 2004. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkójulkaisu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Julkaistu 30.6.2004. Viitattu 7.2.2006. Saatavissa internetistä: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>. URN:NBN:fi-fe20041449.
- Nousiainen, J.I. 2006. Lypsylehmiä poiston syyt. *MTT:n selvityksiä* 112: 9-26.
- Nousiainen, J.I. Jauhiainen, L., Toivakka, M. & Huhtanen, P. 2006. Simulointimalli poistopäätöksen apuvälineeksi. *MTT:n selvityksiä* 112: 27-40.
- ProAgria 2005. Mallilaskelmia maataloudesta 2005. 46 s.
- Rajala-Schultz, P. J. & Gröhn, Y. T. 1999. Tuotantosairauksien epidemiologiaa suomalaisilla Ayrshire-lemmillä II. Sairauksien vaikutus maidontuotantoon. *Suomen Eläinlääkärilehti* 105:655-660.
- Rajala-Schultz, P.J., Gröhn, Y.T. & Allore, H.G. 2000. Optimizing Replacement Decisions for Finnish Dairy Herds. *Acta Veterinaria Scandinavica* 41:185-198.
- Tike 2006. Tietokappi. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 1/2006. Helsinki: Tike, Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 53 s.
- Toivakka, M. 2006. Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotantoalan taloudelliset arvot. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 79. Pro gradu-tutkielma, 48 s.

Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotantoiän taloudelliset arvot

Minna Toivakka

1 Johdanto

Lypsykarjan jalostuksessa neuvontaorganisaatiolla ja tutkimuksella on ensisijaisesti kansantaloudellinen näkökulma. Tavoitteena on lypsykarjarotujen taloudellisen tehokkuuden parantaminen ja rotujen kokonaisvaltainen kehittäminen. Käytännössä tämä tarkoittaa perinnöllisen edistymisen tavoittelua eli jalostettavien ominaisuuksien keskiarvojen muuttamista toivottuun suuntaan. Tavoitteena ei ole yhden erinomaisen yksilön luominen eikä yksittäisen maitotilan eläinaineksen kehittäminen, vaan perinnöllinen edistyminen koko ayrshire-, holstein- ja suomenkarjapopulaatioissa siten, että se palvelee kaikkia sidosryhmiä maidontuottajasta kuluttajaan. Pääroolissa ovat maidontuotannon kansallinen ja kansainvälinen kilpailukyky, tuotantoympäristö ja kansantalous. Karjanomistajan vastuulle jäävät tilakohtaiset jalostustavoitteet ja jalostusvalinnan optimointi, joihin neuvontajärjestö tarjoaa asiantuntija-apua ja tarvittavat työkalut.

Taloudelliseen tavoitteeseen pääsy edellyttää taloudellisesti tehokkaimpien eläinten valintaa seuraavan sukupolven vanhemmiksi. Tehtävä on vaikea, koska tänä päivänä toteutettu jalostusvalinta tuottaa tulosta vasta useiden vuosien päästä ja täydellisen tavoitteen määrittely edellyttäisi luotettavaa tietoa tulevaisuudesta. Yhteiskunta ja kansainvälisyys vaikeuttavat tulevaisuuden ennustamista ja asettavat suuret haasteet maidontuotannon kehittymiselle. Strategista päätöksentekoa hankaloittaa myös lyhytjännitteinen maatalouspolitiikka. Kuitenkin kaiken päätöksenteon perusta niin maitotilalla kuin jalostavalla teollisuudellakin on ja tulee olemaan maidon hinta, tuotantokustannukset ja ennusteet niiden kehityksestä, toisin sanoen kysyntä ja tarjonta ja niihin vaikuttavat tekijät.

Kansallisen jalostustavoitteen tulee maksimoida tuotannon kokonaistaloudellinen edistyminen. Jalostusohjelmien suunnittelu lähtee jalostettavien ominaisuuksien valinnasta sekä taloudellisten arvojen määrittämisestä. Kokonaisjalostusarvo, jonka kehittymistä voidaan pitää tavoitteena, kuvaa eläimen perinnöllistä tasoa, jossa on summattuna eläimen taloudellisesti merkittävien ominaisuuksien jalostusarvot painotettuina niiden taloudellisella arvolla. Se, minkä painon ominaisuus kokonaisjalostusarvoindeksissä saa, riippuu myös ominaisuuksien geneettisestä hajonnasta. Paino on suurempi, jos perinnölliset erot eläinten välillä ovat suuria.

Taloudellisten arvojen määrittäminen perustuu malliin, joka muodostuu tuotantoa jäljittelevistä yhtälöistä. Pääperiaatteena laskemisessa on, että yhden ominaisuuden perinnöllistä tasoa muutetaan pitämällä muut vakiona. Tuotto- ja kustannusfunktioiden avulla lasketaan voitto ennen ja jälkeen perinnöllisen muutoksen esimerkiksi eläin- tai karjakohtaisesti, ja

niiden erotus jaetaan geneettisellä muutoksella. Tulokseksi saadaan ominaisuuden taloudellinen arvo mittayksikköä kohti.

Tämän tutkimuksen tavoitteina oli selvittää lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotantoikä rotukohtaiset taloudelliset arvot. Ominaisuuksien taloudellinen merkitys kartoitettiin myös tilanteessa, jossa maidon hinta tuotantotukineen oletettiin 15 % nykyistä alemmaksi.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen tarkastelukautena oli vuosi 2003 ja tarkastelutasona karja. Tarkasteltaviksi roduiksi valittiin ayrshire ja holstein-friisiläinen, joille laskettiin taloudelliset arvot erikseen. Näin menetellen pystyttiin vertaamaan, onko ominaisuuksien taloudellinen merkitys erilainen eri roduissa, koska rodut poikkeavat biologisilta ominaisuuksiltaan jonkin verran toisistaan.

Tarkastelussa olivat mukana taloudellisesti merkittävät maito-, rasva- ja valkuaistuotos. Elopaino otettiin myös tarkasteluun mukaan, koska lihateollisuuden arvostus lehmänlihaa kohtaan on selvästi laskenut ja lehmänlihan tuottajahinta EU-jäsenyyden aikana romahtanut. Edellä mainittujen tuotanto-ominaisuuksien lisäksi tutkittaviin ominaisuuksiin valittiin tuotantoikä ja sen pituutta rajoittavat terveys- ja hedelmällisyysominaisuudet: tyhjäkausi, utareterveys, maidon soluluku ja muut terveysominaisuudet. Tutkimuksen ulkopuolelle jäivät karjanomistajia paljon puhuttaneet rakenneominaisuudet, joiden aiheuttamien suorien ja välillisten kustannusten määrittäminen, tuotoista puhumattakaan, on haasteellinen ja siksi kokonaan oman tutkimuksensa edellyttävä tehtävä.

2.1 Bioekonominen maatilamalli

Taloudellisten arvojen laskentaan sovellettiin bioekonomista maatilamallia (Nousiainen ym. 2006), joka simuloi eli jäljitteli keskimääräisen suomalaisen maitotilan tuotantoa ja taloutta. Malli koostui lukuisista yhtälöistä, joilla määriteltiin simuloitun tilan maidon- ja lihantuotanto, hiehojen ja välitysvasikoiden tuotanto, eläinten elopaino, rehunkulutus, terveys ja ikä sekä kaikki maitotilan tuotot ja kustannukset. Simulointi tehtiin siten, että karjakoko, 21 lehmää, pysyi koko ajan vakiona. Peltotuet ja sadot tulivat huomioon otetuiksi kotoisten rehujen tuotantokustannuksessa. Maidon keskimääräinen tuotantotuki oli mukana omana tuottoeränään. Syntyvistä vasikoista vain uudistukseen tarvittavat hiehot kasvatettiin tilalla, laskennallisen uudistustarpeen ylittäviin tiineyksiin käytettiin lihasonnia ja kaikki ylimääräiset vasikat myytiin lihantuotantoon 10 vrk:n ikäisenä. Laskelmissa käytetyt biologiset ja taloudelliset muuttujat vastasivat koko Suomen lypsykarjatalouden keskiarvoja.

2.2 Biologiset muuttujat

Simulaation lehmät vastasivat perimältään, tuotoksiltaan, elopainoltaan ja kasvultaan todellisia, keskimääräisiä suomalaislehmiiä roduittain, ja niiden ravinnonsaanti vastasi tuotosseurantalehmien rehunkulutusta. Väkirehun osuus oli lehmien ruokinnassa 48 % ja nuorkarjalla 33 %. Maidontuotantoon kohdistunut energian ja valkuaisen saanti jaettiin Dadon ym. (1993) teoreettisten laskelmien mukaisesti maidon eri komponenteille (Taulukko 1), mikä on edellytys, jos halutaan määrittää rasva- ja valkuaisuotokselle taloudellinen arvo. Kun perinnöllinen muutos vaikutti lehmien ravinnontarpeeseen, niin väkirehun koostumus muuttui maidon komponenttien energia- ja valkuaisstarpeiden mukaisesti vilja- tai rypsi-valtaisemmaksi säilörehun määrän pysyessä samana. Vasikoiden ja hiehojen ravinnontarve perustui tämänhetkisiin suomalaisiin ruokintanormeihin. Säilörehun, väkirehun, rehuviljan ja rypsin energia-arvoina käytettiin 0,92, 1,07, 1,09 ja 1,00 ry/kg-ka ja ohutsuoolesta imeytyvän valkuaisen arvoina 84, 113, 97 ja 150 OIV g/kg-ka.

Siemennysten lukumäärä lehmillä riippui siemennyskauden pituudesta, joka määräytyi poikimavälin, lepokauden (88 vrk) ja tiineysajan (280 vrk) perusteella. Syntyvistä vasikoista noin 10 % oletettiin karsiutuvan ennen ensimmäistä poikimista. Ayrshirelehmistä 10,2 % ja holstein-friisiläislehmistä 13,2 % ei päätenyt teurastamolle, vaan kuoli, lopetettiin tai teuras-tettiin tilalla. Osuuksien laskenta perustui nautaeläinrekisterin poistotietoihin vuonna 2003. Poistojen aiheuttamia kustannuksia ja tuottoja ei jaettu poiston aiheuttamille ominaisuuksil-le vaan kohdennettiin kokonaisuudessaan tuotantoiälle.

Simulaatiossa lehmän jokaiselle tuotantopäivälle laskettiin myös sairausriski ja mahdollinen antibioottimaidon määrä. Sairausriskien määrittämiseen käytettiin lehmäaineistoa Pohjois-Savon Maaseutukeskuksen alueelta. Aineistossa oli 57 448 ayrshire- ja 27 264 holstein-friisiläislehmää vuosilta 1996–2000. Soluluvun taloudellisen arvon määrittämisessä käytettiin meijerimaidon keskimääräistä solupitoisuutta (136 000 solua/ml), Valioryhmän tuottaja-maidon laatuluokittelua (maidosta 93,3 % parhaimmassa luokassa) ja tuotosseurantalehmien rotukohtaisia solupitoisuuksia (ayrshire 129 000 ja holstein-friisiläinen 154 000 solua/ml).

Taulukko 1. Energian ja valkuaisen teoreettinen tarve maidon eri komponenttien tuotantoon (Dado ym., 1993).

		Rasva	Valkuainen	Laktoosi	Nesteosa
ME	MJ/kg	56,23	31,69	25,2	0,6
RY	ry/kg	4,81	2,71	2,15	0,05
OIV	kg/kg	0,127	1,069	0,136	0

2.3 Tuotot ja kustannukset

Simuloidun karjan biologisista muuttujista laadittiin vuosiyhteenvedo, jota käytettiin tuotosten, kustannusten ja voiton laskentaan. Laskelmat tehtiin simulaation perustilanteelle ja perinnöllisen muutoksen jälkeiselle tilanteelle erikseen. Perustilanne vastasi vuoden 2003 maidontuotantoa. Tuotot muodostuivat maidon, lihan ja välitysvasikoiden myyntituloista ja maataloustuista (Taulukko 2). Maidon ja lihan hinnat olivat vuoden 2003 keskimääräisiä tuottajahintoja (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2004) ja vasikoiden hinnat teurastamon maksamia rotukohtaisia tuottajahintoja 10 vuorokauden ikäisistä vasikoista. Tuottajahinnoissa ei otettu huomioon laatuhinnoittelua eikä kausivaihtelua.

Kaikki kustannukset olivat muuttuvia kustannuksia, jotka koostuivat päivä-, määrä- ja tapahtumakohtaisista kustannuksista (Taulukko 2 ja 3). Kiinteitä kustannuksia ei käytetty, koska simuloidulla tilalla kaikki lehmäpaikat olivat käytössä ja nuorkarjapaikkoja oli lehmien uudistamiseen tarvittava määrä. Laskentakorkokantana käytettiin 5 %. Kustannusten ja tuotosten diskonttausta eli nykyarvon määrittämistä ei laskelmissa huomioitu.

Ruokinta- ja työkustannukset ovat suomalaisen maidontuotantotilan suurimmat kustannuserät. Simulointimallissa ruokintakustannukset muodostuivat karkea- ja väkirehukustannuksista. Ostorehujen hinnat perustuivat maidontuotannon tuloslaskelmiin (MATU) ja tilalla tuotettujen rehujen hinnat saatiin kotoisten rehujen hintalaskelmista (ProRehustus). Karjanhoitotöiden keskimääräisenä työnmenekkinä käytettiin lehmillä 108 h/lehmä/vuosi ja hiehoilla 22 h/hieho/vuosi. Työtunnin hinnaksi oletettiin 11,35 €. Rakennus-, kone-, työ- ja eläinpääoman korkokustannukset sekä muut muuttuvat kustannukset olivat päiväkokohtaisia kustannuksia lukuun ottamatta muutamia lehmien tapahtumakohtaisia kustannuksia.

Taulukko 2. Tärkeimmät tuotteiden ja tuotantopanosten hinnat simulaatiossa (Maa- metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2004, ProRehustus 2002, Toivakka 2006).

TUOTOT			KUSTANNUKSET		
Maito			Ruokinta		
Rasvakymmenys	(snt/0,1 %)	0,24	Karkearehu	(€/ry)	0,15
Valkuaiskymmenys	(snt/0,1 %)	0,65	Väkirehu	(€/ry)	0,21
Kausihinta, sis. jälkitilin	(snt/l)	3,52	Rehuvilja	(€/ry)	0,12
Laatuhinta	(snt/l)	1,39	Rypsi	(€/ry)	0,30
Tuotantotuki	(snt/l)	9,13	Rehu, hiehot	(€/ry)	0,17
Liha			Siemennys		
Lehmän liha	(€/kg)	1,16		(€/kerta)	25,7
Teurastuki	(€/lehmä)	80			
Välitysvasikka			Eläinlääkintä		
Maitorotu, sonni	(€/vasikka)	160	Utaretulehdushoidot	(€/hoito)	184
Liharotu, sonni	(€/vasikka)	230	Hedelmällisyshoidot	(€/hoito)	63
Liharotu, lehmä	(€/vasikka)	96	Muut hoidot	(€/hoito)	103

Taulukko 3. Lypsylehmien ja hiehojen päiväkohtaiset kustannukset.

	Lehmä €/pv	Hieho €/pv
Rakennuskustannukset	1,120	0,520
Konekustannukset	0,099	0,036
Työkustannukset	3,250	0,673
Eläinpääoman korko	0,164	0,015
Muut muuttuvat kustannukset		
Siemennykset	0 ¹⁾	0,048
Eläinlääkintä	0,005 ²⁾	0,015
Jalostus ja tarkkailu	0,105	0,012
Puhtaanapito	0,190	0,024
Muut kustannukset	0,313	0,016

¹⁾ Lehmien siemennyskustannukset siirrettiin tapahtumakohtaisiin kustannuksiin.

²⁾ Tähän kustannukseen sisältyy lehmien osalta ainoastaan ennaltaehkäisevien hoitojen kustannukset. Muut hoitokustannukset siirrettiin tapahtumakohtaisiin kustannuksiin.

Rakennuskustannusten määrittämisessä käytettiin Työvoima- ja elinkeinokeskusten hyväksymiä navettainvestointien rahoituspäätöksiä vuodelta 2003. Rakennuksen vuotuiskestävyydestä kohdennettiin 70 % lehmille ja 30 % nuorkarjalle. Muiden muuttuvien kustannusten arviointiin käytettiin pääasiallisesti MATU-laskelmia vuodelta 2003. Mallissa otettiin huomioon myös maitotuotoksen muutoksesta aiheutuneet muutokset työkustannuksissa. Edellä mainittujen kustannusten määrittämisen jälkeen laskettiin vielä liikepääoman korko ja yleiskustannus, jonka osuus oli 3 % kaikista kustannuksista.

2.4 Taloudellisten arvojen laskenta

Simulaatiossa biologisista muuttujista laskettiin fenotyyppiset tulokset sekä perustilanteessa että perinnöllisen muutoksen jälkeisessä tilanteessa. Vuosiyhteenvedosta saatiin kullekin ominaisuudelle fenotyyppinen taso. Tuotto- ja kustannusfunktioiden sekä vuosiyhteenvedon avulla laskettiin tilan voitto ennen (P_0) ja jälkeen (P_1) perinnöllisen muutoksen, ja niiden erotus jaettiin karjan perinnöllisellä muutoksella. Tulokseksi saatiin ominaisuuden taloudellinen arvo ominaisuuden mittayksikköä kohti.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Simuloidut lypsykarjapopulaatiot

Simulaation toistoista lasketut eri ominaisuuksien keskiarvot vastasivat hyvin vuoden 2003 tuotosseurannan tuloksia (Taulukko 4). Lehmien lukumäärä pysyi toistoissa vakiona, mutta hiehojen määrä vaihteli uudistustarpeen mukaan. Tarkasteluvuonna simuloiduissa karjoissa oli keskimäärin 16,4 ayrshire- ja 18,1 holstein-friisiläishiehoa. Ayrshirekarjoissa (holstein-friisiläiskarjoissa) vuotuinen lehmäkohtainen ravinnonsaanti oli keskimäärin 6 361 ry/v (6 473 ry/v), josta karkearehun osuus oli 52 %.

Taulukko 4. Ayrshire- ja holstein-friisiläislehmien tuotanto-, hedelmällisyys- ja käyttöominaisuuksiin liittyvät tunnusluvut tuotosseurannassa vuonna 2003 ja simulaation toistoista lasketut keskiarvot (perustilanne).

Ominaisuudet:	Yks.	AYRSHIRE		HOLSTEIN-FRIISILÄINEN	
		V. 2003	Simulaatio	V. 2003	Simulaatio
Tuotanto-ominaisuudet:					
maitotuotos	kg	8 010	8 015	8 507	8 507
rasvatuotos	kg	351	351	341	341
valkuaistuotos	kg	276	276	286	287
rasva-%	%	4,39	4,39	4,01	4,01
valkuais-%	%	3,44	3,44	3,37	3,37
EKM	kg	8 403	8 411	8 484	8 488
elopaino	kg	550	609	588	633
Hedelmällisyysominaisuudet:					
poikimaväli	pv	401	399	394	393
siemennyksiä/poikiminen (lehmät)	kpl	2,08	2,04	1,96	1,91
vasikkakuolleisuus, ≤ 24 h poikimisesta	%	6,1	5,4	6,2	5,5
liharotusiemennykset	%		24,8		15,1
hedelmällisyshäiriöiden hoito-%	%	17,0	16,8	13,8	13,7
Käyttöominaisuudet:					
tuotantoikä	pv	999	1 000	915	915
keskipoikimakerta	kpl	2,4	2,3	2,4	2,2
uudistus-%	%		36,8		41,7
utaretulehdusten hoito-%	%	19,6	19,5	24,6	24,6
muiden sairauksien hoito-%	%	29,9	30,4	39,2	39,3
antibioottimaito	l/lehmä		90		117

Ayrshirelehmien elopainojen keskiarvoksi muodostui 609 kg ja holstein-friisiläisillä 633 kg. Luvut olivat selvästi tuotosseurannan lukuja korkeammat. Tarkat tiedot tuotosseurannassa tapahtuneista elopainon mittausajankohdista ja -määristä puuttuivat. Voidaan kuitenkin olettaa, että suurin osa mittauksista tehdään ensimmäisellä lypsykaudella ja simulaatiosta saadut luvut ovat lähempänä käytännössä toteutuneita lukuja. Lehmien teuraspainotilatot tukevat tehtyjä oletuksia.

Myösmolempien rotujen keskipoikimakerran keskiarvot jäivät tuotosseurantatietoja alhaisemmiksi. Erojen syynä täytyy olla joko erilainen ikäjakauma simulaation yksilötietokannoissa kuin todellisissa populaatioissa tai erilaiset laskentatavat. Keskimääräinen poikimaväli oli ayrshirelehmillä (holstein-friisiläislehmillä) 399 pv (393 pv). Liharotusiemennysten osuudeksi saatiin 24,8 % (15,1 %), joka on toteutuneisiin liharotusiemennyksiin (7 %) verrattuna korkea. Maidontuotantoon tähtäävästä hiehojen kasvatuksesta poistui selvästi enemmän lehmävasikoita kuin mallin lähtöoletusten mukainen 10 %.

Vuoden aikana meijerimaitoa tuotettiin ayrshirekarjassa (holstein-friisiläiskarjassa) keskimäärin 155 468 l (164 885 l) ja kotikulutuksen määrä oli 7 547 l (8 124 l). Teuraslehmiiä kertyi vuodessa 6,8 kpl (7,6 kpl). Lihantuotantoon myytiin maitorotuisia sonnivasikoita

Taulukko 5. Simuloitujen maitotilojen keskimääräiset tuotot, kustannukset ja voitto.

	AYRSHIRE	HOLSTEIN- FRIISILÄINEN
	€/tila	€/tila
Tuotot	77 627	80 058
maitotuotot	72 951	75 097
vasikkatuotot ¹⁾	2 180	2 088
teurastuotot	1 951	2 265
teurastuet	545	608
Kustannukset	82 205	84 748
ruokintakustannukset	28 219	29 416
työkustannukset	28 943	29 365
muut muuttuvat kustannukset	7 500	7 908
- eläinlääkintäkustannukset	1 631	1 981
liikepääoman korko	1 128	1 212
eläinpääoman korko	1 347	1 356
rakennuskustannukset	11 700	12 026
konekustannukset	974	997
yleiskustannus	2 394	2 468
Voitto / tappio	-4 578	-4 690

¹⁾ välitysvasikoiden tuotot miinus vasikoiden ostokustannukset

7,8 kpl (9,1 kpl) ja liharotuisia vasikoita 5,8 kpl (4,2 kpl). Joissakin simulaation toistoissa syntyneiden lehmävasikoiden määrä ei kattanut uudistustarvetta, joten lehmävasikoita jouduttiin ostamaan, keskimäärin 0,26 kpl (0,44 kpl) vuodessa.

Simuloitujen tilojen keskimääräiset tuotot, kustannukset ja voitto/tappio ovat taulukossa 5. Maidon tuottajahinta sisältäen tuotantotuen oli ayrshirekarjassa (holstein-friisiläiskarjassa) 46,52 senttiä/litra (45,55 senttiä/litra). Molemmissa roduissa maitotilat tuottivat tappiota, holstein-friisiläiskarja jonkin verran enemmän kuin ayrshirekarja. Holstein-friisiläislehmien korkeammilla maitotuotoksilla aikaansaadut korkeammat maitotuotot hupenivat korkeampiin kustannuksiin. Esimerkiksi holstein-friisiläislehmien eläinlääkintäkustannukset olivat 21 % korkeammat kuin ayrshirelehmillä. Korkeammat kustannukset selittyivät myös holstein-friisiläislehmien 84 päivää lyhyemmän tuotantoiän aiheuttamalla korkeammilla uudistuskustannuksilla. Ero lehmäkohtaisessa kannattavuudessa oli kuitenkin todella pieni, vain 5,3 €/lehmä/v ayrshirelehmien eduksi.

Simuloidun maitotilan yrittäjänvoitto oli negatiivinen. Myös kannattavuuskirjanpito- ja MATU-tiloilla on tulos ollut keskimäärin tappiollinen. Simulaatioista laskettuja keskimääräisiä tuottoja, kustannuksia ja tappiota ei kuitenkaan voi suoraan verrata kirjanpito-tilojen tuloksiin tai MATU-laskelmiin, koska laskelmien lähtötiedoissa on eroja, esimerkiksi karjakoko, tuotostasot, tuotannon rakenne ja tietojen luotettavuus. Myös laskentatavat eroavat toisistaan. Simuloiduissa karjoissa eläimiä kasvatettiin ainoastaan maidontuotantoa varten eli ylimääräiset vasikat myytiin 10 päivän ikäisinä lihantuotantoon. Siemennyksiin

käytettiin enemmän liharotuisia sonneja, joten tuotot välitysvasikoista olivat huomattavasti korkeammat kuin käytännön maitotiloilla. Teurastuloja tuli ainoastaan teuraslehmistä. Konekustannusten määrittäminen perustui arvioon konepääomasta, joka ei sisällynyt rakennuskustannuksiin.

3.2 Sairausriskit

Terveystarkkailuaineistosta (84 712 lehmää) lasketut keskimääräiset hoitoprosentit rodutain ja poikimakerroittain ovat taulukossa 6. Aineiston ayrshirelehmillä (57 448 kpl) oli yhteensä 39 miljoonaa ruokintapäivää ja holstein-friisiläisillä (27 264 kpl) 18 milj. päivää. Ayrshirelehmillä oli hoitokertoja yhteensä 70 517 kpl ja holstein-friisiläisillä 38 279 kpl, joten kokonaihoitoprosentit olivat vastaavasti 66,5 % ja 77,6 %. Suurin ero rotujen välillä oli ryhmässä muut sairaudet¹. Holstein-friisiläislehmistä 39,2 % sai rekisteriin hoitomerkin tämän sairausryhmän hoidosta, kun taas ayrshirelehmistä vain 29,9 %. Ensikoilla oli hoitoprosentissa eroa lähes 7 %-yksikköä, mutta viidennellä poikimakerralla ero kasvoi jo 20 %-yksikköön. Sairausriski kasvoi molemmilla roduilla huomattavasti kolmannelta poikimakerrasta alkaen. Tästä ainakin osa oli seurausta poikimahalvausten määrän kasvusta. Myös utaretulehdushoidot olivat yleisempiä holstein-friisiläisillä, mutta hedelmällisyyshäiriöiden määrä oli alhaisempi. Utaretulehduksen ja muiden sairauksien riski kasvoi kuudenteen poikimakertaan saakka, kun lehmän poikimakerrat lisääntyivät. Hedelmällisyyshäiriöiden määrä oli kummallakin rodulla alhaisimmillaan toisella poikimakerralla ja korkeimmillaan holstein-friisiläisellä neljännellä ja ayrshirellä viidennellä poikimakerralla.

Lypsykauden aikana eri sairausryhmien hoitoriskit vaihtelivat eri tavoin. Utaretulehdusriski oli selvästi korkein kolmen ensimmäisen lypsypäivän aikana. Tuotantokauden alussa viisi kertaa poikineiden lehmien utaretulehdusriski oli ensikoita alhaisempi, mutta tuotantokauden edetessä vanhempien lehmien utaretulehdusriski jäi korkeammalle tasolle ja kokonaisriski muodostui suuremmaksi. Suurin osa hedelmällisyyshäiriöistä ajoittui lypsykauden kuudennen ja 30. viikon väliselle ajalle ja suurin todennäköisyys oli 11. viikon vaiheilla. Hedelmällisyyshoitoja oli tuotantokauden loppupuolella enää hyvin vähän. Muiden sairauksien yhteinen sairausriski oli suurin neljän ensimmäisen lypsypäivän aikana, väheni sen jälkeen selvästi, mutta kasvoi taas jonkin verran lypsykauden loppupuolella. Koska sairastavuusriskit laskettiin suoraan terveystarkkailuaineiston hoitofrekvensseistä, saattavat karsiutumisen vaikutuksesta myöhempien laktaatioiden ja loppulypsykauden riskiarvot olla aliarvioituja.

¹ Sisältää muut hoitomerkinnot paitsi utare- ja hedelmällisyysshoidot.

Taulukko 6. Kolmen sairausryhmän (utaretulehdus, hedelmällisyshäiriöt ja muut sairaudet) hoitoprosentit roduittain ja poikimakerroittain (pk).

pk	AYRSHIRE								HOLSTEIN-FRIISILÄINEN							
	lehmien lukum.		utare tulehdus		hedelm. häiriöt		muut sairaudet		lehmien lukum.		utare tulehdus		hedelm. häiriöt		muut sairaudet	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	36 894	5 151	14,0	6 345	17,2	7 250	19,7	17 489	3 356	19,2	2 509	14,3	4 625	26,4		
2	27 117	5 060	18,7	4 111	15,2	6 188	22,8	12 966	3 031	23,4	1 593	12,3	3 683	28,4		
3	18 416	4 112	22,3	3 124	17,0	6 094	33,1	8 651	2 456	28,4	1 143	13,2	3 837	44,4		
4	11 275	2 952	26,2	2 113	18,7	5 201	46,1	5 094	1 543	30,3	793	15,6	3 180	62,4		
5	6 366	1 774	27,9	1 230	19,3	3 489	54,8	2 719	917	33,7	410	15,1	2 032	74,7		
6	3 307	939	28,4	616	18,6	1 909	57,7	1 370	443	32,3	198	14,5	1 153	84,2		
≥7	2 743	769	28,0	485	17,7	1 605	58,5	1 062	390	36,7	162	15,3	825	77,7		
Keskim.			19,6		17,0		29,9				24,6		13,8		39,2	

3.3 Taloudelliset arvot

Kiinteän eläinmäärän tilanteessa lasketut ominaisuuksien taloudelliset arvot on esitetty taulukossa 7. Maitoneste-, rasva- ja valkuaisuutoksen sekä elopainon perinnöllisen tason 2 %:n nousu vaikutti lehmien tuotoksiin, rehunkulutukseen ja meijerimaidon hintaan, mutta ominaisuudesta riippuen hyvin eri tavoin.

Maitonestetuotoksen 2 %:n lisäys oli ayrshirelehmillä (holstein-friisiläislehmillä) 160 kg (170 kg). Pitoisuudet laskivat ja meijerimaidon hinta aleni 0,64 snt/l (0,62 snt/l). Tilan maitotuotot muodostuivat alhaisemmasta tuottajahinnasta huolimatta perustilannetta suuremmiksi. Lehmäkohtainen rehunkulutus nousi 25 ry/v (26 ry/v) ja samalla valkuaisen määrä suhteessa rehuyksiköihin laski, joten lehmän vuotuisesta rehunkulutuksesta voitiin 101 ry (91 ry) korvata rehuviljalla. Rehuviljan korkeampi määrä ja alhaisempi hinta alensivat ruokinnan kokonaiskustannuksia. Kun laskelmissa huomioitiin myös lypsyyn käytetyn työajan lisäkustannus, 121 €/v (132 €/v), maitonestekilon taloudelliseksi arvoksi saatiin ayrshirerodulla 0,13 €/kg ja holstein-friisiläisellä 0,12 €/kg.

Ayrshirelehmän (holstein-friisiläislehmän) **rasvatuotoksen** 2 %:n nousu lisäsi tilan maitotuottoja, koska kohonneen rasvapitoisuuden ansiosta maitolitrasta saatu yksikköhinta nousi 0,21 snt/l (0,19 snt/l). Lehmän energian tarve rasvan tuottamiseen kasvoi 35 ry/v (34 ry/v), mutta valkuais- ja energiatarpeen suhde muuttui siten, että rehuviljan määrää voitiin ruokinnassa lisätä 171 ry/lehmä (144 ry/lehmä). Rehuviljan suurempi osuus ruokinnassa alensi tilan ruokintakustannuksia 167 € (121 €). Rasvakilon taloudelliseksi arvoksi saatiin 3,40 €/kg (3,10 €/kg).

Kun **valkuaisuutoksen** perinnöllistä tasoa nostettiin 2 % (5,5 kg ja 5,7 kg), korkeampi valkuaispitoisuus maidossa nosti tuottajahintaa 0,45 snt/l (0,43 snt/l). Energian ja valkuaisen tarpeet kasvoivat, mutta suhteessa rehuyksiköihin valkuaisen tarve kasvoi huomattavasti

Taulukko 7. Ominaisuuksien taloudelliset arvot ja painot ayrshire- ja holstein-friisiläisrodulla.

	yks.	AYRSHIRE					HOLSTEIN-FRIISILÄINEN				
		EV			EW		EV			EW	
		€/yks.	σ_{EBV}	€/σ _{EBV}		%	€/yks.	σ_{EBV}	€/σ _{EBV}		%
<i>Tuotanto-ominaisuudet:</i>											
Maitotuotos	kg	0.13	498	65	0.84	21.6	0.12	570	70	0.98	19.9
Rasvatuotos	kg	3.40	22.8	77	1.00	25.6	3.10	23.0	71	1.00	20.3
Valkuaistuotos	kg	3.73	14.6	54	0.70	18.0	3.61	17.4	63	0.88	17.9
Elopaino	kg	-0.97	24.6	-24	-0.31	7.9	-1.00	27.6	-28	-0.39	7.9
<i>Hedelmällisyysominaisuudet:</i>											
Tyhjäkausi	pv	-1.22	7.0	-9	-0.11	2.8	-1.71	7.6	-13	-0.18	3.7
Hedelmällisyshoidot	%	-0.69	1.8	-1	-0.02	0.4	-0.70	2.2	-2	-0.02	0.4
<i>Käyttöominaisuudet:</i>											
Tuotantoikä	pv	0.67	65	43	0.56	14.4	1.12	65	73	1.02	20.6
Soluluku	1000 kpl/ml	-0.19	30	-6	-0.07	1.9	-0.33	27	-9	-0.13	2.6
Utaretulehdushoidot	%	-3.43	5.4	-18	-0.24	6.1	-3.46	5.6	-19	-0.27	5.5
Muut hoidot	%	-1.47	2.8	-4	-0.05	1.4	-1.45	3.0	-4	-0.06	1.2
EV	=	taloudellinen arvo (economic value)									
EW	=	taloudellinen painokerroin (economic weight)									
σ_{EBV}	=	jalostusarvon ennusteiden keskihajonta									

enemmän. Lehmän rehunkulutus nousi 15 ry/v (16 ry/v), mutta rypsin määrä ruokinnassa lisääntyi 101 ry/lehmä (113 ry/lehmä). Tilan vuotuiset ruokintakustannukset nousivat 254 € (277 €). Valkuaiskilon taloudelliseksi arvoksi saatiin 3,73 €/kg (3,61 €/kg).

Kun ayrshirelehmien (holstein-friisiläislehmien) **elopainoa** nostettiin 12 kg (13 kg) perustilanteeseen verrattuna, tilan teurastuotot kasvoivat teuraslihan määrän lisääntyessä. Energian ja valkuaisen tarve ylläpitoon ja kasvuun lisääntyivät, joten koko karjan rehunkulutus nousi 1 586 ry/v (1 720 ry/v). Ruokintakustannukset nousivat selvästi tuottoja enemmän, joten elopainokilon taloudelliseksi arvoksi tuli -0,97 €/kg (-1,00 €/kg).

Lehmien **tyhjäkauden** lyhentäminen neljällä päivällä vaikutti useisiin biologisiin ja taloudellisiin muuttujiin, mutta muutokset olivat hyvin pieniä. Tyhjäkauden lyheneminen ei vaikuttanut lehmien elinikään, teurastuottoihin eikä päiväkohtaisiin kustannuksiin. Ayrshirelehmien (holstein-friisiläislehmien) keskituotos nousi 17 kg (24 kg), joten tilan vuotuiset maitotuotot ja työkustannukset hieman nousivat. Molemmissa roduissa siemennysten määrä väheni ja poikimisten määrä hieman lisääntyi. Lehmien rehunkulutus lisääntyi nostamalla hieman ruokinnan kokonaiskustannuksia. Muuttuvat kustannukset, joihin myös eläinlääkintä- ja siemennyskustannukset sisältyivät, laskivat. Yhden tyhjäkauspäivän taloudelliseksi arvoksi saatiin 1,22 €/pv (1,71 €/pv).

Sairausriskien 2 %:n nosto lisäsi esimerkiksi **utaretulehduksen** hoitoprosenttia 0,4 (0,5) prosenttiyksikköä. Tilan meijerimaidon määrä väheni 26 litraa (35 l), joten maitotuotot laskivat. Utaretulehdusten hoitokustannukset olivat 15 €/tila (19 €/tila) suuremmat kuin perustilanteessa. **Hedelmällisyshäiriöiden ja muiden sairauksien** kohdalla tapahtui vastaavat, mutta pienemmät muutokset. Utaretulehdushoidoissa, hedelmällisyshäiriöissä ja muissa sairauksissa yhden prosenttiyksikön arvoksi saatiin -3,43 (-3,46), -0,69 (-0,70) ja -1,47 (-1,45) €/%. Yhden prosenttiyksikön arvosta johdettiin yhden utaretulehdushoidon, hedelmällisyshäiriön ja muun sairauden arvo, joka oli 343 (346), 69 (70) ja 147 (145) €/hoito.

Kun **soluluvun** perinnöllistä tasoa parannettiin 2 %, ayrshirekarjan (holstein-friisiläiskarjan) meijerimaidon solulukku laski 117 000:een (139 000:een). Tässä tapauksessa parhaimpaan hintaluokkaan maidosta ylsi 96,9 % (92,5 %) ja maidosta saatu laatulisä nousi vuodessa 49 € (103 €). Soluluvun perinnöllisen tason suotuisa kehitys lisää todennäköisesti meijeriin toimitetun maidon määrää, mutta sitä ei laskelmissa otettu huomioon. Soluluvun taloudelliseksi arvoksi saatiin 0,19 €/1 000 kpl/ml (0,32 €/1 000 kpl/ml).

Kun ayrshirelehmien (holstein-friisiläislehmien) **tuotantoikä** pidennettiin 20 pv (18 pv), vaikutukset näkyivät monissa biologisissa ja taloudellisissa muuttujissa, mutta muutokset olivat yleensä vähäisiä. Tuotantoiän pidentyminen vähensi lehmien uudistustarvetta ja sitä kautta se vaikutti kaikkiin tilan tuottoihin ja kustannuksiin. Lehmien ikääntyminen nosti keskituotosta 30 kg (52 kg). Meijerimaidon määrä nousi 594 l (1 020 l), joten maitotuotot lisääntyivät 261 € (429 €). Liharotusiemennysten osuutta voitiin nostaa 5,3 prosenttiyksikköä (6,5 prosenttiyksikköä), koska lehmävasikoita tarvittiin vähemmän uudistamiseen. Tilan vasikkatuotot lisääntyivät 94 € (103 €). Lehmien rehunkulutus lisääntyi 303 ry/tila (461 ry/tila), ja hiehojen määrän vähentyminen alensi nuorkarjalle tarvittavaa rehun määrää 421 ry/tila (506 ry/tila). Muutokset eläinten rehunkulutuksessa alensivat tilan ruokintakustannuksia yhteensä 17 € (3 €). Lehmien ikääntyessä utaretulehduksen hoitoprosentti lisääntyi 0,35 (0,34) prosenttiyksikköä ja muiden sairauksien 0,18 (0,21) prosenttiyksikköä. Tästä syystä tilan eläinlääkintäkustannukset nousivat 15 € (15 €) vuodessa. Muut kustannukset, eläinlääkintä- ja siemennyskustannukset mukaan lukien, lisääntyivät 23 € (20 €). Teuraslehmien määrä väheni 0,46 kpl (0,52 kpl), joten teurastuotot ja -tuot vähentyivät yhteensä 164 € (192 €). Tilalla kuolleiden lehmien määrä myös hieman väheni. Rakennus-, kone-, työ-, eläin- ja liikepääoman korko- sekä yleiskustannukset vähentyivät yhteensä 96 € (97 €). Tuotantoiän taloudelliseksi arvoksi saatiin ayrshirelehmillä 0,67 €/tuotantopäivä (1,12 €/tuotantopäivä). Tuotantoiän taloudellisesta arvosta johdettiin uudistusprosentille arvo, joka oli 18,7 €/° (26,1 €/°). Tämä tulos on yli kaksinkertainen Kulakin ym. (2004) saamiin tuloksiin verrattuna.

3.4 Yhteenveto eri ominaisuuksista

Taloudelliset arvot skaalattiin keskenään vertailukelpoisiksi kertomalla ominaisuuden taloudellinen arvo sen jalostusarvoindeksin hajonnalla (Taulukko 7). Lisäksi ratkaistiin ominaisuuden taloudellinen painokerroin (EW) siten, että ominaisuuden skaalattu taloudellinen arvo suhteutettiin taloudellisesti tärkeimmän ominaisuuden skaalattuun arvoon. Kaikista tarkasteltavista ominaisuuksista rasvatuotoksen jalostusarvon ennusteiden hajonnanyksikön taloudellinen arvo oli ayrshirerodulla korkein. Seuraavaksi tärkein ominaisuus oli maitoneste- tuotos. Vasta kolmanneksi tärkeimmäksi ominaisuudeksi tuli valkuaistuotos, jota on tähän mennessä pidetty tärkeimpänä. Holstein-friisiläisrodulla maitoneste- ja rasvatuotoksen sekä tuotantoiän hajonnanyksiköille saatiin samansuuruiset taloudelliset arvot. Vasta neljänneksi tärkein ominaisuus oli valkuaistuotos. Voutilaisen ja Jugan (1998) tutkimustulosten perusteella nämä tulokset eivät olleet odotettuja. Tutkimusten väliset erot johtuvat pääosin meijerimaidon hinnoittelusta, rehukustannuksista ja ravinnontarpeiden määrittelystä. Tyhjäkauden ja soluluvun taloudelliset arvot vastasivat Voutilaisen ja Jugan (1998) saamia tuloksia.

Tuotosominaisuuksien taloudellinen merkitys oli ayrshirerodulla suhteessa suurempi kuin holstein-friisiläisrodulla (Taulukko 7). Neste-, rasva- ja valkuaistuotoksen yhteenlaskettu suhteellinen osuus oli ayrshirerodulla 65 % kaikkien tarkasteltavien ominaisuuksien yhteenlasketuista skaalatuista taloudellisista arvoista, kun taas holstein-friisiläisillä osuus oli 58 %. Tuotantoiän suhteellinen taloudellinen merkitys näyttäisi tällä hetkellä olevan selvästi suurempi holstein-friisiläislehmillä (20,6 %) kuin ayrshirelehmillä (14,4 %). Terveysominaisuuksien suhteellinen merkitys oli vastaavasti 9,4 % (9,3 %), elopainon 7,9 % (7,9 %) ja hedelmällisyyden 3,2 % (4,1 %).

3.5 Maidon hinnanalennus

Maidon 15 %:n hinnanalennus sai aikaan sen, että ominaisuuksien taloudelliset arvot olivat kauttaaltaan alhaisemmat kuin tilanteessa, jossa vallitsi vuoden 2003 hintataso. Rasvatuotos pysyi taloudellisesti tärkeimpänä ominaisuutena ja valkuaistuotoksen merkitys laski selvästi. Molemmat rodut menettivät hieman tuotosominaisuuksien taloudellisista painoista terveysominaisuuksille ja elopainolle. Tuotosominaisuuksien suhteellinen merkitys oli ayrshirerodulla (holstein-friisiläisrodulla) 63,5 % (56,1 %), tuotantoiän 14,4 % (20,5 %), terveysominaisuuksien 9,9 % (10,1 %), elopainon 9,2 % (9,2 %) ja hedelmällisyyden 3,0 % (4,1 %).

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Lypsykarjan rehunkulutuksen sekä ruokinta- ja työ kustannusten luotettava arviointi on perusedellytys luotettavien taloudellisten arvojen aikaansaamiseksi. Tässä tutkimuksessa oli haastavaa luotettavien taloudellisten ja biologisten tunnuslukujen löytäminen. Monissa eri lähteissä julkaistut arvot olivat erisuuruiset ja samassa lähteessä jopa ristiriidassa keskenään. Tilakoon vaikutusta taloudellisiin arvoihin ei voitu myöskään arvioida, koska tietoa erikoisten karjojen tunnusluvuista ei ollut saatavilla. MATU-laskelmien tuloksissa (tuotosseuranta) vaihtelu on valtavan suurta verrattuna kirjanpito tilojen tuloksiin, mutta kirjanpito tiloilta ei lasketa kovin yksityiskohtaisia tunnuslukuja, kuten karkea- ja väkirehujen tila- ja ostohintoja. Luotettavien tunnuslukujen saamista tutkimuskäyttöön helpottaisi kirjanpito tilojen ja tuotosseurannan rekistereiden yhdistäminen.

Terveystarkkailuaineistosta laskettiin eläinlääkärihoitojen osuus suhteessa lehmien lypsy-päiviin roduittain ja poikimakerroittain. Sairauksien kokonaishoitoprosentiksi tuli ayrshirelehmillä 66,5 % ja holstein-friisiläisillä 77,6 %. Utaretulehdushoidot ja muut sairaudet -ryhmän hoidot olivat yleisimpiä holstein-friisiläislehmillä ja hedelmällisyysongelmiin liittyvät hoidot ayrshirelehmillä. Simulaatiossa saatiin yhden utaretulehdushoidon kokonaiskustannukseksi 345 €, hedelmällisyyshäiriön 70 € ja muihin sairauksiin liittyvän hoidon 145 €. Tähän kustannukseen sisältyivät eläinlääkintäkustannuksen lisäksi käyttökelvottoman maidon määrästä aiheutuneet tulonmenetykset. Simulaatioissa rotujen välinen ero karjan keskimääräisissä eläinlääkintäkustannuksissa osoittautui selväksi.

Simuloitujen maitotilojen yrittäjänvoitto oli negatiivinen eikä erirotuisten karjojen välillä ollut juuri eroa, vaikka holstein-friisiläislehmien korkeampi maitotuotos ja parempi hedelmällisyys antaisivat mahdollisuuden toisenlaisille oletuksille. Ayrshirelehmien korkeampi tuotantoikä ja parempi terveys pitävät karjan kustannukset kurissa. Rotujen tasapäinen kannattavuus selittää varmaankin sen, ettei kansainvälisesti runsaslukuinen ja arvostettu holstein-rotu ole vallannut suomalaisnavetoita nykyistä enempää.

Maidon hinnoittelu ja ruokintakustannukset ovat ratkaisevia tekijöitä taloudellisten arvojen määrittämisessä. Muutokset maidon pitoisuuksien hinnoittelussa vaikuttavat suoraan maidon komponenttien taloudelliseen merkitykseen ja niiden välisiin suhteisiin. Euroon siirryttäessä suomalainen meijeriteollisuus nosti rasvapitoisuudesta maksettavaa tuottajahintaa ja laski valkuaispitoisuuden hintaa. Tuotantokustannuksiin nähden rasvasta saa tällä hetkellä kannattavaa hintaa. Tämä on ristiriidassa maitorasvan omavaraisuuden ja vientitukien loppumisen kanssa. Vuonna 2003 maitorasvan omavaraisuus oli Suomessa 135 % ja maitonesteen 111 % (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, 2005). Lisäksi Suomen lypsykarjatalous on riippuvainen ulkomailta tuodusta valkuaisesta ja omavaraisuus valkuaisrehuissa on vain 14 % (Maa- ja metsätalousministeriö, 2004). Maidontuottajien rehuvalkuaisesta maksettava hinta on selvästi suurempi muihin rehukomponentteihin verrattuna (ProRehustus 2002). Suomessa on maitolitralla maksettu myös tuotantotukea. Tuki kohdentuu lähes kokonaan maidon nesteosalle, jolloin maitotuotoksen taloudellinen arvo muodostuu korkeaksi.

Meijerimaidon hinnoittelu, rehukustannukset ja erilaiset energia- ja valkuaistarpeet sekä niiden väliset suhteet lehmän rehuannoksessa selittävät suurelta osin rasva- ja maitotuotoksen tässä tutkimuksessa saamat korkeat taloudelliset arvot ja valkuaistuotoksen odotettua alhaisemmat arvot. Aikaisempiin tutkimuksiin (Voutilainen & Juga 1998, Kulak ym. 2004) verrattuna tällä oli selvä vaikutus tuloksiin. Rasvatuotoksen jalostusarvon ennusteiden hajonnanyksikön taloudellinen arvo oli ayrshirerodulla korkein suhteessa muihin tarkasteltuihin ominaisuuksiin. Holstein-friisiläisrodulla maitonestetuotoksen ja tuotantoiän hajonnanyksikön arvot olivat rasvatuotoksen kanssa samaa suuruusluokkaa. Valkuaistuotos, jolla on ollut suurin paino lypsykarjan jalostuksessa useiden vuosien ajan, sai ayrshirerodulla kolmanneksi ja holstein-friisiläisillä neljänneksi korkeimman taloudellisen painokertoimen. Terveysominaisuuksista tärkeimmäksi nousivat utaretulehdushoidot, soluluvun ollessa selvästi toisena. Tuotosominaisuuksien suhteellinen merkitys oli ayrshirerodulla (holstein-friisiläisrodulla) 65,1 % (58,1 %), tuotantoiän 14,4 % (20,6 %), terveysominaisuuksien 9,4 % (9,3 %), elopainon 7,9 % (7,9 %) ja hedelmällisyyden 3,2 % (4,1 %).

Kokonaisjalostusarvoa laskettaessa kestävyys on jo osittain mukana utareterveys- ja hedelmällisyysindeksien kautta, mutta olisiko se otettava mukaan kokonaisjalostusarvoon omana ominaisuutenaan? Näin on jo tehty useissa maissa. Tuotantoiän suuri merkitys holstein-friisiläislehmille näkyy tämänkin tutkimuksen tuloksissa. Rotu on valtarotuna ulkomailla pohjoismaita lukuun ottamatta. Lypsykarjan jalostuksessa kestävyuden ”näkyvä” jalostaminen voisi korostaa pyrkimystä maidontuotannon eettisesti korkeaan laatuun. Kuluttajat pitävät eläimen pitkää elinikää hyvinvoinnin mittarina ja karjanomistajat kannattavuutta rajoittavana tekijänä. Meijeriteollisuudelle se on lähinnä imago-kysymys ja lihateollisuudelle raaka-aineen saantiin vaikuttava tekijä.

Jalostuksessa joudutaan miettimään elopainon merkitystä ja asettamaan tavoitteet sen kehitykselle, koska tämänhetkisillä lehmänlihan tuottajahinnoilla suurista elopainoista seuraa karjanomistajalle tappiota. Kuitenkin lehmän kokoa arvostetaan. Tuotosten kasvaessa ja tehokkuusvaatimusten lisääntyessä utareen etäisyys maasta korostuu. Kookkaalla lehmällä myös huonosti kiinnittynyt, syvä utare on riittävän etäällä maasta. Näin utareen loukkaantumisriski vähenee ja helppohoitoisuus paranee. Toisaalta lehmän korkea elopaino voi rasittaa sen omaa hyvinvointia, rakennetta ja elinikää.

Suomen olosuhteissa kannattaisi arvioida uudelleen tärkeimpänä jalostettavana ominaisuutena olevan valkuaistuotoksen merkitystä. Rasvatuotos näytti saatujen tutkimustulosten perusteella taloudellisesti tärkeimmältä ominaisuudelta. Myös maitonestetuotoksen merkitys näyttäisi olevan suuri. Maidontuotannossa tapahtuu lähitulevaisuudessa suuria muutoksia, kun EU:n maatalouspolitiikan uudistus toteutuu (Lehtonen & Hirvijoki 2004). Tuotetulle maitolitralla maksetun tuen vaikutus on selvä maitotuotoksen taloudelliseen arvoon, mutta miten uusi tilatuki tulee vaikuttamaan ja miten se pitäisi huomioida laskelmissa? Taloudellisia arvoja laskettaessa tehdyissä laskentavirheissä tuli ilmi tuotosominaisuuksien herkkyys maidon hinnoittelulle ja lähtötietoina käytetyille rehujen hinnoille, tai

paremminkin niiden välisille suhteille. Tulevaisuuteen luotsaavassa jalostuksessa ei päätöksenteko jalostustavoitteiden osalta ole tällä hetkellä helppo tehtävä, etenkin tuotosominaisuuksissa. Päätöksenteon avuksi tarvittaisiin myös tutkimustuloksia rakenneominaisuuksien taloudellisista arvoista.

Tutkimuksissa saadut ominaisuuksien taloudelliset arvot eivät ole koskaan absoluuttisia totuuksia vaan suuntaa antavia arvioita. Tänä päivänä toteutettu lypsylehmien jalostusvalinta tuottaa tulosta vasta vuosien päästä ja luotettavien taloudellisten arvojen määrittäminen edellyttäisi luotettavaa tietoa tulevaisuudesta. Tulevaisuuden ennustaminen on kuitenkin mahdoton tehtävä, mutta suuntaa antavia ennusteita on päätöksenteossa hyödynnettävä.

Kirjallisuus

- Dado, R.G., Mertens, D.R. & Shook, G.E. 1993. Metabolizable energy and absorbed protein requirements for milk component production. *Journal of Dairy Science* 76:1573-1588.
- Kulak, K., Nielsen, H.M. & Strandberg, E. 2004. Economic values for production and non-production traits in Nordic dairy cattle populations calculated by stochastic simulation. *Agriculturae Scandinavica. Section A Animal Science* 54:127-138.
- Lehtonen, H. & Hirvijoki, M. 2004. CAP-uudistuksen vaikutukset maidontuotantoon. Teoksessa: Heikki Lehtonen (toim.). CAP-uudistus Suomen maataloudessa. MTT:n selvityksiä 62: 66-85.
- Maa- ja metsätalousministeriö, 2004. Kansallinen rehustrategia ja toimenpideohjelma 2004-2010. 101 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, 2004. Tietokappa – Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 4/2004. 47 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, 2005. Maatilatilastollinen vuosikirja 2004. 268 s.
- Nousiainen, J.I., Jauhiainen, L., Toivakka, M. & Huhtanen, P. 2006. Simulointimalli poistopäätöksen apuvälineeksi. MTT:n selvityksiä 112: 27-40.
- Toivakka, M. 2006. Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotannon taloudelliset arvot. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 79. Pro gradu-työ, 48 s.
- Voutilainen, U. & Juga, J. 1998. Customised net index for Finnish Ayrshire population. *Proceedings of 4th Baltic Animal Breeding Conference, Tartu, 2-3 April 1998*, s. 84-87.

Sonnien kestävyysindeksien ennustaminen tuotanto-, hedelmällisyys-, terveys- ja rakenneominaisuuksien jalostusarvoilla

Minna Toivakka ja Esa Mäntysaari

1 Johdanto

Lehmän kykyä säilyä karjassa kutsutaan kestävyudeksi. Kestävyys on kyky välttää poisto ja toiminnallinen kestävyys on kyky välttää pakollinen (suunnittelematon) poisto (Essl 1998). Tuotantokauden pituus eli tuotantoikä on ajanjakso ensimmäisestä poikimisesta poistoon ja sitä mitataan päivinä. Lypsylehmien keskimääräistä tuotantoikää voidaan luotettavasti mitata ja seurata, koska karjanomistajat ovat velvollisia ilmoittamaan valtakunnalliseen nautarekisteriin nautaeläinten syntymä- ja poistotiedot seitsemän päivän kuluessa tapahtumasta. Tuotosseurannassa vuonna 2003 poistettujen ayrshirelehmien keskimääräinen tuotantoikä oli 999 päivää ja holstein-friisiläisten 915 päivää (Toivakka 2006).

Lypsykarjan jalostuksessa kestävyyttä voidaan parantaa valitsemalla jalostukseen sellaisia sonneja, joiden tyttaret pysyvät pitkään tuotannossa. Tällä hetkellä Suomessa lasketaan sonneille jalostusarvostelut 6 eri tuotanto-ominaisuudelle, 7 lisääntymisominaisuudelle, 4 terveysominaisuudelle, 5 käyttöominaisuudelle ja 23 rakenneominaisuudelle. Lopulliseen jalostustavoitteeseen on otettu näistä ominaisuudet, joilla on arvioitu olevan suurin taloudellinen merkitys. Osa taloudellisesta vaikutuksesta johtuu suorista yhteyksistä tuotantokustannuksiin, mutta osa taloudellisista vaikutuksista välittyy tuotannollisen iän kautta ja on siten yhteydessä kestävyYTEEN.

Toinen vaihtoehto olisi valita jalostuseläimiä kestävyysarvostelun eli kestävyysindeksien perusteella. Eri maissa kestävyysarvostelut toteutetaan eri tavoin. Ne voivat perustua tiettyssä iässä sonnien elossa olevien tyttärien tai seuraavalle tuotantokaudelle selviytyneiden tyttärien osuuteen, rakenneominaisuuksien jalostusarvosteluihin tai näiden yhdistelmään. Suomessa kestävyysindeksit lasketaan survival analysis –menetelmällä. Ensimmäiset indeksit julkaistiin keväällä 2003. Menetelmään perustuvan tietokoneohjelmiston kehittivät Ducrocq ja Sölkner (1994). Jalostusarvostelumallissa lehmän tuotantoikää kuvataan poistoriskin avulla. Lehmän ikääntyessä poistoriski kasvaa. Mitä vanhemmaksi lehmä elää, sitä alhaisempi sen oma poistoriski on verrattuna nuorempaan poistetun lehmän poistoriskiin. Riskifunktiot korjataan tuotostason suhteen, jotta tulokset olisivat vertailukelpoiset tuotostasosta riippumatta. Jalostusarvot lasketaan vain sonneille ja ne julkaistaan, kun sonnien tyttäristä on poistettu tuotannosta vähintään 20 kpl. Kestävyysindeksien heikkous on niiden valmistumisajankohta. Kohtuullinen arvosteluvarmuus saavutetaan vasta, kun suurin osa sonnien tyttäristä on poistettu. Ainakaan toistaiseksi kestävyyttä ei ole otettu kokonaisjalostusarvojen laskentaan omana ominaisuutenaan.

Lehmien kestävyysindeksiä voidaan toteuttaa aikaisemmin, jos valinta voidaan tehdä tuotantoikään vaikuttavien ominaisuuksien perusteella. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, mitkä jalostusarvosteltavista ominaisuuksista selittävät parhaiten tämänhetkisen kestävyysindeksin eli kuinka hyvin sonnien tyttären perinnöllistä tuotantoikää on mahdollista ennustaa muiden ominaisuuksien jalostusarvoilla.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytettiin Suomen Kotieläinjalostusosuuskunnan jalostusarvosteluaineistoa vuodelta 2003. Tarkastelu rajattiin 1992–1996 syntyneisiin ayrshire- ja holstein-friisiläissonneihin, koska oletettiin tällä ajanjaksolla syntyneiden sonnien olevan vertailukelpoisimmat kestävyysindeksien suhteen; sonnien tyttärillä oli mahdollisuus kolmeen poikimakertaan ja rakennearvostelu-uudistuksen vaikutusten oletettiin olevan minimissään. Aineistosta rajattiin pois sonnit, joilla tuotosominaisuuksien arvosteluvarmuus oli alle 80 tai niillä oli valiosonnikäytön jälkeen syntyneitä, lypsyssä olevia tyttäriä. Tällä haluttiin varmistaa indeksien luotettavuus sekä poistaa emävalinnan mahdollinen vaikutus arvosteluihin. Näillä rajoituksilla alkuperäisestä 17 731 sonnin aineistosta tutkimusaineistoon jäi 498 ayrshire- (aineisto 1) ja 246 holstein-friisiläissonnia (aineisto 2) jalostusarvostelutietoineen.

Tutkimuksessa käytettiin SAS-ohjelmiston REG-proseduuria eli lineaarista regressioanalyysiä. Perustunnuslukujen lisäksi laskettiin muuttujien väliset korrelaatiot sekä piirrettiin hajontakuviot. Selittäjien valinnassa pyrittiin tieteellisen säästäväisyysperiaatteen mukaisesti mahdollisimman vähäiseen selittäjien määrään ja niiden tilastolliseen merkitsevyyteen. Selittävinä muuttujina testattiin myös luokiteltuja muuttujia ja muuttujien välisiä yhdysvaikutuksia. Mallien harhattomuutta ja jäännösvaihtelun homoskedastisuutta tarkasteltiin mallien jäännösvaihteludiagrammeista. Jokaisesta vaihtoehtoisesta mallista piirrettiin myös todennäköisyyskuvat (normal probability plot) ja tarkasteltiin vaikutusvaltaisten ja poikkeavien havaintojen merkitys vipuarvojen ja ulkoisesti studentoitujen residuaalien avulla. Vipuarvot kertovat havainnon vaikutusvaltaisuudesta ja ulkoisesti studentoidut residuaalit havainnon poikkeavuudesta. Havainto oli vaikutusvaltainen, jos sen vipuarvo oli suurempi kuin $2 \times (\text{selittäjien} + \text{vakio lkm}) / \text{havaintojen lkm}$ (Vehkalahti 2003). Multikollineaarisuutta tutkittiin tarkastelemalla selittäjien välisiä korrelaatioita.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Kestävyyssindeksin arvoa selittävät ominaisuudet

Selitettävä muuttuja eli kestävyysindeksi (longevity) oli lähes normaalisti jakautunut. Pääsääntöisesti myös selitettävät muuttujat olivat normaalisti jakautuneita. Kestävyyssindeksin ja mahdollisten selittäjien väliset riippuvuudet olivat lineaarisia, joten muitakaan muunnoksia ei tarvinnut toteuttaa.

Lehmien yleisimmät poistonsyyt olivat lähtökohtana selittävien muuttujien valinnalle. Yleisimmät poistonsyyt ovat utare- ja hedelmällisyysongelmat, joten soluluku-, utaretulehdushoidot- ja tyhjäkausi-indeksit valittiin malliin ensimmäisenä. Aineiston muuttujien välisten hajontakuvioiden ja korrelaatioiden perusteella valittiin myös utareen muoto -indeksi ja ayrshiresonneilla lisäksi muut hoidot -indeksi ensimmäisten mahdollisten selittäjien joukkoon. Muita mahdollisia selittäjiä lisättiin malliin yksitellen. Niiden jääminen malliin riippui tilastollisesta merkitsevyydestä, vaikutuksesta korjattuun selitysasteeseen, mallin harhattomuuteen, jäännösvaihtelun homoskedastisuuteen ja mallivirheiden normaalisuuteen. Eri ominaisuuksia painottamalla muodostetut yhdistelmäindeksit: utareterveys-, utarerakenne-, hedelmällisyys- ja runkoindeksit jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, koska kestävyysindeksi haluttiin selittää yksittäisillä ominaisuuksilla eikä niiden yhdistelmillä. Tulokset parhaista mallivaihtoehdoista löytyvät taulukosta 1 ja eri roduille laskettuja painokertoimien suuruuksia on havainnollistettu kuvassa 1.

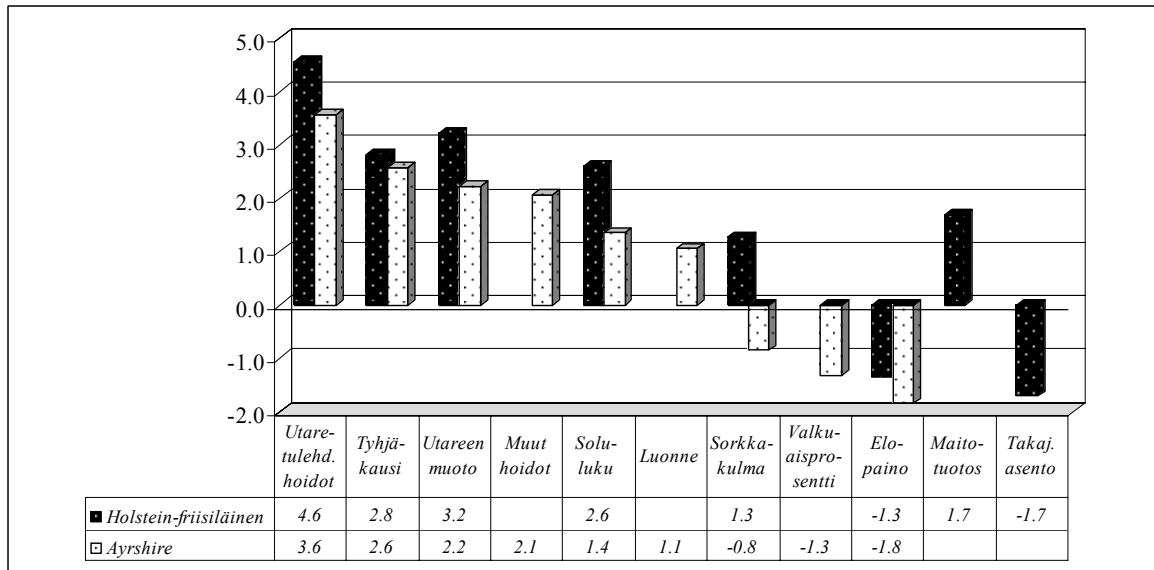
Taulukko 1. Sonnien kestävyysjalostusarvoa ennustavien yksittäisten jalostusarvoindeksien painokertoimet ennustemallissa (Ayrshire-rodun tulokset Hannuksela 2004, holstein-friisiläinen, Laakso 2004).

	AYRSHIRE			HOLSTEIN-FRIISILÄINEN		
	Estimaatti	S.E.	p-arvo	Estimaatti	S.E.	p-arvo
Vakio	11,77	7,76	0,130	-30,27	15,84	0,329
Utaretulehdushoidot	0,36	0,04	***	0,46	0,06	***
Tyhjäkausi	0,26	0,03	***	0,28	0,06	***
Utareen muoto	0,22	0,03	***	0,32	0,06	***
Muut hoidot	0,21	0,03	***			
Soluluku	0,14	0,04	***	0,26	0,06	***
Luonne	0,11	0,03	***			
Sorkkakulma	-0,08	0,03	**	0,13	0,05	*
Valkuaisprosentti	-0,13	0,03	***			
Elopaino	-0,18	0,03	***	-0,13	0,05	***
Maitotuotos				0,17	0,06	**
Takajalkojen asento				-0,17	0,05	**

*** p < 0,001

** p < 0,01

* p < 0,05



Kuva 1. Eri ominaisuuksien jalostusarvojen suhteellinen merkitys sonnien kestävyysindeksien kuvaajana ayrshire- ja holstein-friisiläisrodulla.

Malleissa pyrittiin vähäiseen selittäjien määrään selityksasteen pysyessä mahdollisimman korkeana. Kaikki selittävät muuttujat ja niiden regressiokertoimet olivat loogisia. Lisäksi saadut kertoimet olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,03$) ja mallien korjattu selityksaste oli kohtuullisen korkea eli ayrshirellä 0,61 ja holstein-friisiläisillä 0,57. Muita mahdollisia selittäjiä, joiden tilastollinen merkitsevyys oli $p < 0,04$, olivat ayrshiresonneilla pitkämaitoisuus, rinnan leveys ja lantion leveys. Niiden sisällyttäminen malliin ei lisännyt mallin selityksastetta. Sorkkakulma- ja luonneindeksien poisjättäminen ei juuri vaikuttanut selityksasteeseen eikä residuaaleihin, mutta ne haluttiin pitää mallissa mukana tilastollisen merkitsevyyden takia sekä mahdollisina lehmien kestävyuden ”monipuolisina” ennustajina. Esimerkiksi eläimen sorkkakulmasta olisi mahdollista saada arvostelutietoa jo hiehona (alle 2-vuotiaana). Holstein-friisiläisillä muita mahdollisia, tilastollisesti merkitseviä ominaisuuksia ei löytynyt. Sonnien syntymävuodella ei ollut vaikutusta kestävyysindeksiin.

Selittävien muuttujien väliset riippuvuudet olivat molemmissa malleissa hyvin alhaisia (Taulukko 2). Korrelaatiot olivat alle $\pm 0,30$. Ainoastaan soluluvun ja utaretulehdushoitosten välillä korrelaatio oli korkeampi eli 0,50. Holstein-friisiläisillä lisäksi maitotuotoksen ja tyhjäkauden välinen korrelaatio oli -0,63 ja utaretulehdushoitosten ja utareen muodon 0,43. Koska voimakkaat korrelaatiot puuttuivat selittävien muuttujien väliltä, voitiin olettaa, että multikollinearisuutta ei esiintynyt.

Taulukko 2. Selittäjien väliset korrelaatiot. Taulukossa on myös mukana kestävyys. Kursiivilla korrelaatiot, jotka eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$). Aineiston 1 (ay) korrelaatiot on esitetty diagonaalini yläpuolella ja aineiston 2 (fr) diagonaalini alapuolella.

	kestävyys	ut.hoidot	tyhjäkausi	ut.muoto	m.hoidot	soluluku	luonne	s.kulma	valk-%	elopaino	maito-kg	t.j.asento
kestävyys	1,00	0,60	0,41	0,36	0,28	0,39	0,17	-0,13	-0,05	-0,17	-0,20	0,04
ut.hoidot	0,62	1,00	0,21	0,30	0,13	0,50	0,11	-0,05	0,12	-0,06	-0,27	0,01
tyhjäkausi	0,22	0,06	1,00	0,06	0,20	0,09	-0,07	-0,13	0,13	-0,01	-0,42	0,06
ut.muoto	0,41	0,43	-0,28	1,00	0,18	0,03	0,02	-0,01	0,07	0,11	-0,15	0,07
m.hoidot	0,29	0,14	0,24	0,23	1,00	-0,10	0,00	0,05	0,17	0,09	-0,18	-0,05
soluluku	0,43	0,42	0,06	0,23	0,09	1,00	0,01	-0,06	-0,13	-0,11	-0,08	-0,01
luonne	0,07	0,03	-0,11	0,16	-0,15	0,05	1,00	0,04	-0,08	-0,12	0,09	0,11
s.kulma	0,08	-0,10	0,17	-0,06	0,07	-0,13	0,13	1,00	0,17	0,05	0,02	0,07
valk-%	0,01	0,11	0,13	-0,01	0,11	0,05	0,01	0,12	1,00	-0,05	-0,51	-0,08
elopaino	-0,08	0,03	-0,23	0,28	0,06	0,15	-0,07	-0,25	0,00	1,00	-0,01	-0,12
maito-kg	-0,15	-0,14	-0,63	0,16	-0,21	-0,17	0,20	-0,15	-0,36	0,23	1,00	0,07
t.j.asento	-0,03	0,20	-0,20	0,23	-0,27	0,14	0,15	0,03	-0,02	0,18	0,12	1,00

Mallit olivat harhattomia, jäännösvaihtelu homoskedastista ja mallivirheet normaalisti jakautuneita. Jäännösvaihtelussa oli havaittavissa havaintojen keskittymistä indeksiin 100 ympärille, mutta tämä johtuu jalostettavien ominaisuuksien kvantitatiivisesta luonteesta. Suurin osa havainnoista keskittyy keskiarvon tuntumaan eli tässä tapauksessa indeksiin arvon 100 ympärille. Vaikutusvaltaisia havaintoja oli ayrshirellä reilut 20 kpl ja holstein-friisiläisellä kymmenkunta. Poikkeavien havaintojen kriittistä rajaa ei yksikään havainto ylittänyt. Samalla kertaa sekä poikkeavia että vaikutusvaltaisia havaintoja ei siis löytynyt, joten osoitinmuuttujia ei tarvittu.

3.2 Selittävien ominaisuuksien vaikutusten lineaarisuus

Mahdollisina selittäjinä testattiin myös luokittelevia muuttujia ja yhdysvaikutuksia. Tätä varten tyhjäkausi- ja utareen muoto -indeksit luokiteltiin viiteen luokkaan. Ensimmäisessä luokassa olivat sonnit, jotka olivat saaneet heikoimmat indeksit (<85), tämän jälkeen luokiteltiin sonnit 10 indeksipisteen välein luokkiin 2, 3 ja 4. Viidenteen luokkaan päätyivät sonnit, joiden indeksit olivat yli 115, eli jotka periyttivät erinomaista hedelmällisyyttä/reilusti kintereen yläpuolella sijaitsevaa utareta tyttärilleen.

Huomion arvoista on se, että mallissa, jossa tyhjäkausi- ja utareen muoto -indeksit olivat luokittelevina muuttujina, pitkää tyhjäkautta periyttäneiden sonnien luokka sai molemmissa roduissa poikkeuksellisen alhaisen ratkaisun ($b_{\text{tyhjäkausi1}} = -7$) verrattuna muihin luokkiin. Tällaisten sonnien tyttärien poistoriski oli selvästi korkeampi kuin esimerkiksi toiseen luokkaan kuuluneiden sonnien tyttärillä. Toinen mielenkiintoinen seikka oli se, että erittäin syvää utareta periyttäneiden sonnien kestävyysindeksi oli alhainen ($b_{\text{utare1}} = -4$), mutta ayrshiresonneilla selvästi kintereen yläpuolella sijaitsevaa utareta periyttäneillä vaikutus kestävyysindeksiin ei ollutkaan yksiselitteinen. Regressiokerroin oli yllättäen negatiivinen ($b_{\text{utare5}} = -0,14$) eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä. Korkealla sijaitseva utare voi tarkoittaa matalaa maitotuotosta eli lehmä poistetaan tuotannosta aikaisessa vaiheessa

kannattamattomana, tai erinomaisen utareen omaava eläin halutaan pitää karjassa mahdollisimman pitkään helppohoitoisuuden, jalostuksen yms. syiden takia. Holstein-friisiläisillä erinomaista utareen muotoa periyttäneiden sonnien tyttärien tuotantoikä oli puolestaan selvästi vertailuluokkaa pidempi ($b_{\text{utare5}} = 5,5$) ja kerroin oli tilastollisesti hyvin merkitsevä.

Tilastollisesti merkitsevät, jatkuvien muuttujien yhdysvaikutukset nostivat hieman selitystasetta, mutta niiden tulkinta oli vaikeaa. Myös useita luokittelevien muuttujien ja luokittelevien ja jatkuvien muuttujien yhdysvaikutuksia testattiin. Molemmissa roduissa kaksi utareen muodon ja tyhjäkauden välistä yhdysvaikutusta osoittautui tilastollisesti merkitseviksi. Erinomaisen utareen muodon ja lyhyen tyhjäkauden yhdysvaikutus kestävyysindeksiin oli ayrshirellä positiivinen, mutta holstein-friisiläisillä erittäin negatiivinen ($b_{\text{utare*tyhjäkausi}} = -11,0$).

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Vaikka kestävyys on ominaisuutena hyvin monisäikeinen, sen ennustamisessa muiden ominaisuuksien jalostusarvoilla päästiin kohtuulliseen selitystaseseen (0,57–0,61). Terveys- ja hedelmällisyysominaisuuksien jalostusarvot olivat odotetusti tärkeimmät kestävyteen vaikuttavat tekijät (vrt. Taulukko 1). Hyvää terveyttä ja parempaa tiinehtyvyyttä periyttävien sonnien tyttäret elävät pidempään. Utaretulehdushoidot saivat malleissa suurimman kertoimen. Seuraavaksi tärkeimmät ominaisuudet olivat tyhjäkausi ja utareen muoto. Molemmilla roduilla kestävyteen vaikuttavia tekijöitä olivat myös soluluku, elopaino ja sorkkakulma, joista sorkkakulman vaikutus oli roduilla päinvastaista. Ayrshirellä matala sorkka pidensi ja holstein-friisiläisillä lyhensi lehmien elinikää. Ayrshiresonneilla malliin valikoitui lisäksi muut hoidot-, luonne- ja valkuaisprosentti-indeksit ja holstein-friisiläisillä maitotuotos ja takajalkojen asento. Ayrshirellä syvä utare, suuri elopaino, pysty sorkka ja maidon korkea valkuaispitoisuus lyhentävät sonnien tyttärien tuotantoikää ja terveet, nopeasti tiinehtyvät ja hyväluonteiset tyttäret säilyvät karjassa kauemmin kuin sairastelevat, hedelmällisyysongelmaiset ja huonoluonteiset. Holstein-friisiläisellä huonoa utareterveyttä, pitkää tyhjäkautta, syvää utareta ja matalaa sorkkaa periyttävien sonnien tyttärien tuotantoikä oli lyhyempi ja hyvin lypsävät, kevyet ja pihtikintuiset tyttäret pysyvät tuotannossa pidempään.

Utaretulehdushoito-, tyhjäkausi- ja solulukuindeksejä lukuun ottamatta muiden ominaisuuksien selitysvaimasta ei ollut ennakko-oletuksia, vaan ne tulivat tutkimuksessa esiin. Ne osoittautuivat tilastollisesti hyvin merkitseviksi ja niiden saamat regressiokertoimet olivat kohdalaisen suurina verrattuina utareterveyden, tyhjäkauden ja soluluvun kertoimiin. Yksikään ominaisuuksista ei ollut selittäjänä yliverlainen. Tämä osoittaa sen, että lehmien kestävyys on ominaisuus, johon vaikuttaa useita tekijöitä.

Terveys- ja hedelmällisyysominaisuuksien tärkeys kestävyuden osatekijöinä on merkittävä ja ne ovat näin käyttökelpoisia ominaisuuksia sonnien tyttärien eliniän ennustamisessa.

Kestävyysindeksi saavuttaa hyväksyttävän arvosteluvarmuuden vasta, kun suurin osa sonnin tyttäristä on poistunut tuotannosta. Soluluvusta alkaa kertyä tietoa heti, kun sonnin tyttäret poikivat ensimmäistä kertaa ja alkavat lypsämään. Pian poikimisen jälkeen saadaan tiedot myös tyttären tyhjäkauden pituudesta. Terveysominaisuuksien jalostusarvostelun heikkous on tiedon hidaskertyminen terveystarkkailussa. Tiedot sairausmerkinnöistä rekisteröityvät pitkällä viiveellä ja osa jää rekisteröitymättä. Sairauksien suhteellinen osuus on selvästi suurempi kolmen ensimmäisen laktaatioviikon aikana. Sen vuoksi on mahdollista, että jalostusarvostelulle käyttökelpoista tietoa olisi saatavilla kohtalaisen arvosteluvarmuuden saavuttamiseksi jo sonnien tyttären ollessa tuotantouransa alussa. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että eri sonnien tyttären sairastumisalttius voi vaihdella poikimakerroittain.

Suuri elopaino ilmeisesti rasittaa lehmien hyvinvointia ja lyhentää niiden elinikää. Sitä ei ole aikaisemmin tutkittu eikä se ole noussut esille jalostukseen liittyvissä keskusteluissa. Elopainon vaikutus kestävyteen oli molemmissa roduissa selvä ja se oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Ayrshirellä tuotosominaisuuksista vain maidon valkuaispitoisuus ja holstein-friisiläisillä maitotuotos osoittautuivat kestävyteen vaikuttaviksi tekijöiksi. Ayrshiren kohdalla tämä oli yllättävää, koska kestävyden ja valkuaispitoisuuden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää suoraa korrelaatiota. Luonteen jalostusarvo pystyi selittämään ayrshirelehmien kestävydessä esiintyviä eroja, vaikka lehmiä poistetaan huonon luonteen takia vain reilun prosentin verran (Nousiainen 2006). Todennäköisesti vaikealuonteisilla lehmillä poistoriski muiden syiden suhteen kasvaa.

Ominaisuuksien lievä epälineaarisuus ilmeni ominaisuuksia luokiteltaessa. Luokittelu paljasti, ettei tietyn ominaisuuden vaikutus aina ole yksiselitteistä eikä välttämättä täysin lineaarista vaan portaittaista. Tämä on syytä ottaa huomioon kestävyysindeksin ennustettavuutta edelleen tutkittaessa.

Tutkimustulokset osoittavat, että kestävyysindeksiä voidaan ennustaa tuotanto-, hedelmällisyys-, terveys- ja rakenneominaisuuksien jalostusarvoilla kohtuullisen luotettavasti. Lisäksi selittäjien ja kertoimien erilaisuus osoittaa, että jokaiselle rodulle on syytä tehdä omat ennustemallit. Lukuun ottamatta maidon valkuaispitoisuutta yksittäisten ominaisuuksien painokertoimet olivat samansuuntaisia kuin ko. ominaisuuksien painot kokonaisjalostusarvoindeksissä. Tulokset antavat viitteitä siitä, että sonnien kokonaisindeksiin tulisi lisätä myös ns. muiden hoitojen indeksi sekä negatiivinen paino tyttären elopaino-indeksille.

Kirjallisuus

- Ducrocq, V. & Soelkner, J. 1998. The Survival Kit- a Fortran package for the analysis of survival data. Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Australia 27:447-448.
- Essl, A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: a review. Livestock Production Science. 57: 79-89.
- Hannuksela, M. 2004. Ayrshiresonnien kestävyysindeksien ennustaminen tuotanto-, hedelmällisyys-, terveys- ja rakenneominaisuuksien jalostusarvoilla. Data-analyysi II –kurssin harjoitustyö. Matematiikan ja tilastotieteen laitos. Helsingin Yliopisto 2004. 26 s.
- Laakso, M. 2004. Friisiläisrotuisten sonnien kestävyysindeksien ennustaminen muiden ominaisuuksien jalostusarvoilla. Data-analyysi II –kurssin harjoitustyö. Matematiikan ja tilastotieteen laitos. Helsingin Yliopisto 2004. 22 s.
- Nousiainen, J.I. 2006. Lypsylehmien poiston syyt. MTT:n selvityksiä 112: 9-26.
- Toivakka, M., 2006. Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotannon taloudelliset arvot. Pro Gradu -työ Helsingin Yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Kotieläinjalostus, 52 s.
- Vehkalahti K. 2003. Data-analyysi kurssin moniste. Matematiikan ja Tilastotieteen laitos. Helsingin Yliopisto. 33 s. Viitattu 3.12.2004. Saatavissa internetissä: <http://www.helsinki.fi/~kvehkala/da2/moniste.pdf>.

MTT:n selvityksiä -sarjan Talous-teeman julkaisuja

- No 66 Myyrä, S. 2004. Pellon kasvukunnon taloudellinen arvo. 37 s., 4 liitettä.
- No 67 Tiilikainen, S. 2004. Hevostalous maataloilla. 90 s., 7 liitettä.
- No 71 Koivisto, A. 2004. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. 64 s., 27 liitettä.
- No 74 Ovaska, S., Sipiläinen, T. & Ryhänen, M. 2004. Suomen IFCN-maitotilat – Vuoden 2003 tulosten tarkastelu. 29 s. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts74.pdf>).
- No 75 Myyrä, S. 2004. Pellon vuokrahinnot Suomessa vuosina 2003–2004. 23 s., 1 liite. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts75.pdf>).
- No 76 Pallari, M. 2004. Ekotuotteistamisen vihreä markkinointimalli – pienyritysten mahdollisuudet ja keinot. 91 s., 8 liitettä.
- No 79 Hirvi, T. 2004. Aktiivitilojen viljelijöiden mielipiteitä investointituesta ja nuorten viljelijöiden aloitustuesta. 60 s., 4 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts79.pdf>).
- No 80 Karhula, T., Outa, P., Kankaanhuhta, K. & Simola, I. 2004. Puutarhayritysten talous Suomessa. 74 s, 2 liitettä.
- No 81 Manninen, M. 2004. Työn ja talouden hallinta laajentaneilla lypsykarjataloilla. 66 s., 4 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts81.pdf>).
- No 88 Paananen, J. & Forsman-Hugg, S. 2005. Lähi- ja luomuruoka kunnallisissa ruokapalveluissa. Esiselvitys päättäjien näkemyksistä. 32 s., 2 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts88.pdf>).
- No 90 Karhapää, M., Turunen, H., Ala-Kleme, T., Paasonen, M., Puumala, M. & Siljander-Rasi, H. 2005. Luomuporsastuotannon mahdollisuudet Suomessa. 55 s., 6 liitettä.
- No 91 Koivisto, A. 2005. Mansikantuotannon kilpailuetu Suomessa ja Virossa. 81 s., 4 liitettä.
- No 92 Myyrä, S. & Pietola, K. 2005. Velkojen keskittymiskehitys Suomen maataloilla. 31 s., 2 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts92.pdf>).
- No 93 Juntti, L., Pihamaa, P. & Heikkilä, A-M. 2005. Kotimaista valkuaista herneestä - Onko viljelyyn taloudellisia edellytyksiä? 34 s., 2 liitettä.
- No 97 Forsman, K. 2005. Jämförelse mellan FADN-bokföringssystemet i Finland respektive Sverige. 64 sid., 3 bilagor. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts97.pdf>).
- No 98 Huan-Niemi, E. 2005. Special and Differential Treatment under the WTO Agreement on Agriculture. 33 p., 2 appendices. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts98.pdf>).
- No 100 Lehtonen, H. & Pyykkönen, P. 2005. Maatalouden rakennekehitysnäkymät vuoteen 2013. 40 s., 1 liite. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts100.pdf>).
- No 109 Varvikko, P. 2006. Kasvihuonekurkun ja -tomaatin tarjontaketjut Suomessa. 56 s., 1 liite. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts109pdf>).
- No 111 Manninen, M & Karhula, T. 2006. Maatalouden taloussuunnittelun ja seurannan tehostaminen. 50 s. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts111pdf>).
- No 112 Heikkilä, A-M. (toim.) 2006. Kestävä lehmä - Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyys taloudellinen merkitys. 82 s.

MTT:n selvityksiä 112

