

Lypsylehmien kestävyuden vaikutukset maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön

Jouni Nousiainen¹⁾, Lauri Jauhiainen²⁾ ja Pekka Huhtanen¹⁾

¹⁾MTT Eläinravitseminen, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾MTT Tietopalvelut, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää determinististä simulointimallia käyttäen, mikä on karjan uudistuksen osuuden vaikutus maidontuotantoon, rehun energian, valkuaisen, typen ja fosforin hyväksikäyttöön. Tutkittavat uudistuksen osuudet olivat 20, 30, 35, 40, 45 ja 50 prosenttia vuodessa. Suurin osa tekijöistä, kuten lehmien ikä ensimmäisen kerran poikiessa, lypsykausittainen tuotoskyky, poikimavälit ja keskimääräinen aika, mikä poistettaessa on kulunut edellisestä poikimisesta, on vakioitu.

Tavoiteltu keskimääräinen tuotostaso on 8400 kiloa maitoa. Simuloidun karjan poikimajakauma arvioitiin tuotostarkkailutietojen perusteella. Uudistukseen tarvittavan nuorkarjan lisäksi laskettiin vielä, minkä verran ylimääräisiä eläimiä on, kun ne poistetaan tai myydään 10, 90, 455 (tässä iässä elopaino vastaa teurastuspalkkioon edellytettyä 170 kilon ruhopainoa) ja 730 (55 päivää ennen poikimista) päivän iässä ja miten ne vaikuttavat tunnuslukuihin.

Eläimiltä laskettiin paino ja kasvu eri-ikäisinä, sekä maidontuotanto eri lypsykausina. Niihin perustuen laskettiin energian, valkuaisen ja fosforin tarve käyttäen ruokintasuosituksia sekä maitoon, kasvuun ja vasikoihin pidätyntyyppi ja fosfori sekä hyväksikäytöt ja ylijäämät. Kaikki tiedot summattiin käsittelyittain ja tulokset laskettiin lehmäpaikkaa kohti vuodessa.

Käyttöiän vaikutus karjan keskituotokseen on pieni, maidossa korkeimman ja matalimman uudistuksen ero on vain 128 kg, 20:n ollessa korkeampi. Vaikka otettaisiin huomioon pelkästään lypsykauden tuotos, 20 % uudistuksen maidon keskituotos on vain 388 kg suurempi kuin 50:n.

Jos kaikki lypsylehmän ja uudistuseläinten tarvitsema energia kohdennetaan tuotettuihin energiakorjattuihin maitokiloihin ja OIV valkuaiskiloihin, ovat ne samoin kuin typen ylijäämä lehmäpaikkaa kohti 1,15 kertaa suurempia 50 % uudistuksella 20 % verrattuna. Fosforin ylijäämä oli 1,1-kertaa suurempi, koska maidontuotantokauden noin 10 g:n normien ylitys on mukana laskelmissa. Kun karjaan lisätään ylimääräistä nuorkarjaa ja niiden kasvatusaikaa pidennetään, aletaan lähentyä 50 % uudistuksen rehuhyötysuhteita ja ylijäämiä. Tässä yksinkertaistetussa tilanteessa rehuhyötysuhteet ja ylijäämät ovat laskettavissa kaavalla ($R^2 = 0,994$): $a + b \times \text{uudistuksen osuus (20-50)} + c \times \text{nuorkarjan kasvatusikä (0-730)} + d \times \text{uudistuksen osuus} \times \text{nuorkarjan kasvatusikä}$. Kertoimet ovat rehuysikköä / energiakorjattu maitokilo tunnusluvulla 0,724, 4,27E-03, 2,07E-04 ja -3,96E-06, OIV / valkuais-tuotoksella 2,11, 0,0116, 5,61E-04 ja -1,08E-05, typen ylijäämällä 118,0, 0,738, 0,0388 ja -7,43E-04 sekä fosforin ylijäämällä 15,9, 0,0624, 3,54E-03 ja -6,82E-05.

Jos kestävyuden karjakohtaisia vaikutuksia halutaan tutkia tarkemmin, on otettava huomioon esimerkiksi lehmien tuotoskyvyn vaihtelu jalostusvalinnan ja poistopolitiikan seurauksena, sairauksien aiheuttamat tuotannonmenetykset eri lypsykausilla sekä nuorkarjan kuolleisuus eri ikäluokissa.

Asiasanat

Lypsylehmä, kestävyys, rehuhyötysuhde, maatalouden ympäristövaikutukset

Johdanto

Mahdollisuudet tuotantokustannusten alentamiseen lehmien tuotostasoa nostamalla ovat rajoitetut, koska sen suurin hyöty, tuotostason nousun vaikutuksesta ylläpitorehun laimentamiseksi suuremmalle maitomäärälle on jo saavutettu. Sen sijaan lehmän käyttöikä pidentämällä ja elinikäistuotosta lisäämällä on mahdollista tehostaa rehun ravinteiden hyväksikäyttöä maidontuotannossa, kun otetaan myös kasvatuskauteksi kulunut rehumäärä. Koko karjassa tämä tarkoittaa, että uudistuseläinten osuus suhteessa lypsylehmiin vähenee. Lisäksi lehmän parhaat tuotokset saavutetaan viidennen lypsykauden tienoilla, joten parantuneen kestävyuden voisi olettaa lisäävän tuotetun maidon määrää lehmäpaikkaa kohti.

Tähänastiset lypsylehmien kestävyysjulkaisut ovat käsitelleet pääasiassa poistopäätöksiä, lisääntymisen vaihteluiden vaikutuksia ja käyttöiän taloudellisia seurauksia. Koko karjaa kuvaavat simulatiomallit olisivat käyttökelpoisia myös rehuhyötysuhteen sekä ympäristötunnuslukujen ja kestävyuden välisten yhteyksien selvittämiseen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on dokumentoida karjan lehmien keskimääräisen käyttöiän, uudistusnopeutena ilmaistuna, maidontuotannon tason sekä energian, valkuaisen, typen ja fosforin hyväksikäytön välisiä teoreettisia yhteyksiä tarkasti vakioituissa olosuhteissa. Suurin osa tekijöistä, kuten lehmien ikä ensimmäisen kerran poikiessa, lypsykausittainen tuotoskyky, eläinten painot ja kasvut, poikimavälit ja keskimääräinen aika, mikä poistettaessa on kulunut edellisestä poikimisesta, on vakioitu.

Aineisto ja menetelmät

Tutkittavat karjojen vuosittaiset uudistuksen osuudet (prosentteina) ovat 20, 25, 30, 35, 40, 45 ja 50. Karjojen koostumuksen määrittämiseen käytettiin 1263 pohjoissavolaisen karjan 65730 poistetun lehmän tietoja. Karjoista laskettiin käyttöiän keskiarvo ja ne luokiteltiin 20 ryhmään sen perusteella. Ryhmistä laskettiin maksimipoikimakertafrekvenssit, ja niiden perusteella arvioitiin, mikä olisi kuvitteellisen karjan poistettujen lehmien poikimakertajakauma, kun poikimaväli on 400 päivää ja aika poikimisesta poistettaessa keskimäärin 192 päivää. Tulokset ovat taulukossa 1 summafrekvensseinä.

Taulukko 1. Karjan poistettujen lehmien poikimakertojen osuudet summafrekvensseinä

Pker	Ryhmä 20	Ryhmä 25	Ryhmä 30	Ryhmä 35	Ryhmä 40	Ryhmä 45	Ryhmä 50
1	0,0660	0,1095	0,1558	0,2038	0,2524	0,3008	0,3477
2	0,1393	0,2505	0,3479	0,4332	0,5074	0,5718	0,6275
3	0,2695	0,4237	0,5432	0,6366	0,7096	0,7668	0,8119
4	0,4292	0,5952	0,7098	0,7901	0,8469	0,8871	0,9161
5	0,5895	0,7402	0,8327	0,8909	0,9279	0,9515	0,9669
6	0,7281	0,8477	0,9127	0,9490	0,9696	0,9815	0,9885
7	0,8341	0,9185	0,9587	0,9785	0,9885	0,9937	0,9965
8	0,9069	0,9602	0,9823	0,9918	0,9961	0,9981	0,9990
9	0,9518	0,9821	0,9931	0,9972	0,9988	0,9995	0,9998

Pker = poistetun lehmän poikimakerta.

Summafrekvenssejä ja satunnaislukuja hyödyntämällä lasketaan lehmän poikimakerta poistettaessa. Erilaisia, yhtä todennäköisiä vaihtoehtoja poistoajankohdalle on 10: 4, 31, 77, 126, 168, 209, 249, 289, 339 ja 428 päivää edellisestä poikimisesta. Yksittäisen lehmän poiston ajoittuminen määrätään satunnaisluvulla. Kaikki jäljellä olevat lehmät poistetaan 10. lypsykaudella. Lehmän käyttöikä laskettiin yhtälöllä: $(\text{poikimakerta poistettaessa} - 1) \times 400 + \text{aika edellisestä poikimisesta poistettaessa}$. Erilaisia käyttöikävaihtoehtoja on 10 poikimakertaa \times 10 poistoajankohtaa = 100. Kuvitteellisia lehmiä muodostettiin 4000 kappaletta ja niitä käytettiin varsinaisen simulointikarjan muodostamiseen.

Simulointikarjan muodostaminen aloitettiin muodostamalla 1000 lehmän alkukarja, jonka lehmien maksimipoistopäivämäärä on varsinaisen simulaation aloittamispäivämäärä – maksimikäyttöikä

– 1. Laskelmiin käytettiin SAS-makroa. Makro poimii alkukarjasta sen lehmän, jonka poistopäivämäärä on pienin ja luo sen tilalle uuden lehmän, jonka ensimmäinen poikiminen on päivää myöhemmin kuin poistetun lehmän poistopäivämäärä. Muut tiedot makro laskee lähtötietokarjasta satunnaisesti poimimansa lehmän tiedoista. Menetelmänä on otanta valitusta populaatiosta palauttaen eli saman lehmän tietoja voidaan käyttää useamman kerran. Makro jatkaa laskemista siihen asti, kunnes valittu ajankohta on saavutettu. Valmiista karjasta poistetaan eläimet, joiden poistopäivämäärä on ennen simuloinnin aloituspäivämäärää tai joiden syntymäpäivämäärä on myöhemmin kuin simuloinnin lopetuspäivämäärä. Kaikille eläimille laskettiin jokaiselta karjassaolopäivältä ikä ja mahdollinen tiineyden vaihe. Lehmille määriteltiin myös laktaatiopäivä (dim) sekä onko lehmä ummessa vai ei. Nuorkarja luokiteltiin myös taulukon 6 mukaisesti ikäryhmiin. Kaikkien lehmien ikä ensimmäisen poikimisen aikaan on 785 päivää. Kustakin ryhmästä tehtiin neljä 1000 lehmän karjan toistoa kuuden vuoden ajalta.

Lehmien maito, rasva- ja valkuaistuotos eri poikimakerroilla laskettiin koelypsymallin (Lidauer ym. 2000) ratkaisujen perusteella. Tuotosten perusteella ratkaistiin seuraavat Wilminkin yhtälön kertoimet SAS:n NLIN proseduurilla:

Maitotuotos, ensikot: $a + b \times \text{dim} + c \times \exp(-0,05 \times \text{dim}) + d \times \exp(-0,06 \times \text{dim}) + e \times \text{dim}^2 + \text{mtvai}$.

Maitotuotos, useamman kerran poikineet: $a + b \times \text{dim} + c \times \exp(-0,05 \times \text{dim}) + d \times \exp(-0,04 \times \text{dim}) + e \times \text{dim}^2 + \text{mtvai}$.

Valkuaistuotos, ensikot: $a + b \times \text{dim} + c \times \exp(-0,1 \times \text{dim}) + d \times \exp(-0,01 \times \text{dim}) + e \times \text{dim}^2 + \text{ptvai}$.

Valkuaistuotos, useamman kerran poikineet: $a + b \times \text{dim} + c \times \exp(-0,1 \times \text{dim}) + d \times \exp(-0,2 \times \text{dim}) + e \times \text{dim}^2 + \text{ptvai}$.

Rasvatuotos, kaikki: $a + b \times \text{dim} + c \times \exp(-0,1 \times \text{dim}) + d \times \exp(-0,35 \times \text{dim}) + e \times \text{dim}^2 + \text{ftvai}$.

Taulukko 2. Wilminkin yhtälön ja tiineysvaikutusyhtälön kertoimet.

Maitotuotos

pker	a	b	c	d	e	f	g	h
1	28,3	-1,04E-02	7,3	-16,4	-7,19E-05	-7,48E-03	-4,33E-05	-2,18E-06
2	37,5	-5,38E-02	-28,0	18,2	-3,70E-05	-9,72E-03	-4,13E-04	1,27E-06
3	41,5	-7,14E-02	-23,2	11,3	-1,73E-05	-1,10E-02	-4,67E-04	1,44E-06
4	42,9	-7,62E-02	-24,7	12,1	-1,84E-05	-1,17E-02	-4,99E-04	1,54E-06
5	44,0	-8,00E-02	-25,9	12,7	-1,94E-05	-1,23E-02	-5,24E-04	1,61E-06

Poikimakerroilla 6-10 a saa arvot: 43,9, 43,7, 43,6, 43,3, 42,8, muut kuten 5:lla.

Valkuaistuotos

pker	a	b	c	d	e	f	g	h
1	1,01	-4,74E-04	0,078	-0,211	-1,72E-06	-3,57E-04	3,01E-06	-1,02E-07
2	1,13	-6,23E-04	-0,009	0,438	-2,82E-06	-5,16E-04	-5,52E-06	-1,39E-08
3	1,21	-8,10E-04	-0,153	0,727	-2,95E-06	-5,78E-04	-6,18E-06	-1,56E-08
4	1,24	-8,61E-04	-0,163	0,773	-3,13E-06	-6,14E-04	-6,57E-06	-1,66E-08
5	1,26	-9,05E-04	-0,171	0,812	-3,29E-06	-6,45E-04	-6,90E-06	-1,74E-08

Poikimakerroilla 6-10 a saa arvot: 1,25, 1,25, 1,24, 1,22, 1,20, muut kuten 5:lla.

Rasvatuotos

pker	a	b	c	d	e	f	g	h
1	1,13	-1,98E-04	0,104	-1,58	-2,12E-06	3,46E-04	-1,04E-05	-4,24E-08
2	1,47	-1,70E-03	0,317	-1,97	-1,32E-06	2,84E-04	-2,80E-05	1,06E-07
3	1,62	-2,31E-03	0,237	-1,47	-8,93E-07	3,22E-04	-3,17E-05	1,20E-07
4	1,66	-2,45E-03	0,250	-1,55	-9,46E-07	3,41E-04	-3,35E-05	1,27E-07
5	1,69	-2,56E-03	0,262	-1,62	-9,88E-07	3,56E-04	-3,50E-05	1,33E-07

Poikimakerroilla 6-10 a saa arvot: 1,68, 1,67, 1,65, 1,63, 1,61, muut kuten 5:lla.

Pker = poikimakerta.

Mtvai, ptvai ja ftvai ovat tiineysvaikutuksia, jotka voi laskea kaavalla: $f \times \text{aiks} + g \times \text{aiks}^2 + h \times \text{aiks}^3$. Muuttuja aiks saadaan laskemalla, kuinka monta päivää on mennyt yli 120 päivän edellisestä siemennyksestä. Sen saa myös vähentämällä laktaatiopäivästä (dim) luvun 160, kun tuleva poikimäväli on tiedossa. Negatiiviset aiksit muutetaan nolliksi. Alkuperäistä tasokerroin a:ta on muutettu kerto-

malla ne sellaisella luvulla, että ryhmän 35 keskituotokseksi tulee 8400 kiloa maitoa, jonka rasvapitoisuus 42,7 ja valkuaispitoisuus 34,4 g/kg. Kertoimet on koottu taulukkoon 2.

Kaava yliarvioi tuotosta, kun dim on välillä 1-7, joten alkuperäiskaavan maitomäärästä on laskettu uusi kaavalla $(0,44 + 0,07 \times \text{dim}) \times \text{maito}$. Valkuais- ja rasvapitoisuudet kyseisinä päivinä laskettiin suhteessa 10. laktaatiopäivän pitoisuuksiin seuraavilla kertoimilla (Paloheimo 1956, s. 164):

Valkuainen: 3,24, 2,00, 1,35, 1,24, 1,19, 1,15, ja 1,11. Rasva: 0,88, 1,03, 1,13, 1,10, 1,08, 1,06 ja 1,04. Poikimapäivän (dim=0) maitotuotos on 3 kg, valkuaispitoisuus 120 ja rasvapitoisuus 35 g/kg.

Vasikan, hiehon ja lehmän elopaino eri-ikäisenä laskettiin kaavalla: $\text{paino} = 628 \times (1 - 0,728 \times \exp(-0,0025 \times \text{ikä}))^{2,17}$ ja niiden päivittäinen kasvu kaavalla: $-628 \times 0,728 \times -0,0025 \times 2,17 \times \exp(-0,0025 \times \text{ikä}) \times (1 - 0,728 \times \exp(-0,0025 \times \text{ikä}))^{1,17}$. Molemmat kaavat ovat modifikaatioita Perotton ym. (1992) esittämistä Richardsin yhtälöistä.

Eläimille laskettiin päivittäiset paino-, kasvu-, ja tuotostiedot. Ummessaoloaika on 55 päivää, ja lisäksi lehmän oletettiin olevan ummessa, jos sen maitomäärä alitti 8 kg. Kaikkien eläinryhmien paino- ja kasvutiedoista ja lypsylehmien tuotoksista laskettiin keskiarvot, ruokintapäivistä summa, poikimisten määrät poikimakerroittain.

Ensikkopoikimisten osuuden perusteella laskettiin joka ryhmälle kaksi kerrointa, jotka kuvaavat ylimääräisen nuorkarjan määrää suhteessa uudistukseen tarvittavaan. Kerroin 1:ssä ovat mukana myös sonnivasikat: $(\text{poikimisten määrä} \times 0,47 \times 0,94 + \text{poikimisten määrä} \times 0,53 \times 0,94) / \text{ensikkopoikimisten määrä}$. Kerroin 2: $(\text{poikimisten määrä} \times 0,47 \times 0,94) / \text{ensikkopoikimisten määrä}$. Kertoimet on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Apukertoimet ja ryhmien perustietoja

Uudistus	Kerroin 1	Kerroin 2	Tod.uud.	Käyttöikä	Poistoikä	Pker_karja	Pker_pois
Ryhmä 20	4,86	2,29	19,6	4,97	7,12	3,40	5,06
Ryhmä 25	3,94	1,85	24,8	4,03	6,18	3,02	4,20
Ryhmä 30	3,40	1,60	29,4	3,34	5,49	2,73	3,57
Ryhmä 35	2,93	1,38	35,2	2,85	5,00	2,46	3,12
Ryhmä 40	2,62	1,23	40,2	2,48	4,63	2,27	2,79
Ryhmä 45	2,40	1,13	44,8	2,25	4,40	2,14	2,57
Ryhmä 50	2,20	1,03	49,9	1,98	4,13	2,02	2,33

Tod. uudistus =simulaation uudistuksen osuus. Käyttöikä ja poistoikä vuosina

Pker_karja on karjassa olevien lehmien, Pker_pois poistettujen lehmien keski-poikimakerta

Paino-, kasvu-, tiineysvaihe- ja tuotoskeskiarvojen perusteella laskettiin kullekin eläinryhmälle energian tarve rehuyksikköinä, valkuaisen tarve OIV:na ja fosforin tarve ruokintasuositusten perusteella (MTT 2004). Lypsylehmien väkirehun osuutena käytettiin 45 %:a. Typen saanti arvioitiin esimerkkiruokintojen avulla. Normeista poikettiin kahdessa tilanteessa. Koska lypsävien lehmien fosforin saanti yleensä ylittää tarpeen, oletettiin, että lypsävän lehmän rehuyksikössä on 3,85 g fosforia. Ummessaolevien lehmien OIV:n saannin arvioitiin puolestaan olevan 92 grammaa rehuyksikköä kohti, sillä normi on hyvin niukka. Typen ja fosforin ylijäämä laskettiin vähentämällä nuorkarjalla typen saannista kasvuun pidättyneet typpi ja fosfori, lehmillä edellisten lisäksi myös maidon ja vasikan typpi- ja fosforimäärät.

Vain uudistuseläimet sisältävän järjestelmän, SYST0, lisäksi tehtiin kolme muuta käsittelyä. SYST10:ssä ylimääräiset lehmävasikat ja kaikki sonnivasikat ovat karjassa 10 päivää. Kaikissa myöhemmissä järjestelmissä sonnivasikat ovat karjassa 10 päivää, lehmävasikat ovat SYST90:ssä karjassa 90 päivän ikään asti, SYST455:ssä 455 päivän ikäiseksi, ja SYST730:ssä 730 päivän ikäiseksi. SYST10 kuvaa ternivasikoiksi myyntiä, SYST455 teuraaksi myyntiä, kun teuraspalkkioon edellytettyä 170 kg:n ruhopainoa vastaava elopaino on saavutettu ja SYST730 eloon myyntiä 55 päivää ennen odotettua poikimista. Muiden käsittelyjen nuorkarjan määrät saatiin kertomalla SYST0:n ruokintapäivät 1-10 päivän ikäisten kohdalla kerroin 1:llä, muut kerroin 2:lla järjestelmää vastaavaan ikäryhmään asti. Kaikkien järjestelmien rehuyksiköiden, OIV:n, typen ja fosforin saannit summattiin ja niiden koko rehuyksikkö- ja OIV:n kulutus laskettiin lehmäpaikkaa kohti, samoin kuin typen ja fosforin ylijäämät. Kaikki laskennat tehtiin SAS-ohjelmistolla.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Taulukkoon 3 on koottu simulaatioryhmien perustietoja. Käyttöikä ja uudistuksen osuus vastasivat suunnilleen sitä mitä oli tavoiteltu. Keskimääräisellä 35:n uudistuksella poistettu lehmä on poikunut keskimäärin 3,12 kertaa, kun taas karjassa olevien lehmien keskipoikimakerrointa on 2,46.

Taulukossa 4 olevat poikimakerroittaiset tuotokset osoittavat, että lehmän tuotoskyky on parhaimmillaan viidennellä lypsykaudella ja vielä kymmenes lypsykausi on parempi kuin toinen. Van Arendokin (1985) mallissa paras lypsykausi oli kahdeksas. Maidon pitoisuudet alenevat myöhemmillä lypsykausilla.

Taulukko 4. Tuotokset poikimakerroittain, 400 päivän poikimaväli.

Pker	Maito, kg	Rasva, kg	Rasvap, g/kg	Valkuainen, kg	Valkp, g/kg
1	7868	341	43,4	273	34,6
2	8889	381	42,9	310	34,9
3	9376	400	42,6	323	34,4
4	9545	405	42,4	327	34,3
5	9638	406	42,2	329	34,1
6	9612	403	41,9	327	34,0
7	9559	399	41,7	324	33,9
8	9494	394	41,5	321	33,8
9	9405	387	41,2	316	33,6
10	9213	378	41,0	309	33,5

Rasvap =rasvapitoisuus, Valkp =valkuaispitoisuus

Taulukossa 5 on esitetty ryhmien keskituotokset kolmella eri laskutavalla. Kun käytetään normaalia tapaa, jossa koko karjan yhteenlaskettu maitotuotos jaetaan lypsylehmien ruokintavuosien määrällä, on kestävyuden vaikutus yllättävän pieni, maitotuotoksessa suurin ero on vain 128 kiloa. Tulos on selitettävissä sillä, että umpipäivien osuus on sitä suurempi, mitä suurempi käyttöikä on, koska ensikkopoikimisilla ei ole edeltävää ummessaoloaikaa (Taulukko 6). Lisäksi vajaiden lypsykausien osuus nousee käyttöiän alentuessa, jolloin matalampia loppulypsykauden tuotoksia jää pois. Jos tuotokset lasketaan vain maidossaolopäiviä kohti ja etenkin jos puuttuvat umpipäivät korvataan lisäämällä poikivien hiehojen poikimista edeltävät 55 ruokintapäivää mukaan, on lisääntyneen kestävyuden positiivinen vaikutus tuotosten suuruuteen selkeämpi.

Taulukko 5. Laskentatavan vaikutus keskituotokseen

Ryhmä	Mt1	Rt1	Vt1	Mt2	Rt2	Vt2	Mt3	Rt3	Vt3
20	8491	361	291	9696	412	333	8251	351	283
25	8462	360	291	9619	410	331	8162	348	281
30	8428	359	290	9542	407	328	8077	344	278
35	8396	359	289	9464	404	326	7981	341	275
40	8376	358	289	9402	402	324	7906	338	272
45	8376	358	288	9364	400	323	7855	336	271
50	8363	358	288	9307	398	321	7788	333	268

1 = vakiotapa, 2 =vain lypsykausi, 3 = mukana myös yli 730 päivää vanhat hiehot

Mt =maitotuotos, Rt rasvatuotoa, Vt valkuaisstuotos, kg /a.

Taulukkoon 6 on koottu uudistukseen tarvittavan nuorkarjan suhteelliset osuudet ikäluokittain lypsylehmäpaikkaa kohti. Alle vuoden ikäisten osuudet vastaavat hyvin uudistuksen osuutta, samoin kuin yli 1- vuotiaiden määrä teoreettista (785 (poikimaikä) -365)/365 osuutta. Ylimääräisten eläinten suhteelliset määrät ovat laskettavissa käyttämällä taulukon 3 apukertoimia, esimerkiksi kun ylimääräiset eläimet kasvatetaan 455 päivän ikään, kerrotaan ikäluokan 1-10 suhdeluku kerroin 1:llä ja muut ikäluokkaan 366-455 asti kertoimella 2. On muistettava, että näissä kertoimissa on mukana 6 % kuolleiden vasikoiden ja epätyypillisten poikimisten arvioitu osuus, muttei myöhempää kuolleisuutta. Uudistuseläinten määrän laskemista eri ikäluokissa on käsitelty Tozerin ja Heinrichsin (2000) tutkimuk-

nessa. Ummessaolopaivien osuus nousee kestävyuden parantuessa, koska ensikkopoikimisten osuus vähenee.

Taulukko 6. Eläinten määrät suhteessa yhteen lypsylehmäpaikkaan, vain uudistuseläimet mukana

Ikäluokka	Ryhmä 20	Ryhmä 25	Ryhmä 30	Ryhmä 35	Ryhmä 40	Ryhmä 45	Ryhmä 50
1-10	0,0055	0,0069	0,0080	0,0096	0,0109	0,0124	0,0136
11-30	0,0109	0,0137	0,0160	0,0192	0,0218	0,0247	0,0272
31-60	0,0164	0,0207	0,0240	0,0288	0,0327	0,0372	0,0408
61-90	0,0164	0,0207	0,0240	0,0288	0,0327	0,0370	0,0408
91-183	0,0508	0,0646	0,0744	0,0891	0,1019	0,1147	0,1265
185-365	0,0993	0,1253	0,1465	0,1749	0,2008	0,2234	0,2480
366-455	0,0489	0,0614	0,0726	0,0871	0,0993	0,1101	0,1225
456-730	0,1485	0,1879	0,2230	0,2659	0,3029	0,3375	0,3767
731-784	0,0290	0,0368	0,0435	0,0521	0,0595	0,0662	0,0739
Lypsyssä	0,8757	0,8798	0,8833	0,8871	0,8909	0,8944	0,8985
Ummessa	0,1243	0,1202	0,1167	0,1129	0,1091	0,1056	0,1015

Taulukkoon 7 on kerätty eri käsittelyjen lehmäpaikkakohtaiset tuotokset ja typen ja fosforin ylijäämät sekä rehun hyväksikäyttötunnusluvut. Kun SYST0:n koko rehuyksikkömäärän jakaa EKM-tuotoksella (RY/EKM) ja OIV-saannin valkuaistuotoksella (OIV/Valkt), parantaa alentunut uudistuksen osuus rehun hyväksikäyttöä selvästi. RY/EKM, OIV/Valkt ja typen ylijäämä ovat 1,15 kertaa suuremmat uudistuksella 50 verrattuna 20:een.

Taulukko 7. Tuotokset, rehunkulutus, hyväksikäytöt ja ylijäämät lehmäpaikkaa kohti

SYST0 Lehmäpaikkaa kohti vuodessa								
Ryhmä	EKM, kg	Valkt, kg	RY	OIV, g	RY/EKM	OIV/Valkt	N ylij, kg	P ylij, kg
20	8766	291	7109	683455	0,811	2,345	133,4	17,2
25	8748	291	7282	699192	0,832	2,404	137,1	17,5
30	8722	290	7425	712024	0,851	2,455	140,2	17,8
35	8696	289	7614	729053	0,876	2,522	144,2	18,1
40	8680	289	7781	744107	0,896	2,579	147,8	18,4
45	8680	288	7943	758889	0,915	2,631	151,2	18,7
50	8671	288	8115	774238	0,936	2,687	154,9	19,0
SYST10					SYST90			
Ryhmä	RY/EKM	OIV/Valkt	N ylij, kg	P ylij, kg	RY/EKM	OIV/Valkt	N ylij, kg	P ylij, kg
20	0,812	2,349	133,6	17,2	0,817	2,367	134,2	17,4
25	0,834	2,409	137,2	17,5	0,838	2,424	137,8	17,6
30	0,852	2,460	140,3	17,8	0,856	2,472	140,7	17,9
35	0,877	2,526	144,4	18,1	0,879	2,536	144,7	18,2
40	0,897	2,583	147,9	18,4	0,899	2,589	148,2	18,5
45	0,916	2,634	151,3	18,7	0,917	2,639	151,5	18,8
50	0,937	2,691	155,0	19,1	0,937	2,692	155,1	19,1
SYST455					SYST730			
Ryhmä	RY/EKM	OIV/Valkt	N ylij, kg	P ylij, kg	RY/EKM	OIV/Valkt	N ylij, kg	P ylij, kg
20	0,862	2,487	142,5	18,1	0,905	2,602	151,2	18,8
25	0,875	2,524	144,7	18,3	0,911	2,619	151,9	18,8
30	0,887	2,555	146,4	18,4	0,917	2,635	152,5	18,9
35	0,903	2,598	149,0	18,6	0,926	2,659	153,6	19,0
40	0,916	2,633	151,2	18,8	0,931	2,675	154,3	19,0
45	0,928	2,666	153,4	18,9	0,937	2,693	155,4	19,1
50	0,940	2,699	155,6	19,1	0,942	2,706	156,1	19,1

EKM = energiakorjattu maitotuotos, Valkt =valkuaistuotos

RY = rehuyksiköiden määrä vuodessa, OIV g vuodessa lehmäpaikkaa kohti

N ylij = typen ylijäämä, P ylij = fosforin ylijäämä

Fosforin pienemmän, 1,1-kertaa suuremman ylijäämän selittää se, että ruokintasuositusten sijaan on maidossa olevilla lehmillä arvioitu todellinen fosforin saanti. Kun ylimääräiset eläimet kasvatetaan

10 tai 90 päivän ikäiseksi, ovat muutokset tunnusluvuissa pieniä. SYST455:n ja etenkin SYST730:n hyväksikäytöt ja ylijäämät alkavat lähestyä 50 %:n uudistuksen osuutta kaikissa uudistusluokissa.

Kaikki rehun hyväksikäyttö- ja ympäristötunnusluvut ovat tässä yksinkertaisessa tilanteessa ennustettavissa kaavalla ($R^2 = 0,994$): $a + b \times \text{uudistuksen osuus (20- 50)} + c \times \text{nuorkarjan kasvatusikä (0 -730)} + d \times \text{uudistuksen osuus} \times \text{nuorkarjan kasvatusikä}$. Kertoimet on koottu taulukkoon 8.

Taulukko 8. Hyväksikäyttö- ja ylijäämäennusteyhtälöiden kertoimet

	a	b	c	d
RY/EKM	0,724	4,27E-03	2,07E-04	-3,96E-06
OIV/Valkt	2,11	0,0116	5,61E-04	-1,08E-05
N ylij, kg	118,0	0,738	0,0388	-7,43E-04
P ylij, kg	15,9	0,0624	3,54E-03	-6,82E-05

Lyhenteet samat kuin taulukossa 7.

Johtopäätökset

Tämän, runsaasti vakioita sisältävän laskutavan perusteella kestävyuden parantaminen lisäsi vain vähän lehmäpaikkakohtaista maito- rasva- ja valkuaistuotosta. Sen sijaan rehun hyväksikäyttöön ja lehmäpaikkakohtaisiin tyyppiin ja fosforin ylimäärään sillä on selkeä vaikutus, jonka pystyy ennustamaan regressioyhtälöllä.

Kestävyuden päävaikutus, vähentyneen nuorkarjan määrän aiheuttama rehun ravintoaineiden hyväksikäytön paraneminen, tuli tässä simulaatiotutkimuksessa hyvin esiin, mutta vaikutus tuotoksiin oli pienempi kuin voisi olettaa ensikoiden ja useamman kerran poikineiden tuotoserojen perusteella.

Tarkemmat tutkimukset kestävyuden vaikutusten selvittämiseksi edellyttävät tarkempaa, enemmän stokastisia tekijöitä sisältävää mallia. Näitä tekijöitä ovat lehmien tuotostason erot jalostusvalinnan ja poistopolitiikan seurauksena, erot elopainossa sekä lypsykausikohtaisessa sairastavuudessa ja sen aiheuttamissa tuotostappioissa. Jos nuorkarjan käyttöstrategiat ovat mukana tarkastelussa, mukaan on otettava myös vasikka- ja kasvatuskauden kuolleisuuden vaikutus.

Kirjallisuus

Lidauer, M., Mäntysaari, E.A., Strandén, I. & Pöso, J. 2000. Multiple-trait random regression model for all lactations. INTERBULL Bulletin No. 25: 81-86.

MTT 2004. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkajulkaisu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Julkaistu 30.6.2004, [viitattu 30.11.2005]. Saatavissa: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>. URN:NBN:fi-fe20041449.

Paloheimo E. 1956. Kotieläinhoidon perusteita. Kolmas uudistettu painos. Gummerus, Jyväskylä.

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.

Tozer, R.R. & Heinrichs, A.J. 2000. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. J.Dairy Sci. 84:1836-1844.

Van Arendok, J.A.M. A model to estimate the performance, revenues and costs of dairy cows under different production and price systems. Agric. Syst. 16: 157-189.