

Uusien jalostusmenetelmien käytön kannattavuus
lypsykarjatilalla
– lyhyen aikavälin tarkastelu

Helsingin yliopisto
Taloustieteen laitos
Maatalousekonomia
Maisterintutkielma
Leena Kärkkäinen

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Taloustieteen laitos	
Tekijä/Författare – Author Leena Kärkkäinen			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Uusien jalostusmenetelmien käytön kannattavuus lypsykarjatilalla - lyhyen aikavälin tarkastelu			
Oppiaine /Läroämne – Subject Maatalousekonomia			
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterintutkielma	Aika/Datum – Month and year 6.6.2014	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 54 + 1	
<p>Tiivistelmä/Referat – Abstract</p> <p>Uusilla jalostusmenetelmillä voidaan nopeuttaa karjan perinnöllistä edistymistä, mutta niiden käyttö myös lisää kustannuksia. Tässä tutkimuksessa selvitettiin genomisen valinnan ja sukupuolilajitellun siemenen käytön taloudellista kannattavuutta lypsykarjatilalla. Tarkastelukulmana oli karjan sisäisen lehmävalinnan tehostaminen. Tutkimuksessa arvioitiin, saadaanko lisäpanostus jalostukseen nettotuotoina takaisin lyhyellä, viiden vuoden tarkasteluperiodilla.</p> <p>Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Savonia ammattikorkeakoulun Maili-hankkeen kanssa ja tutkimuksessa oli mukana pohjoissavolaisia maitotiloja C2-tukialueelta. Tiloja oli yhteensä 15 ja ne olivat noin 30-, 65- ja 130-lehmän karjoja. 30-lehmän karja edustaa tämän hetken keskivertokokoa ja näillä tiloilla oli parsinavetta. Isommat karjat olivat automaattilypsyllä toimivia pihattoja. Lähötietoina käytettiin tilojen vuoden 2012 tuotosseurannan ja kirjanpidon tietoja. Tutkimustilojen keskituotos oli keskimäärin 9834 kg, jalostusarvojen ja odotusarvojen keskiarvo oli 4,2. Poistoprosentti oli tutkimustiloilla keskimäärin 29,8, vasikkakuolleisuus 7,5 prosenttia ja siemennyksiä yhtä poikimista varten tarvittiin keskimäärin 2,0.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä käytettiin nettohyönteystuotantoa, jossa nettokassavirrat diskontattiin nykyhetkeen, koska tulot ja menot kertyvät eri ajankohdina. Korkokantana käytettiin 5 prosenttia. Tarkastelussa käytettiin osittaisbudjetointia, jossa otetaan huomioon kassavirrat, joihin jalostusmenetelmät vaikuttavat. Lypsykarjalle genomisen valinnan käyttö aiheuttaa kustannuksia näytteidenoton ja -määrittysten muodossa. Hyödyt puolestaan konkretisoituivat arvosteluvarmuuden paranemisena, joka vaikutti suoraan perinnöllisen edistymisen suuruuteen. Tutkimuksessa käytettiin Illumina Bovine54K- ja Illumina Bovine3K-lastujen arvosteluvarmuutta, koska Illumina Bovine10K-lastun arvosteluvarmuus ei ollut tutkimushetkellä saatavilla. Hintoina on käytetty 54K- ja 10K-lastujen hintoja. 54K-lastua kutsutaan MD- eli medium density -lastuksi ja 10K- ja 3K-lastuja LD eli low density -lastuiksi. Sukupuolilajitellun siemenen käytöllä pystyttiin vaikuttamaan valinnan ankaruuteen. Tällöin tarvittiin pienempi määrä lemmiä ja hiehoja tuottamaan uudistukseen tarvittavat eläimet, koska lehmävasikoiden todennäköisyys nousi lajitellun siemenen ansiosta 49 prosentista 90 prosenttiin. Sukupuolilajiteltu siemen lisäsi kuitenkin kuluja, koska siemenannosten hinnat olivat lajittelematonta siemenannosta korkeampia. Kustannuksia lisäsi myös lajitellun siemenen heikompi tiineyttämiskyky perinteiseen verrattuna. X-lajitellun siemenen käyttö lisäsi lehmävasikoiden määrää, jolloin tilalta välitykseen menevien sonnivasikoiden määrä väheni. Lajitellun siemenen käyttö mahdollisti liharotusiemennysten lisäämisen.</p> <p>Uusien jalostusmenetelmien vaikutusta tutkittiin arvioimalla niiden aikaansaamaa muutosta maitotuotokseen, hedelmällisyyteen, utareterveyteen ja kestävyteen yhden valintakierroksen aikana. Kustannukset ja tuotot laskettiin valintavuoden lisäksi viidelle seuraavalle vuodelle, jolloin valinnasta syntyvien jälkeläisten oletettiin tuottavan karjassa kolme tuotosvuotta. Maitotuotoksen muutoksessa huomioitiin muuttuva rehunarve ja työmäärä. Navetan täyttöasteen oletettiin lehmien osalta pysyvän vakiona. Tarkasteluajanjakso valittiin seuraamaan nopeaa takaisinmaksua, eikä perinnöllisen muutoksen kumulatiivista vaikutusta huomioitu. Myös jalostuseläinkauppa on tästä tarkastelusta rajattu pois.</p> <p>Tämän tutkimuksen mukaan uudet jalostusmenetelmät eivät olleet kannattavia vuoden 2013 hintatason mukaan. Lajitellun siemenen käyttö ei ollut kannattavaa, koska sitä käytettäessä sonnivasikoiden määrä väheni ja sitä kautta välitysvasikkatulot pienivät. Tilojen kannattaisi maksaa lajitellusta siemenannoksesta keskimäärin 5,50 euroa alhaisempaa hintaa kuin lajittelematonta siemenannoksesta. Lajiteltua siementä käytettäessä liharoturisteytysiemennyksiä voitiin lisätä noin 8 prosenttiyksikköä. Ilman lihasonnien käytön lisäämistä lajitellun siemen käyttö oli enemmän kannattamatonta.</p> <p>MD-lastulla genomisen valinnan kannattava enimmäishinta oli 36–43 euroa riippuen siitä, tehtiinkö määritettävissä eläimissä esivalintaa. LD-lastulla vastaavat enimmäishinnat olivat 34–41 euroa. Lajitellun siemenen käyttö yhdessä genomisen valinnan kanssa ei muuttanut MD-lastun enimmäishintoja, mutta LD-lastun kanssa enimmäishinnat putosivat 30–36 euroon.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords lypsykarja, genomisen valinta, sukupuolilajiteltu siemen, nettohyönteystuotanto, osittaisbudjetointi			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Sisällys

1	Johdanto	5
1.1	Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	6
1.2	Aiemmat tutkimukset	7
2	Uudet jalostusmenetelmät	9
2.1	Genominen valinta	9
2.2	Sukupuolilajiteltu siemen	10
2.3	Lihasonnin käyttö lypsykarjalla	11
3	Jalostusinvestoinnin taloudellinen tarkastelu	13
3.1	Jalostusinvestointi	13
3.2	Nettonykyarvo	14
3.3	Sijoitetun pääoman tuottovaatimus	14
4	Tutkimusaineisto ja -menetelmät	16
4.1	Tutkimusasetelma.....	16
4.2	Kaavio uusien jalostusmenetelmien vaikutuksesta	17
4.3	Tutkimusaineiston hankinta	19
4.4	Käytetyt tutkimusmenetelmät.....	22
4.4.1	Uudistuseläinten määrä	23
4.4.2	Perinnöllisen muutoksen laskeminen.....	24
4.4.3	Genomisen valinnan käytön kannattavuuden laskeminen	27
4.4.4	Lajitellun siemenen käytön kannattavuuden laskeminen.....	28
4.4.5	Liharoturisteytysten käyttö	30
4.4.6	Osittaisbudjetointi	32
5	Tutkimustulokset.....	34
5.1	Sukupuolilajiteltu siemen	34
5.2	Liharoturisteytysten käyttö.....	36
5.3	Genominen valinta MD-lastulla	36
5.4	Genominen valinta MD-lastulla ja sukupuolilajiteltu siemen	38
5.5	Genominen valinta LD-lastulla	40
5.6	Genominen valinta LD-lastulla ja sukupuolilajiteltu siemen	42
5.7	Pearsonin korrelaatio	44
5.8	Herkkyyshanalyysi	46
6	Tulosten tarkastelua	47
7	Johtopäätökset.....	50

Lähteet.....	51
Liite 1	55

1 Johdanto

Kotieläimillä, kuten lypsykarjalla, ihminen asettaa jalostustavoitteet ja jalostaa eläimiä sen mukaan. Jalostus on periaatteessa yksinkertaista: valitaan parhaimmat yksilöt seuraavan sukupolven vanhemmiksi. Jalostustavoitteiksi kutsutaan niitä ominaisuuksia, joi- ta jalostaja tavoittelee. Lypsykarjan jalostuksessa tärkeimmät ominaisuudet ovat vaihdelleet ajan myötä. Niitä ovat olleet lannan tuottaminen pelloille, tietty ulkomuoto, voi- rasvan tuottaminen, kestävyys, valkuaisen tuottaminen, terveys- ja käyttöominaisuudet sekä rakenne (Maijala 1999, 11–12). Jalostuksen suunnan todentamiseen tarvitaan luotettavia mittauksia, kuten tuotosseurantaa, rakennearvostelua ja terveystarkkailua (Hal- tia, Himanen, Hyppänen, Juga, Korhonen, Lampinen, Mäntysaari, Niskanen, Puonti, Syväjärvi, & Voutilainen 1999, 134).

Jalostustavoitteiden saavuttamiseen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Keinosiemen- nyksen käyttöönotto mullisti aikanaan sonnivalinnan. Yksi sonni voi saada tuhansia, jopa kymmeniä tuhansia jälkeläisiä. Näin jalostukseen valittujen sonnien osuus on hyvin pieni koko sonnipopulaatiosta, eli karsintaraja on korkea. Suomeen 1980-luvulla tullut alkionsiirto on vastaavasti tehostanut lehmävalintaa. Alkiohuuhtelun avulla voidaan yh- destä lehmästä saada kymmeniä jälkeläisiä. Lehmien karsintarajaa ei kuitenkaan saada yhtä korkealla kuin sonnien. (Mäki-Tanila 1999, 215.) Alkiotuotannon yleistymistä ovat hidastaneet sen korkeat kustannukset nimenomaan alkioita vastaanottavien tilojen kan- nalta. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kahden uusimman jalostusmenetelmän, suku- puolilajitellun siemenen ja genomisen valinnan vaikutusta lehmävalintaan tilatasolla. Genominen arvostelu on jo mullistanut sonnivalinnan, mutta naarailla sitä on käytetty sonninemien ja huuhdeltavien hiehojen valintaan. (Aro, Hilpelä-Lallukka, Niemi, Toi- vonen & Vahlsten 2012, 44).

Lypsykarjatalouden toimintaympäristö Suomessa on muuttunut varsinkin viime vuosi- kymmeninä. Kansainväliset sopimukset ja Euroopan Unionin yhteinen maatalouspoli- tiikka ovat vaikuttaneet vahvasti lypsykarjatalouteen. Vuodesta 2000 vuoteen 2013 lyp- sykarjatilojen määrä Suomessa on pudonnut 23 910:sta 9 605:een. Maitomäärä on vä- hentynyt huomattavasti vähemmän kuin tilojen määrän vähenemisestä voisi olettaa. Kiintiökaudella 1999–2000 Suomessa tuotettiin 2 345 miljoonaa litraa maitoa ja kaudel- la 2012–2013 määrä oli 2 180 miljoonaa litraa. Lypsylehmien lukumäärä Suomessa vuonna 1995 oli 398 494, ja vuonna 2013 niitä oli 283 115. Lehmää kohti tuotettu mai-

tomäärä on noussut, mutta ennen kaikkea lehmämäärä karjaa kohti on kasvanut selvästi. Karjojen keskikoko oli vuonna 2013 Suomessa 29,5 lehmää. Karjoista 14,2 prosenttia oli yli 50 lehmän karjoja, ja lehmistä 38,2 prosenttia oli yli 50 lehmän karjoissa. (Matilda Maataloustilastot 2013.) Maitotilojen keskikoko on kasvanut nimenomaan niin, että isojen karjojen määrä on selvästi lisääntynyt. Tämän on mahdollistanut tuotannon automatisointi navetoissa, mutta myös maatalouden investointitukijärjestelmä on ohjannut rakentamaan entistä isompia navetoita. Lypsykarjan jalostukselle uudet tekniikat ovat asettaneet uusia tavoitteita. Automaattilypsyn sujuvuus edellyttää utareen olevan tietyllä korkeudella ja vetimien tietyssä asennossa. Samoin lypsynopeuden pitäisi olla hyvä, mutta lehmä ei saisi kuitenkaan vuotaa maitoa. Jalostusmenetelmiltä vaaditaan tehoa, ja sitä on saatu ottamalla käyttöön uusia jalostusmenetelmiä. Pohjoismaisen yhteistyön syveneminen karjanjalostuksessa on nopeuttanut sukupuolilajitellun siemenen ja genomisen valinnan käyttöönottoa Suomessa.

1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Tämä tutkimus tehtiin yhteistyössä Savonia ammattikorkeakoulun hallinnoiman MAI-LI-hankkeen kanssa. Hankkeen toteuttamisessa olivat mukana Savonia ammattikorkeakoulun lisäksi Helsingin yliopisto ja MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Hankkeen koko nimi oli ”Kilpailukykyä ja ympäristötehokkuutta pohjoissavolaisille maito- ja lihanautatiloille ja naudanlihantuotantoketjulle”. Hankkeessa oli kaksi tutkimushaaraa: ympäristötehokkuus sekä uusien jalostusmenetelmien mahdollisuudet maidon- ja lihantuotannon kannattavuuden parantamiseen. Tämä tutkimus kuuluu toiseen tutkimushaaraan ja tässä keskityttiin uusien jalostusmenetelmien käytön kannattavuuden tutkimiseen. (Juga 2013.)

Pohjois-Savo on vahvaa nauta-aluetta. Kiintiökaudella 2011–2012 siellä tuotettiin yhteensä 308 miljoonaa litraa maitoa. Se on 14 prosenttia koko Suomen maidontuotannosta. Vain Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa tuotetaan enemmän maitoa kuin Pohjois-Savossa. Naudanlihasta Pohjois-Savossa tuotettiin samoin 14 prosenttia koko Suomen tuotannosta. Vuonna 2011 määrä oli 11,4 miljoonaa kiloa. (Matilda Maataloustilastot 2013.) Siten on ymmärrettävää, että alueella on kiinnostuttu sekä maidon- että lihantuotannon kehittämisestä.

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen taustaa, tutkimuksen tavoitteet sekä aiempia tutkimuksia uusien jalostusmenetelmien käytöstä. Luvussa kaksi esitellään uudet jalostusmenetelmät: sukupuolilajiteltu siemen ja genomisen valinta. Lisäksi tarkastellaan liha-

roturisteytyksiä, joiden käytön lisäämisen lajiteltu siemen mahdollistaa. Luvussa kolme selostetaan tässä tutkimuksessa käytetyt taloustieteen menetelmät. Luvussa neljä esitellään tutkimusaineiston hankinta ja käytetyt tutkimusmenetelmät perinnöllisen muutoksesta kannattavuuden laskemiseen. Luku viisi sisältää tutkimuksen tulokset ja niitä pohditaan luvussa kuusi. Johtopäätökset ovat luvussa seitsemän.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, maksaako investointi uusiin jalostusmenetelmiin itsensä takaisin viidessä vuodessa perinnöllisen muutoksen aikaansaamalla tuotannon tehostumisella lehmävalinnassa. Lisäksi haluttiin selvittää, kuinka paljon liharotusiemennyksiä on mahdollista lisätä uusien jalostusmenetelmien ansiosta ja parantaako liharoturisteytysten käytön lisääminen uusien jalostusmenetelmien käytön kannattavuutta.

1.2 Aiemmat tutkimukset

Heikkilä ja Peippo (2012, 129) tutkivat uusien lypsykarjan jalostusmenetelmien vaikutusta tilan käyttökatteeseen lineaarisen ohjelmoinnin avulla. Panos- ja tuotoshinnat olivat maitotilojen tuotosseuranta-aineistosta vuodelta 2010. Tuotosseuranta-aineistosta saatiin myös tiinehtyvyyteen ja alkiontuotantoon liittyvät lähtötiedot. 60-lehmän karjalle simuloitiin kuusi eri skenaariota, joissa käytettiin perinteistä keinosiemennysjalostusta, keinosiemennysjalostusta sukupuolilajiteltua siementä hyväksikäyttäen sekä alkionsiirtoa sukupuolimäärityksenä tai ilman määritystä. Tarkasteluperiodina käytettiin yhtä vuotta. Optimointimallin avulla tutkimuksessa saatiin kokonaiskatteet eri skenaarioille. Parhaimpaan tulokseen päädyttiin skenaariossa, jossa 42 lehmää tuotti alkioita, joiden sukupuoli ei ollut tiedossa, ja 18 hiehoa tuottivat alkioita ja siemennykseen käytettiin sukupuolilajiteltua siementä. Karjasta saatava käyttökate oli tällöin yli 186 000 euroa vuodessa. (Heikkilä & Peippo 2012, 129-135.)

Pryce ja Hayes (2012, 181-183) tutkivat genotyyppityksen kannattavuutta hiehoilla Australiassa. Jos määrityskustannukset olivat 100 Australian dollaria, ne olivat suuremmat kuin genotyyppityksestä saatava tuotto. Sen sijaan määrityksen hinnan ollessa 50 Australian dollaria määritys alkoi olla kannattavaa. Saatavaan hyötyyn vaikuttivat karjan uudistustahti ja määritettävien hiehojen lukumäärä. Jos määrityksen hinta olisi 5 Australian dollaria, kannattaisi määrittää alle keskitason vanhemmista polveutuvat hiehotkin. Genomimäärityksen hyöty tuli korkeampana arvostelun luotettavuutena, joka oli korkeampi kuin polveutumisen perusteella laskettu hiehon odotusarvon luotettavuus. Myytävien hiehojen genotyyppitys ei vielä tutkimushetkellä ollut yleistä, mutta se saattaa tulla

hyväksi myyntivaltiksi tulevaisuudessa. (Pryce & Hayes 2012, 181-183.) Yksi euro on 1.2503 Australian dollaria (Kauppalehti 2013a).

Seidel Jr. (2003, 591-593) laski yhdysvaltalaisesta aineistosta, paljonko sukupuolilajittelusta siemenannoksesta kannattaisi maksaa suhteessa lajittelemattomaan siemenannokseen. Tutkimuksessa käytettiin kahta tiinehtyvyytasoa. Korkeammalla tiinehtyvyytasolla kahden kuukauden tiineysprosentti oli lajittelemattomalla 60 prosenttia ja lajitellulla se oli 54 prosenttia. Matalalla tiinehtyvyytasolla luvut olivat puolestaan 40/36 prosenttia. Kun lehmävasikan hinta oli 180 dollaria, olisi korkeammalla tiineysprosentilla sukupuolilajiteltu siemen saanut maksaa 7,11 dollaria enemmän kuin tavallinen. Tällöin lajitellun siemenen käytöstä tulevat hyödyt olisivat samat kuin aiheutuneet kustannukset. Lehmävasikan hinnalla 280 dollaria summa olisi 25,16 dollaria ja hinnalla 380 dollaria se olisi 43,52 dollaria. Alhaisemmalla tiineysprosentilla vastaavat summat olisivat 1,27, 13,26 ja 25,46 dollaria. Yksi euro on 1.3023 USA:n dollaria (Kauppalehti 2013b).

Calus, Bijma, van Arendonk ja Veerkamp (2013, 9-10) hollantilaisesta Wageningen yliopiston eläinten tutkimuskeskuksesta tutkivat genomisen valinnan ja sukupuolilajitellun siemenen käytön taloudellisia vaikutuksia 100 lehmän karjassa. Taloudellinen hyöty laskettiin hiehojen korkeammasta arvosteluvarmuudesta saatavana etuna. Tilalle kannattava genomimäärityksen enimmäishinta oli 40 euroa, kun käytettiin lajittelemattomaa siementä ja kaikki hiehot testattiin. Hiehojen esivalinta nosti kannattavan enimmäishinnan 45 euroon. Lajitellun siemenen kanssa käytettynä genomisen valinnan kannattava enimmäishinta olisi 63 euroa, kun kaikki hiehot testataan. Hiehojen esivalinta nostaa kannattavan hinnan 105 euroon.

Hjortø, Ettema, Kargo, Sørensen, Nørremark ja Fogh (2013a, 9-16) tutkivat genomitestauksen käyttöä jalostusmenetelmänä Tanskassa. Tutkimuksessa luotiin simulaatiomallilla skenaarioita eri tiinehtymisprosentteille ja uudistustahdeille. Lajiteltua siementä käytettiin osalle hiehoista ja ensikoista. Lisäksi genominäytteitä otettiin joko kaikista hiehoista, parhaimmista tai karsintarajan lähellä olevista. Jos kaikista hiehoista otettiin näyte ja käytettiin lajiteltua siementä, tilalle kannattava yhden genomitestin hinta oli 35–40 euroa riippuen karjan uudistustahdistista.

2 Uudet jalostusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa käsiteltiin uusia jalostusmenetelmiä, joita olivat genominen valinta ja sukupuolilajitellun siemenen käyttö. Molemmat menetelmät olivat tutkimushetkellä käytössä jalostuksen apuvälineenä, mutta niiden käyttö oli vielä suhteellisen vähäistä. Niiden vaikutusta yksittäisen tilan talouteen on tutkittu vielä varsin vähän. Lihasonnin käyttö ei ole uusi jalostusmenetelmä, mutta se on esitelty tässä yhteydessä siksi, että sukupuolilajitellun siemenen käytön ansiosta lihasonnin käyttöä voitaisiin lisätä, koska sukupuolilajitellun siemenen käytön ansiosta karsintarajaa voidaan nostaa.

2.1 Genominen valinta

Genominen valinta tarkoittaa, että eläimen perinnöllinen taso selvitetään geenimerkkien avulla ja se voidaan tehdä vaikka heti vasikan syntymän jälkeen. Kudonäytteestä määritetään tietyissä kohdissa genomia sijaitsevien emäsparien muuntelu, single nucleotide polymorphism SNP. Näitä emäsparien muunteluja verrataan jo jalostusarvon ennusteen saaneiden eläinten vastaaviin ja niiden perusteella arvioidaan eläimen perinnöllinen taso eli eläin voi saada genomisen jalostusarvon jo nuorena, vaikka sillä ei ole vielä omia näyttöjä. Verrokkiryhmää kutsutaan referenssiryhmäksi. (Schaeffer 2006, 218.)

Naudan kromosomistossa emäspareja on noin 3 miljardia. Noin 5 prosenttia emäspareista muodostaa naudan 22 000 geeniä. Genomimääritys tarkoittaa, että osa emäspareista määritetään. (Aro ym. 2012, 43.) Genomisen arvostelun luotettavuuteen vaikuttaa osaltaan se, kuinka lähellä merkittäviä geenejä tutkittavat emäsparit eli SNP:t ovat (Bae, Cheong, Kim, NamGung, Park, Chun, Kim, Pasaje, Lee & Shin 2010, 1). Emäsparien tutkimiseen käytetään erilaisia lastuja, joissa tutkittava emäsparien määrä vaihtelee. Lypsykarjan arvosteluun on olemassa esimerkiksi Illumina Bovine777K-, Illumina Bovine54K-, Illumina Bovine10K- ja Illumina Bovine3K-lastuja. Ensiksi mainitulla 777K-lastulla määritetään 777 000 emäsparia ja sitä kutsutaan high-density HD-lastuksi. 54K-lastulla määritetään 54 000 emäsparia ja sitä kutsutaan medium-density MD-lastuksi. 3K-lastulla määritetään 3 000 sekä 10K-lastulla 10 000 emäsparia ja niitä kutsutaan low-density LD-lastuksi. (Ma, Brøndum, Zhang, Lund & Su 2013, 4666.) Lastun tiheydellä on vaikutusta sekä saatavan genomisen arvostelun arvosteluvarmuuteen että sen hintaan. Tässä tutkimuksessa tutkittiin MD- ja LD-lastujen vaikutuksia. LD-lastuna käytettiin 3K:ta, koska 10K-lastun arvosteluvarmuuksia Pohjoismaisessa aineistossa ei ollut tutkimushetkellä vielä käytettävissä. 3K-lastulla tehtävää määrittystä ei puolestaan ole hinnoiteltu.

Genominen arvostelu parantaa arvostelun luotettavuutta nuorilla eläimillä, joilla ei ole vielä omia tai jälkeläisten näyttöjä. Odotusarvo lasketaan emän ja isän jalostusarvojen keskiarvona ja sen luotettavuus on noin 15 prosenttia arvosteltavasta ominaisuudesta riippuen. Genomisella arvostelulla saadaan referenssiryhmän koosta riippuen noin 30–55 prosentin luotettavuus. (Calus ym. 2013, 10; Makgahlela, Mäntysaari, Strandén, Koivula, Nielsen, Sillanpää & Juga 2013, 16.) Genomisen arvostelun avulla saadaan samanlaisia luotettavuuksia eläimen sukupuolesta riippumatta, koska tiedot tulevat samasta lähteestä eli eläimen genomista (Pryce & Hayes 2012, 180–181). Genomisella arvostelulla saadaan korkeampia luotettavuuksia myös alhaisen periytymisasteen ominaisuuksille, kuten terveys- ja hedelmällisyysominaisuuksille (Lund & Su 2009, 41).

Genomisella valinnalla on ainakin kolme eri käyttömuotoa lypsykarjan jalostuksessa. Sitä käytetään referenssipopulaation laajentamiseen ja sitä kautta genomisen arvostelun luotettavuuden parantamiseen. Toinen käyttömahdollisuus on etsiä hyvistä hiehoista parhaimpia alkiohuhteluita varten. Kolmas tapa on käyttää genomista valintaa karjan sisäiseen valintaan. (Hjortø, Ettema, Sörensen & Kargo 2013b, 621.) Tässä tutkimuksessa tutkittiin genomisen valinnan käyttöä karjan sisäisen valinnan välineenä.

2.2 Sukupuolilajiteltu siemen

Sukupuolilajiteltu siemen on virtaussytometrillä tai muulla menetelmällä lajiteltua siementä, jonka valmistuksessa käytetään hyväksi X- ja Y-kromosomiston kokoeroa. X-kromosomissa on 4 prosenttia enemmän rakennusmateriaalia kuin Y-kromosomissa. (Andersson, Taponen, Kommeri & Dahlbom 2006, 95.) Kaupallisessa käytössä olevalla X-lajitellulla siemenellä saadaan 90 prosentin todennäköisyydellä lehmävasikka. Lajittelemattomalla siemenellä lehmävasikan todennäköisyys on 49 prosenttia. (Seidel 2003, 586–587.) X-lajitellun siemenen käytöllä lypsykarjan jalostuksessa saadaan lehmien ja hiehojen karsintarajaa korkeammalle eli vaikutetaan valinnan ankaruuteen (Pedersen, Kargo, Berg, Voergaard, Buch & Sörensen 2012, 162–163). Kaupallisella Y-lajitellulla siemenellä saadaan sonnivasikka 85 prosentin todennäköisyydellä. Y-lajiteltua siementä on tarjolla liharotusonneista. Lihantuotannossa sonnit kasvavat ja luokituvat teurastuksessa paremmin kuin naaraspuoleiset varsinkin, kun kysymyksessä on liharoturisteytys (Huuskonen, Pesonen, Hyrkäs, Kämäräinen & Kauppinen 2012, 5-6). Siksi sonnit ovat toivottavampia liharoturisteytysvasikoita.

Kaupallinen sukupuolilajiteltu siemenannos sisältää noin 2 miljoonaa siittiötä. Jos lajiteltu annos sisältäisi tavanomaisen annoksen verran eli 15 miljoonaa siittiötä, annoshin-

ta kohoaisi liian korkeaksi karjanjalostuskäyttöön. Pienellä annoksen siittiömäärällä on kuitenkin vaikutusta sen tiineyttämiskykyyn. (Andersson ym. 2006, 95.) Heikkilä ja Peippo (2012, 3) ovat vertailleet suomalaisten nautojen vuoden 2010 siemennysaineistosta lajitellun ja lajittelemattoman siemenannoksen vaikutusta hedelmällisyyteen. Lajiteltu siemen sekä pidensi poikimaväliä että heikensi uusimattomuusprosenttia. Uusimattomuusprosentilla mitataan, tarvitseeko siemennystä uusia 60 vuorokauden sisällä edellisestä. (Heikkilä & Peippo 2012, 3.) Seidel, Schenk, Herickhoff, Doyle, Brink, Green, & Cran (1999, 1412) ovat havainneet tutkimuksissaan, että lajitellun siemenen käyttö vaikuttaa alkiokuolemiin. Lajiteltua siementä käytettäessä alkiokuolemien todennäköisyys on 9 prosenttia ja lajittelemattomaa siementä käytettäessä 7 prosenttia. Myöhemmän tiineyden vaiheessa ei ole havaittu eroa lajitellun ja lajittelemattoman siemenen välillä.

2.3 Lihasonnin käyttö lypsykarjalla

Lypsykarjan jalostussuunnittelussa perinnölliseltä tasoltaan karjan heikoimmat suositellaan siemennettäväksi liharotuisella sonnilla, jolloin niistä ei jätetä jälkeläistä kasvaamaan lypsylehmäksi. Liharotusiemennysten suositeltava määrä on 10–15 prosenttia kaikista siemennettävistä. (Haltia ym. 1999, 148–149.) Vuoden 2010 siemennystilastojen mukaan liharotua käytettiin 6,5 prosentissa lypsyrotuisten siemennyksistä (Sirkko 2011, 44). Mitä enemmän lehmä karsitaan lypsyrotuisten vasikoiden tuottamisesta siementämällä ne liharotuisella sonnilla, sitä nopeampaa on perinnöllinen edistyminen karjan jalostuksessa. Karsintaan vaikuttaa karjan uudistukseen tarvittavien lehmävasikoiden lukumäärä, joka puolestaan on riippuvainen karjan lehmien poistotahdistista. Mitä useamman vuoden kukin lehmä lypsää karjassa, sitä vähemmän tarvitaan lehmävasikoita uudistukseen. (Haltia ym. 1999, 148–149.)

Tällä hetkellä Suomessa keinosiemennyskäytössä lypsyroturisteytyksiin on kuutta eri liharotua: aberdeen angus, blonde d’Aquitaine, charolais, hereford, limousin ja simmental. Aberdeen angus ja hereford kuuluvat pieniin liharotuihin. Ne ovat hyviä karkearehun hyväksikäyttäjiä, mutta ongelmana on varhain alkava rasvoittuminen varsinkin voimakkaalla väkirehuruokinnalla. Limousin on keskikokoinen liharotu, jolla vasikoiden syntymäpainot eivät ole kovin isoja. Siksi se soveltuu hyvin risteytyksiin. Blonde d’Aquitaine, charolais ja simmental kuuluvat isoihin liharotuihin. (Huuskonen, Rantakangas, Kokkonen, Kauppinen, Kainulainen, Lindeberg & Suhonen 2004, 12–13.)

Huuskonen ym. (2012, 1) ovat tutkineet liharoturisteytyssonnien ja -hiehojen teurasominaisuuksia verrattuna lypsyrotuisiin ayrshire- ja holstein-eläimiin. Liharoturistey-

tyksillä päiväkasvut olivat parempia kuin ayrshire- ja holsteinsonneilla ja –hiehoilla. Teuraspainoa ja lihakkuutta liharoturisteytys paransi merkittävästi. Charolais-, simmental- ja blonde d’Aquitaine -risteytykset saavuttivat korkeimmat teuraspainot ja parhaimmat nettokasvut. Blonde d’Aquitaine, limousin- ja charolais-risteytyksillä oli parhaimmat lihakkuusluokat. Ruhon rasvaisuus väheni ainoastaan blonde d’Aquitaine -risteytyksillä. Teuraspainon noustessa rasvaisuus yleensä lisääntyy.

Lypsyrotuisen naudan tiineys kestää keskimäärin 280 vuorokautta. Pienillä liharoduilla siemennettäessä kantoaika on noin 2 vuorokautta pidempi. Keskikokoisilla ja isoilla liharoduilla se voi olla jopa 7 vuorokautta pidempi. McGuirk, Going ja Gilmour (1998, 40) ovat tutkineet eri risteytysrotujen vaikutusta kanta-aikaan brittiläisillä lypsylehmillä. Ab-risteytyksillä kantoaika oli 281, herefordristeytyksillä 282,7, charolais- ja simmental-risteytyksillä 286, limousin-risteytyksillä 288 sekä blonde d’Aquitaine -risteytyksillä 289 vuorokautta.

McGuirk ym. (1998, 39–40) ovat tutkimuksessaan vertailleet liharoturisteytysten vaikutusta poikimavaikeuksiin ja vasikkakuolleisuuteen. Vähiten poikimavaikeuksia oli hereford- ja aberdeen agnus –risteytyksillä, kun emänä oli vähintään kerran poikunut lehmä. Hereford-risteytyksillä poikimavaikeus oli 1,1 prosentissa ja aberdeen agnus –risteytyksillä 1,4 prosentissa poikimisista. Limousin-risteytys sijoittui keskivälille lukan ollessa 2,2 prosenttia. Isoimmilla liharoduilla oli enemmän myös poikimavaikeuksia. Simmental-, blonde d’Aquitaine ja charolais-risteytyksille poikimavaikeusluvut olivat 3,1, 3,7 ja 4,3 prosenttia. Vasikkakuolleisuuden suhteen rodut olivat lähes samassa järjestyksessä. Vasikkakuolleisuus oli kuitenkin vähäisintä simmental-risteytyksillä: 4,8 prosenttia. Eniten vasikoita menehtyi charolais-risteytyksissä. Niissä määrä oli 7,9 prosenttia. McGuirkin ym. (1998, 35) tutkimusaineisto oli vuosilta 1981–1993. Liharotujen jalostuksessa on viime aikoina painotettu kohtuullisia syntymäpainoja, mikä on vähentänyt poikimavaikeuksia ja vasikkakuolleisuutta.

3 Jalostusinvestoinnin taloudellinen tarkastelu

Rahankäyttö muuttuu investoinniksi, kun mukaan tulee tuottojen ja kustannusten lisäksi aikatekijä. Raha sitoutuu investointiin ja tuotot tulevat pidemmän ajan kuin esimerkiksi yhden vuoden sisällä. (Riistama & Jyrkkö 1991, 293.) Lypsykarjan uusien jalostusmenetelmien käyttöä voidaan tässä mielessä pitää investointina, koska menetelmän käyttötä menee lähes kolme vuotta ennen kuin tuottoja alkaa kertyä.

3.1 Jalostusinvestointi

Leppiniemi (2005, 14–15) määrittelee investoinnin pitkävaikutteisten tuotannon tekijöiden hankkimiseksi. Investoinnin erottaa lyhytvaikutteisesta rahankäytöstä se, että investoinnissa rahankäytöllä ja rahanlähteellä on selvä yhteys mutta pitkä aikaero. Lehmän tai hiehon siementäminen on siten investointi, jos siihen liittyy samalla perinnöllisen aineksen kehittäminen. Siemennys, jonka tarkoituksena on ainoastaan saada lehmä tai hieho tiineeksi, voidaan käsittää lyhytvaikutteisena rahankäyttönä. Investointiin sijoitetulle pääomalle tulee laskea tuotto (Leppiniemi 2005, 27).

Lypsykarjan jalostukseen investointi on reaali-investointi. Reaali- ja finanssi-investoinneissa asetetaan erilaiset tuottovaatimukset. Finanssi-investoinnin tuottovaatimukseen lasketaan riskitön korko ja riskilisä. Reaali-investoinnin tuottovaatimukseen vaikuttaa investointityyppi. Investoinnit, jotka perustuvat lakiin ja asetuksiin, tähtäävät toimintakyvyn palauttamiseen tai kysymyksessä on strateginen investointi, ei tuottovaatimusta yleensä aseteta. Tuottavuus- ja laajennusinvestoinnille tuottovaatimus sen sijaan lasketaan. (Leppiniemi 2005, 27–28.) Jalostusinvestointi kuuluu tuottavuusinvestointeihin, sillä sen tarkoituksena on yrityksen kannattavuuden parantaminen tuottavuuden lisäämisen myötä.

Investoinnin kannattavuutta laskettaessa on huomioitava sen kesto-aika. Kesto-aika voi olla investoinnin fyysinen, tekninen, taloudellinen tai markkinointi-ikä. (Riistama & Jyrkkö 1991, 304.) Jalostusinvestoinnin erityispiirre on kumulatiivisuus ja pysyvyys. Investointi ei kulu ja uusi jalostusinvestointi tulee edellisen lisäksi. Siksi tarkasteltavan ajanjakson pituus jalostusinvestoinnin tuottoja laskettaessa on valittava huolellisesti. (Weller 1994, 42.) Reaali-investointituloilla pitäisi kyetä kuolettamaan sekä investoinnin hankintameno että investointiin sitoutuneille varoille korko (Leppiniemi 2005, 41). Tässä tutkimuksessa laskettiin jalostusinvestoinnin tuotot ainoastaan syntyvän jälkeläisen elinaikana tuottamiin tuottoihin. Tarkastelujakso oli viisi vuotta. Pidempi tarkastelu-

jakso vaatisi sellaisten menetelmien käyttämistä, joissa voidaan huomioida monta eritasoista sukupolvea yhtä aikaa.

3.2 Nettonykyarvo

Investointien kannattavuutta voidaan arvioida rahavirroilla. Investointilaskentamenetelmiä ovat nettonykyarvomenetelmä, sisäinen korkokanta, pääoman tuottoaste ja investoinnin takaisinmaksuaika. Rahan aika-arvon näistä menetelmistä ottavat huomioon nykyarvo- ja sisäinen korkokantamenetelmä. Nettonykyarvomenetelmässä käytetään realistista laskentakorkoa ja lisäksi tämä menetelmä huomioi paremmin ei-konventionaaliset kassavirrat eli kassavirtojen etumerkin muuttumisen useampaan kertaan. Näistä syistä Leppiniemi ja Puttonen (2002, 87–106) pitivät nettonykyarvomenetelmää suositeltavimpana investointilaskelmissa.

Nettonykyarvomenetelmällä lasketaan nettotuotto-odotusten nykyarvo ja sitä verrataan investoinnin aiheuttamiin kustannuksiin. Jos nykyarvoon diskontatut nettotuotot ylittävät hankintakustannukset, on investointi kannattava. (Leppiniemi 2005, 20–22.) Nettonykyarvo lasketaan

$$NNA = \frac{S_1}{1+k} + \frac{S_2}{(1+k)^2} + \frac{S_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{S_n}{(1+k)^n} - I_0,$$

missä S_t on nettokassavirta vuonna t , I_0 on investoinnin kustannus vuonna 0 ja k on laskentakorkokanta (Leppiniemi & Puttonen 2002, 87).

3.3 Sijoitetun pääoman tuottovaatimus

Jalostusinvestointien hankintaan käytetään joko omaa tai vierasta pääomaa. Maatilayrityksessä oma pääoma tarkoittaa useimmiten tulorahoitusta ja vieras pääoma pankeista tai muista rahoituslaitoksista hankittua lainaa. Jalostusinvestoinnit, kuten sukupuolilajitellun siemenen käyttö tai genominen valinta, ovat vuositason kustannuksiltaan pienehköjä summia, joten niiden hankintaan käytetään usein omaa pääomaa. Sijoitetulle pääomalle on laskettava tuottovaatimus, joka realisoituu jalostusinvestoinneissa vasta useamman vuoden kuluttua. Tuottovaatimuksen voi johtaa esimerkiksi yrityksen kannattavuustavoitteesta, sijoituksista saatavista tuotoista, rahoituslaitosten anto- tai ottolainauskorkoista lisätynä riskilisällä. Tuottovaatimusta määritettäessä on otettava huomioon sekä rahan eksplisiittiset että implisiittiset kustannukset. Eksplisiittisiä ovat näkyvät kustannukset ja implisiittisiä näkymättömät kustannukset kuten vakuuksien sitoutuminen liiaksi yhteen kohteeseen estäen muita investointeja. (Leppiniemi 2005, 31–32.)

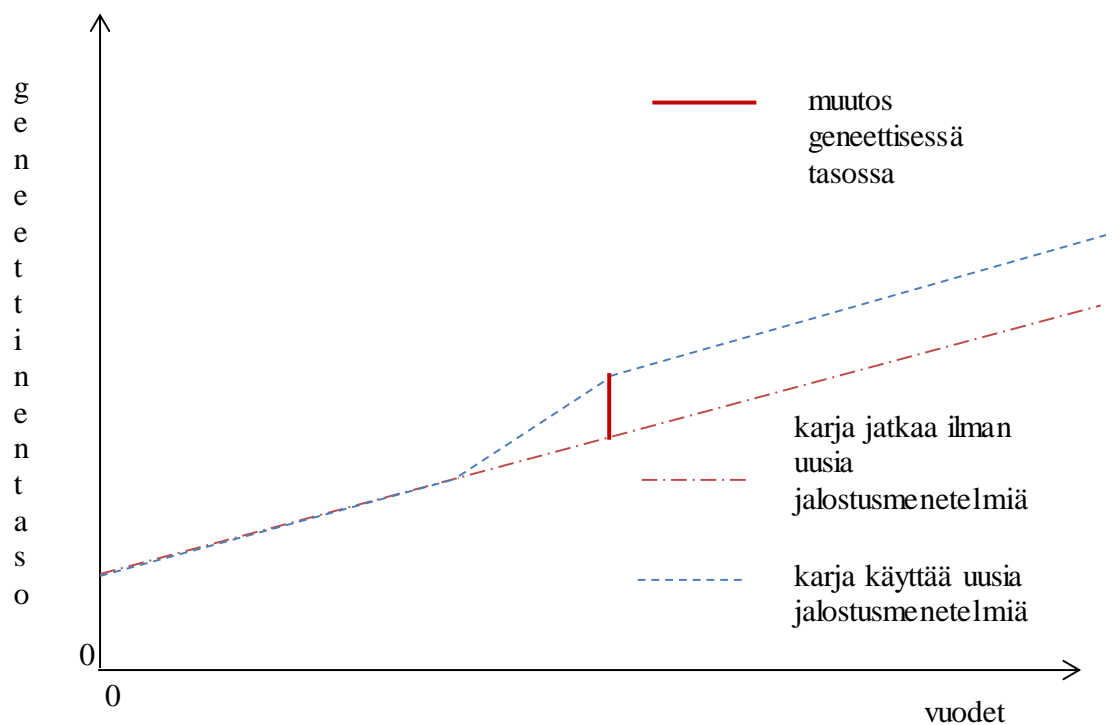
Vieraan pääoman tuottovaatimus määritetään useimmiten vieraan pääoman keskikorosta (Kallunki & Niemelä 2004, 130). Oman pääoman tuottovaatimus koostuu markkinoiden riskittömästä tuottovaatimuksesta ja sijoituskohteeseen liittyvästä riskilisästä (Leppiniemi 2005, 27). Riskitön sijoituskohde voi olla esimerkiksi valtion obligaatio. Riskilisä määräytyy kohteen riskin mukaan. Oman pääoman tuottovaatimuksen arvioinnissa voidaan käyttää myös tilinpäätöstietoja. Silloin tuottovaatimuksen arvioinnissa tärkeimpiä tekijöitä ovat tuloksen vaihtelun, kiinteiden kulujen suhde kokonaiskuluihin, yrityksen velkaantuminen ja yrityksen koko. (Kallunki & Niemelä 2004, 133–156.) Leppiniemi ja Puttonen (2002, 127) nimeävät efektiivisen osinkotuoton oman pääoman kustannukseksi. Se tarkoittaa osakkeesta keskimäärin maksettavaa osinkoa, mikä oli vuonna 2001 keskimäärin viisi prosenttia. Vuonna 2012 efektiivinen osinkotuotto oli keskimäärin 3,9 prosenttia (Kauppalehti 2014). Tässä tutkimuksessa sijoitetun pääoman tuottovaatimuksena käytettiin viittä prosenttia.

4 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Tutkimuksen järjestelyihin vaikutti työn tilaaja eli Savonia ammattikorkeakoulun hallinnoima Maili-hanke. Aineisto hankittiin yhteistyössä hankkeen kanssa pohjoissavolaisilta lypsykarjatiloilta. Tutkimusmenetelmänä käytettiin osittaisbudjetointia. Siihen ei ole olemassa valmista ohjelmaa, joten budjetti laadittiin Excel taulukkolaskentaohjelmaan. Muuttujien välisiä korrelaatioita haettiin SPSS-ohjelman avulla.

4.1 Tutkimusasetelma

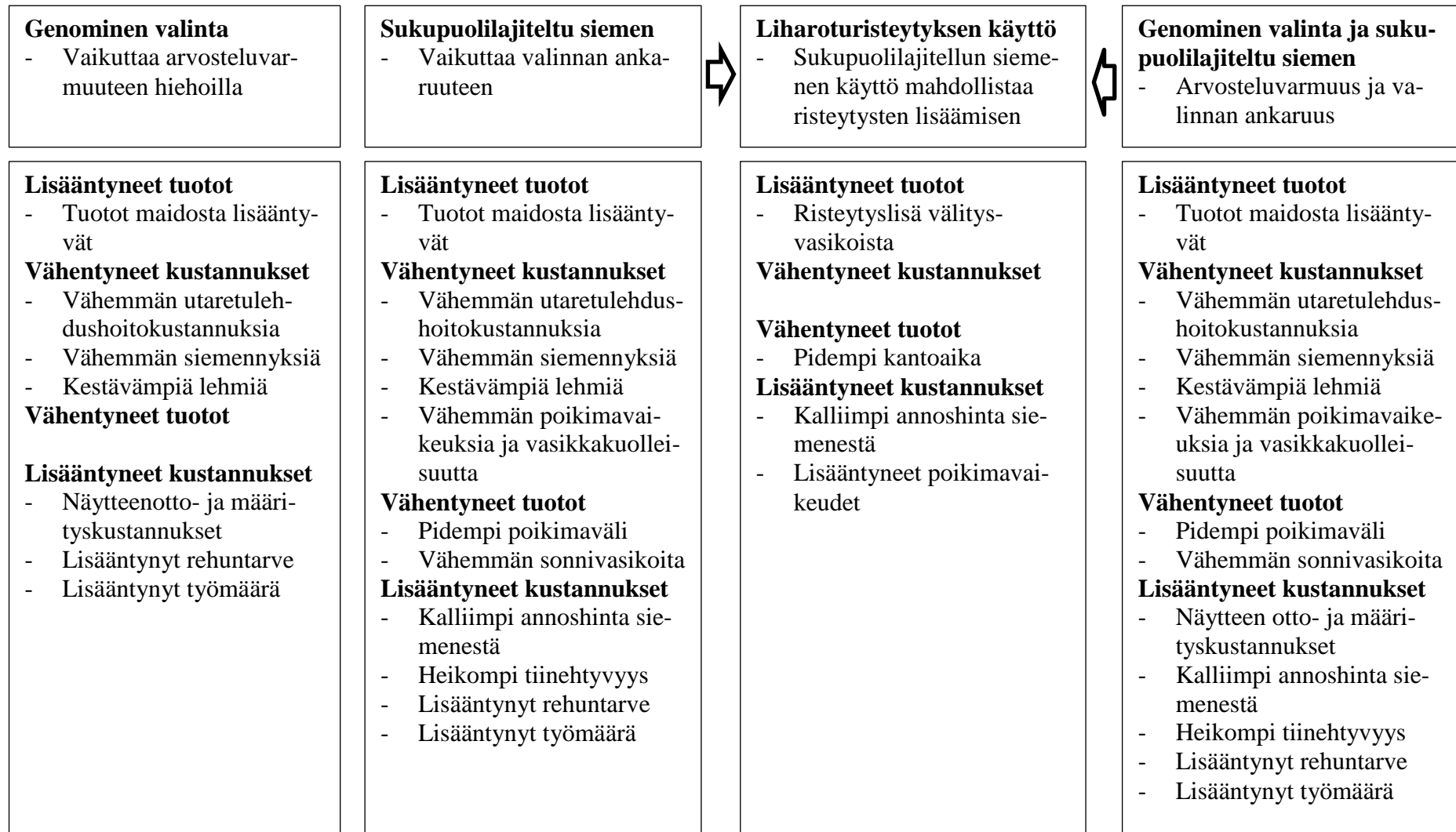
Tutkimusasetelmassa havainnollistettiin tutkimuskohdetta (kuvio 1). Tutkimuksessa määritettiin geneettisen tason ero tutkimuskarjoissa, jos ne käyttäisivät uusia jalostusmenetelmiä, ja tätä verrattiin siihen, että ne olisivat jatkaneet entisillä jalostusmenetelmillä. Geneettisen tason muutoksesta saatavia tuottoja verrattiin uusien jalostusmenetelmien aiheuttamiin lisäkustannuksiin. Uusien jalostusmenetelmien käyttö oli kannattavaa, jos tuotot olivat suuremmat kuin aiheutuneet kustannukset. Tutkimuksessa huomioitiin pelkästään lehmävalinta. Sonniavalinta jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.



KUVIO 1. Tutkimusasetelma

4.2 Kaavio uusien jalostusmenetelmien vaikutuksesta

Kuviossa 2 on kuvattu uusien jalostusmenetelmien vaikutuksia. Lajitellun siemenen käyttö mahdollisti liharoturisteytysten käytön lisäämisen lypsylehmillä. Investointi uusiin jalostusmenetelmiin tuotti parantuneen eläinaineksen ansiosta. Se vaikutti sekä lisätuottoina maidontuotannosta että alensi kustannuksia vähentämällä siemennysten ja utaretulehdushoitojen määrää. Lehmien kestävyys parantumisesta seurasi uudistustarpeen pieneneminen. Uusista jalostusmenetelmistä aiheutui kustannuksia korkeampina siemennyskustannuksina sekä näytteidenotto- ja määrityskustannuksina. Lisääntyneitä maidontuotantoa varten tarvittiin enemmän rehuja ja työaika lisääntyi. Tuotot vähenivät sukupuolilajitellun siemenen aiheuttamasta poikimavälin pidentymisestä ja sonnivaskoiden vähentymisestä johtuen. Tässä tutkimuksessa haettiin eläinaineksen parantumisesta saatavien tuottojen ja niistä aiheutuneiden kustannusten välistä eroa huomioiden tuottojen ja kustannusten eriaikaisuus diskonttaamalla tuotot ja kustannukset nykyarvoon.



KUVIO 2. Kaavio uusien jalostusmenetelmien vaikutuksista karjassa

4.3 Tutkimusaineiston hankinta

Tilat haettiin tutkimukseen International Farm Comparison Network IFCN:n (2012, 5-10) tyypilliset tilat periaatteen mukaisesti. Tutkimusalue oli MAILI-hankkeen toiminta-alue Pohjois-Savo. Tutkimukseen valittiin yhteensä viisitoista tilaa, jotka olivat kokoluokasta noin 30, 65 ja 130 lehmää. Kokoluokka 30 edustaa tämän hetken tyypillistä karjakokoa. Tuotosseurantakarjoista oli vuonna 2012 tämän kokoisia karjoja 26,4 prosenttia. Kokoluokassa 50–75 lehmää tuotettiin eniten maitoa Suomessa. (Nokka 2013, 18.) 130-lehmän karjat valittiin mukaan mahdollisena tulevaisuuden karjakokona. Tilojen edellytettiin täyttävän seuraavat ominaisuudet: sijainti Pohjois-Savon maakunnassa C2-tukialueella, 30 lehmän karjat parsinavettoja, 65 ja 130 lehmän karjat pihattoja, karjassa sekä ayrshire- että holstein-eläimiä, liharotuiset ja sonnivasikat välitykseen, tila tuotosseurannassa, karjan lehmillä jalostusarvon ennusteet ja rehukirjanpito ajan tasalla. Talousseurantaan kuuluminen oli toivottavaa.

Vuosi 2012 oli laskelmissa perusvuotena, joten tilojen tuotannon piti olla vuonna 2012 vakiintunutta. Tämän vuoksi tutkimukseen ei poimittu vuonna 2012 navetan rakentaneita tai laajentaneita tiloja. Tilan jalostusarvon ennusteiden tiedot kerättiin arvostelun 2013.2 mukaan, joka on julkaistu 2.5.2013 (Faba 2013b). Jalostusarvojen keskiarvo sisältää sekä lehmien jalostusarvojen ennusteet että hiehojen odotusarvot (taulukko 1).

Pienempien tutkimustilojen keskilehmäluku oli lähellä vuoden 2012 tuotosseurannan keskiarvoa, joka oli 33,1 lehmää karjaa kohti. Tilojen keskituotos oli kaikissa kokoluokissa korkeampi kuin tuotosseurannan keskiarvo koko Suomessa (taulukko 1). Vuonna 2012 se oli 8 865 kilogrammaa. Pohjois-Savon keskiarvo oli hieman korkeampi eli 9150 kilogrammaa. (Nokka 2013, 7-9.) Tilat valittiin MAILI-hankkeen rekisteristä, jossa oli noin 150 tilaa. MAILI-hankkeen tilat olivat valikoituneita keskimääräistä innokkaampien karjatalouden kehittäjien joukosta, mistä oli osoituksena tilojen keskimäärin korkeat jalostusarvot. Kahdessa suurimpien karjojen ryhmässä oli automaattilypsy. Se voi vaikuttaa lehmien keskituotokseen, koska korkean tuotoksen vaiheessa lehmät käyvät enemmän kuin kaksi kertaa päivässä lypsillä. Automaattilypsyttävien lehmien keskimääräinen tuotos oli 9211 kilogrammaa vuoden 2012 tuotosseurannan mukaan eli se oli 433 kilogrammaa korkeampi kuin kaksi kertaa päivässä lypsettävien lehmien tuotos (Nokka 2013, 22).

Karjakokoluokkaan 65-lehmää oli aineistoon valikoitunut jalostusarvoltaan keskimääräistä korkeatasoisempia karjoja (taulukko 1). Tällä voi olla vaikutusta saatuihin tulok-

siin, mutta viiden karjan valitseminen kokoluokkiinsa olisi ollut vaikeaa, jos olisi pitänyt satuttaa ne kaikki samantasoisiksi. Jalostusarvojen keskihajonta oli puolestaan pienten karjojen ryhmässä suurinta. Eläimiä yhteensä tarkoittaa karjan kaikkia naaraspuoleisia nautoja. Mukana ovat lehmät, hiehot ja lehmävasikat.

TAULUKKO 1. Tutkimustilojen keskiarvotietoja

Tilat	Keskilehmäluku	Keski-tuotos, kg	Jalostusarvojen keskiarvo	Jalostusarvojen keskihajonta	Eläimiä yhteensä
30	31,4	9592	3,1	8,4	60,2
65	65,3	9910	5,2	8,0	126,8
130	131,4	10001	4,3	7,6	254,4
Keskimäärin	76,0	9834	4,2	8,0	147,1

Tilojen eläinten rotujakaumat poikkesivat tuotosseurannan vuoden 2012 keskiarvoista, jotka olivat ayrshireä 60,8 prosenttia, holsteinia 37,8 prosenttia ja suomenkarjaa 1,2 prosenttia (Nokka 2013, 20). 30-lehmän karjojen ryhmässä ayrshiren osuus oli hieman suurempi, kun taas 65- ja 130-lehmän karjojen ryhmässä enemmistö tilan eläimistä oli holsteinia (taulukko 2). Roturyhmään ”muut” yhdistettiin kaikki muut tilojen eläinten rodut, joita olivat itäsuomenkarja, pohjoissuomenkarja, länsisuomenkarja, jersey ja braun swiss. Rotujakauman erilaisuus voi johtua pienestä aineistosta, mutta syynä voi olla myös yleinen käsitys holsteinin paremmasta soveltuvuudesta automaattilypsyyn. Heikkilä, Vanninen ja Karhula (2009,12) löysivät saman ilmiön analysoidessaan lypsy-asema- ja lypsyrobottikarjojen rotujakaumia vuosilta 2005–2007. Holsteinin osuus oli kasvanut molemmissa ryhmissä verrattuna tuotosseurantalehmien rotujakaumaan Suomessa, mutta lypsyrobottikarjoissa holsteinin osuus oli ollut jo ensimmäisenä tarkasteluvuonna korkeampi.

TAULUKKO 2. Tilojen eläinten rotujakaumat

Tilat	Ayrshire	Holstein	Muut rodut
30	67,8 %	30,9 %	1,4 %
65	27,6 %	72,4 %	0,0 %
130	33,9 %	65,5 %	0,7 %
Keskimäärin	43,1 %	56,2 %	0,7 %

Tutkimustiloilla lehmien poistoprosentti vaihteli karjakokoluokkien välillä jonkin verran (taulukko 3). Tutkimuksessa mukana olleilla isoilla karjoilla uudistustahti oli vuonna 2012 hieman nopeampaa kuin pienissä karjoissa. Tämä voi johtua siitä, että isommat karjat, joilla on automaattilypsy, joutuvat poistamaan enemmän lehmiä sopeutumattomuuden takia. Toisaalta poistoprosentista olisi ollut hyvä käyttää useamman vuoden keskiarvoa, koska karjakohtaisesti vuosittaista vaihtelua esiintyy runsaasti. Vuonna 2012 tuotosseurantatilojen lehmien poistoprosentti oli keskimäärin 33,0 prosenttia (Nokka 2014, 15). Tutkimustilojen poistoprosentti oli tuotosseurantatilojen keskiarvoa parempi kaikissa karjakokoluokissa.

Vasikkakuolleisuus vaihteli jonkin verran eri karjakokoluokissa (taulukko 3). Vasikkakuolleisuus vuoden 2012 kaikilla suomalaisilla lypsyrotuisilla lehmillä ja hiehoilla oli keskimäärin 4,61 prosenttia. Tässä tutkimuksessa olleilla tiloilla oli korkeampi vasikkakuolleisuus kuin valtakunnassa keskimäärin. Tutkimustiloilla tarvittiin lähes saman verran siemennyksiä poikimista kohti kuin tuotosseurannassa keskiarvon ollessa 2,01 (Nokka 2013, 26). Eri karjakokoluokissa vaihtelu oli hyvin vähäistä.

TAULUKKO 3. Tutkimustilojen keskimääräisiä tuotannon tunnuslukuja

Tilat	Poistoprosentti	Vasikkakuolleisuus	Siemennyksiä/ poikiminen
30	27,8	7,4	1,9
65	29,2	7,3	2,0
130	32,5	7,7	2,1
Keskimäärin	29,8	7,5	2,0

Maidon hintana käytettiin tilojen vuoden 2012 meijeriin lähettämästä maidosta saamaa arvonlisäverotonta tilityshintaa, jossa oli mukana meijerin mahdollisesti maksama jälkitilitys (taulukko 4). Hintaan lisättiin maidon C2-alueen tuotantotuki (Hakuopas 2013, 82). Eri karjakokoluokissa oli jonkin verran eroa niiden maidosta saamassa keskihinnassa siten, että pienemmillä tiloilla hinta oli korkeampi. Ero maidon hinnassa saattoi johtua eroista maidon pitoisuuksissa.

Säilörehun tuotantokustannukset olivat joko neuvojan tai tilan itse laskemia hintoja. Jos tietoja ei ollut saatavilla, tuotantokustannukset laskettiin tietojen keräämisen yhteydessä. Tuotantokustannuksissa oli runsaasti vaihtelua (taulukko 4). Pienemmillä tiloilla ne olivat alhaisemmat kuin isommilla tiloilla. Suurtuotannon edut eivät niissä tulleet esille,

niin kuin olisi saattanut odottaa. Rehukustannus lisämaitokilogramman tuottamiseen oli korkein isommissa karjoissa. Niissä oli korkeammat keskituotokset, joten osa erosta saattaa olla selitettävissä sillä.

TAULUKKO 4. Tutkimustilojen keskimääräisiä talouslukuja

Tilat	Maidon hinta	Säilörehun tuotantokustannus euroa/kuivaainetonna	Rehukustannus lisämaitokilogramman tuottamiseen euroa
30	0,452	164,4	0,122
65	0,450	183,2	0,130
130	0,446	165,9	0,135
Keskimäärin	0,449	171,2	0,129

Tutkimustiloilla 30-lehmän karjoissa oli erillisruokinta, jossa lehmät saivat säilörehua vapaasti ja väkirehua tuotoksen mukaisesti. Osalla tiloista käytettiin omaa viljaa, mutta kaikilla tiloilla annettiin ainakin valkuaisrehuna teollista rehua, rypsiä tai rapsia. Isoimmat tilat käyttivät seosruokintaa, jossa säilörehun sekaan sekoitettiin muita ruokinnan komponentteja kuten viljaa, valkuaisrehua, täysrehua, rypsiä, rapsia ja kivennäisiä. Robotilla annetaan lisäksi väkirehua houkutusrehuksi. Kesikokoisissa karjoissa käytettiin joko erillisruokintaa tai seosruokintaa.

4.4 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa käytettiin uusien jalostusmenetelmien vaikutusten arviointiin osittaisbudjetointimenetelmää. Siinä laskettiin eri aikoina tulevat kustannukset ja tuotot diskonttaamalla ne nykyarvoon. Perinnöllisen muutoksen laskemiseen käytettiin tilan omia tuotanto- ja taloustietoja. Osa tiedoista on valtakunnallisesta aineistosta, koska kaikkia tietoja ei ollut saatavilla tilakohtaisesti. Näitä oli esimerkiksi hiehojen ja siemennettyjen lehmien poistoprosentit.

Tutkimustiloilta kerättiin laskelmien tekemistä varten vuoden 2012 tietoja: keskimääräinen maitolitrin hinta, keskilehmäluku, poikimisten lukumäärä, keskituotos, uudistusprosentti, vasikkakuolleisuus, siemennyksiä / poikiminen, säilörehun tuotantokustannukset, utaretulehdus- ja siemennyskustannukset. Vuoden 2013 tietoja olivat väkirehu-

jen hinnat, ruokintasuunnitelma ja tilan indeksituloste, jossa on eläinten jalostusarvot ja osaindeksit.

4.4.1 Uudistuseläinten määrä

Uudistukseen tarvittavien hiehojen määrä laskettiin kertomalla keskilehmäluku ja uudistusprosentti. Lehmävasikoiden tuottamiseen tarvittavien siemennysten määrässä huomioitiin, että lehmävasikoiden osuus tavanomaisella siemenellä siemennettäessä on 49 prosenttia (Heikkilä & Peippo 2012, 132). Sukupuolilajiteltua X-siementä käytettäessä lehmävasikoiden syntymisen todennäköisyys on puolestaan 90 prosenttia (Seidel 2003, 585). Lisäksi lehmävasikoiden tuottamiseen tarvittavien siemennysten määrässä huomioitiin karjan vasikkakuolleisuus, hävikit hiehovaiheessa ja siemennetyillä lehmillä. Hiehovaiheen hävikki laskettiin tuotosseuranta-aineistosta, jossa oli mukana kaikki vuonna 2010 Suomessa syntyneet naaraspuoleiset naudat, joiden käyttötarkoitukseksi oli merkitty maidontuotanto. Aineistossa eivät olleet mukana eloon myydyt hiehot. Keskimäärin 16,02 prosenttia hiehoista poistettiin poikimattomina. Niistä 9,67 prosenttiyksikköä poistettiin siementämättömänä ja 6,35 prosenttiyksikköä siemennettynä. Näitä valtakunnan keskiarvoja käytettiin kaikkien tilojen laskelmissa.

Uudistukseen tarvittavien eläinten määrässä huomioitiin lisäksi lehmien poistot, jotka tapahtuvat siemennyksen jälkeen siten, että lehmä ei ennätä poikimaan ennen poistoa. Nämä tiedot perustuivat vuoden 2012 tuotosseuranta-aineistoon. Poistettujen osuus laskettiin erikseen lypsyrotuisella ja liharotuisella sonneilla siemennetyille lypsylehmille. Lypsyrotuisella sonnilla siemennetyistä lehmistä poistettiin 14,23 prosenttia ja liharotuisella siemennetyistä 31,40 prosenttia.

Sukupuolilajitellun siemenen käytön aikaansaama lajittelematonta siementä nopeampi perinnöllinen edistyminen laskettiin vertaamalla valittujen joukkojen keskiarvoja toisiinsa. Koska lajiteltua siementä käyttämällä saadaan tarvittava hiehomäärä pienemmästä siemennettävien joukosta, oli karsintaraja siinä korkeampi ja uudistuseläinten tuottamiseen valittujen eläinten jalostusarvot olivat keskimäärin korkeampia kuin lajittelematonta siementä käyttäen. Taulukossa 5 esitellään tutkimustilojen tarvitsemien uudistuseläinten määrät vuodessa ja uudistuseläinten tuottamiseen tarvittavien siemennysten määrät, kun käytettiin lajittelematonta tai lajiteltua siementä. Tulevien uudistuseläinten rotusuhteena käytettiin karjan ayrshiren ja holsteinin suhdetta tutkimuksen tekohetkellä.

TAULUKKO 5. Tutkimustiloilla tarvittavien uudistuseläinten määrä vuosittain ja niiden tuottamiseen tarvittavat siemennykset lajittelemattomalla ja lajitellulla siemenellä

Tilat	Uudistuseläinten määrä	Siemennettävien määrä, lajittelematon siemen	Siemennettävien määrä, lajiteltu siemen
30	9,0	25,2	14,0
65	18,8	51,6	28,2
130	41,8	114,8	62,6
Keskimäärin	23,2	63,9	34,9

Siemennettävien määristä saatiin jalostukseen valittujen osuus jakamalla uudistuseläinten tuottamiseen tarvittava siemennettävien määrä kaikkien vuodessa siemennettävien määrällä (taulukko 6). Siemennettävien määrä saatiin laskemalla yhteen keskilehmäluku ja yksi hiehoikäluokka. Valittujen osuus kertoi, kuinka suuri osuus karjan siemennettävistä eläimistä tarvittiin seuraavan uudistusikäluokan tuottamiseen. Lajittelematonta siementä käytettäessä osuus oli tiloilla keskimäärin 43 prosenttia ja lajiteltua siementä käytettäessä 23 prosenttia. Valittujen osuudesta saatiin valintaintensiteetti (liite 1). Valintaintensiteettiä eli valintaeroa tarvittiin perinnöllisen muutoksen laskemiseen.

TAULUKKO 6. Valittujen osuus lajittelemattomalla ja lajitellulla siemenellä

Tilat	Lajittelematon siemen	Lajiteltu siemen
30	0,41	0,23
65	0,42	0,21
130	0,46	0,25
Keskimäärin	0,43	0,23

4.4.2 Perinnöllisen muutoksen laskeminen

Perinnöllisellä edistymisellä tarkoitetaan eläinaineksen paranemista haluttuun suuntaan. Tämän suunnan luo jalostaja ja hänen on tiedettävä jalostuksen suuntaa määrittäessään periytymismekanismit (Ojala 1999, 36–41). Perinnöllisen edistymisen avulla mitataan jalostuksen tehokkuutta eli sitä, saadaanko jalostukseen sijoitetulla panoksilla edistymistä aikaiseksi eläinjoukossa (Aro ym. 2012, 40). Perinnöllinen edistyminen ΔG voidaan laskea kaavasta:

$$\Delta G = r_{TI} i \sigma_A$$

missä r_{TI} tarkoittaa valinnan kohteena olevien eläinten jalostusarvojen arvosteluvarmuutta, i valintaintensiteettiä ja σ_A additiivista geneettistä hajontaa. Valintaintensiteetti i on standardoitu valintaero, jonka suuruus alkuperäisissä yksiköissä voidaan laskea kertomalla normaalijakauman taulukosta saatava valintaero ominaisuuden additiivisellä hajonnalla. (Juga & Syväjärvi 1999, 107.)

Uusien jalostusmenetelmien aikaansaaman perinnöllisen edistymisen laskemiseksi käytettiin tilojen jalostusindeksitulostetta, josta löytyivät kaikkien karjan naaraspuoleisten nautojen jalostusarvot, joita kutsutaan nimellä Nordic Total Merit eli NTM, ja nuorten eläinten odotusarvot. Odotusarvo on emän ja isän jalostusarvon keskiarvo. Kaikilla tiloilla indeksituloste oli toukokuun 2013 laskennan mukainen. Tässä laskelmassa käytettiin neljän eri ominaisuuden osaindeksiä: maitotuotoksen, utareterveyden, kestävyys ja hedelmällisyyden. Nämä valikoitiin mukaan niiden suurimman taloudellisen merkityksen ja kohtuullisen helpon taloudellisen määrittämisen vuoksi. Eläimillä, joilla oli jo omia näyttöjä, laskettiin näiden ominaisuuksien osaindeksit. Nuorilla, joilla oli pelkästään odotusarvot, osaindeksit maitotuotokselle, utareterveydelle, kestävyydelle ja hedelmällisyydelle laskettiin NTM:n ja kyseisen ominaisuuden välisen korrelaation avulla (taulukko 7). Ayrshire-rotuisille eläimille käytettiin NTM:n punaisten rotujen arvoja.

TAULUKKO 7. Nordic Total Meritin (NTM) ja ominaisuuksien välisiä korrelaatioita (Pedersen Aamand 2013, 13)

NTM:n ja ominaisuuksien väliset korrelaatiot	Punaiset rodut	Holstein
maitotuotos	0,65	0,59
utareterveys	0,40	0,49
kestävyys	0,56	0,68
hedelmällisyys	0,20	0,44

Maitotuotoksen, utareterveyden, kestävyys ja hedelmällisyyden muutokset indeksipisteissä muutettiin konkreettisiksi 10 indeksipisteen arvojen mukaan (taulukko 8). Maitotuotoksen 10 indeksipisteen arvo oli laskelmissa vakio riippumatta tuotoskaudesta. Tuotos- ja kestävyysominaisuuksilla on positiiviset arvot, jolloin korkeampi indeksilukema tarkoittaa tuotoksen ja kestävyysnousua. Utareterveys ja hedelmällisyysominaisuuksissa on negatiiviset arvot, jolloin korkeammat indeksiarvot tarkoittavat vähempiä utarehoitoja, siemennysmääriä ja lyhempiä välejä poikimisesta siemennykseen ja

siemennysten välillä. Kaikissa tapauksissa korkeampi indeksi-arvo tarkoittaa siis myönteistä kehitystä.

TAULUKKO 8. Kymmenen indeksipisteen arvot ja yksiköt (Pedersen Aamand 2013, 22–54)

10 indeksipisteen arvot ja yksiköt	Punaisten rodut	Holstein
Maitotuotos, kg	262	191
Utareterveys, prosenttiyksikkö	-1,92	-2,7
Kestävyys, vuorokausi	34	36
Siemennysten määrä, kpl	-0,08	-0,03
Aika poikimisesta ensimmäiseen siemennykseen, vuorokausi	-1,7	-2,2
Aika ensimmäisestä siemennyksestä viimeiseen siemennykseen, vuorokausi	-4,9	-5,9

Hedelmällisyysindeksi muutettiin siemennysten määräksi, ajaksi poikimisesta ensimmäiseen siemennykseen ja ajaksi ensimmäisestä siemennyksestä viimeiseen siemennykseen hedelmällisyysindeksin ja kunkin ominaisuuden välisen korrelaation avulla (taulukko 9). Saatu hedelmällisyysindeksin muutoksen poikkeama sadasta kerrottiin eri ominaisuuksien korrelaatioilla ja sen jälkeen huomioitiin kymmenen indeksipisteen arvot (taulukko 8). Punaisten rotujen ja holsteinin jalostusohjelmat poikkeavat toisistaan, ja siksi korrelaatiot ja indeksipisteiden arvot ovat erilaisia.

TAULUKKO 9. Hedelmällisyysominaisuuksien korrelaatiot hedelmällisyysindeksin kanssa (Pedersen Aamand 2013, 31)

Hedelmällisyysindeksin korrelaatio	Punaisten rodut	Holstein
Siemennysten määrä, kpl	0,91	0,85
Aika poikimisesta ensimmäiseen siemennykseen	0,60	0,65
Aika ensimmäisestä siemennyksestä viimeiseen siemennykseen	0,97	0,97

4.4.3 Genomisen valinnan käytön kannattavuuden laskeminen

Genomisen valinnan käytön kannattavuuden laskeminen perustui erilaisiin arvosteluvarmuuksiin odotusarvon ja genomisen jalostusarvon välillä valittaessa hiehoja seuraavan sukupolven vanhemmiksi. Genomisen valinnan aikaansaama muutos laskettiin kaavasta:

$$R = i * (P_{GS} - P_{PA}) * \sigma_H,$$

missä R tarkoittaa muutoksen suuruutta, i valintaeroa, P_{GS} genomisen valinnan arvosteluvarmuutta, P_{PA} odotusarvon arvosteluvarmuutta ja σ_H ominaisuuden hajontaa (Calus ym. 2013, 10). Valintaero saatiin selville laskemalla kullakin jalostusmenetelmällä tarvittavien uudistuseläinten tuottamiseen tarvittavien siemennysten määrä (taulukko 6, s. 24) koko karjan eläinmäärästä eli valittujen osuus, josta voitiin määrittää valintaeron suuruus normaalijakauman taulukosta (liite 1). Odotusarvon arvosteluvarmuutena käytettiin tässä tutkimuksessa 0,15 (Calus ym. 2013, 10; Bijma 2012, 348). Ayrshire-rodun genomisen arvostelun 54K- eli MD-lastun arvosteluvarmuus laskettiin luotettavuuden neliöjuuresta 0,32 (Makgahlela ym. 2013, 10). Luotettavuudesta saatiin ayrshire-rodun arvosteluvarmuudeksi 0,57. Holstein-rodun luotettavuus oli tutkimuksen mukaan 0,57 (Liu, Aamand, Fritz & Schrooten 2013, 41). Tästä saatiin arvosteluvarmuudeksi 0,76.

Koska 10K-lastun arvosteluvarmuudesta ei ollut tutkimushetkellä tietoa, käytettiin 3K-lastun tietoja. 10K-lastun arvosteluvarmuus tulee olemaan hieman korkeampi kuin 3K-lastun. 3K-lastun arvosteluvarmuus laskettiin ayrshire-rodulla siten, että 3K-lastun luotettavuus oli 93,7 prosenttia 54K-lastun luotettavuudesta (Ma ym. 2013, 4670). Holsteiniilla 3K-lastun arvosteluvarmuus laskettiin tutkimustuloksen mukaan, jonka perusteella luotettavuus oli 6,5 prosenttiyksikköä alhaisempi kuin 54K-lastun luotettavuus (Chen, Liu, Reinhardt & Reents 2011, 51). Hajonnan arvo oli kymmenen (Pedersen Aamand 2013, 60). Genomimäärityksen hintoina käytettiin 54K-analyysin hintaa 80 euroa. Tämä hinta perittiin karva- tai verinäytteestä. 10K-lastun analyysihinta oli puolestaan 55 euroa. (Faba 2013a.) Fabassa naaraspuoleisille naudoille genomimääritykset tehdään tällä hetkellä pelkästään 10K-lastulla.

Jokaiselle tilalle laskettiin eri versiot genomisen valinnan MD- ja LD-lastuja käytettäessä. Aluksi laskettiin versio, jossa genominäytteet otettiin kaikista ikäluokan vasikoista, joiden odotusarvo oli nolla tai sen yli. Toinen versio laskettiin niin, että genomisia näytteitä otettiin kaikista ikäluokan vasikoista, joiden odotusarvo oli nollan ja viidentoista välillä. Korkeimman odotusarvon omaavista ei otettu näytettä, koska niiden oletettiin

tulevan valituiksi ilmankin. Genomisten näytteiden määriä saatiin tällä tavalla vähennettyä ja kustannuksia hieman alennettua. 30-lehmän karjoissa näytemäärä putosi keskimäärin 2,4 kappaletta, 65-lehmän karjoissa 4,8 ja 130-lehmän karjoissa 5,6 kappaletta (taulukko 10).

TAULUKKO 10. Keskimääräinen genominäytteiden lukumäärä karjakokoluokittain

Tilat	Genominäytteet kpl, Od. ≥ 0	Genominäytteet kpl, $0 \leq \text{Od.} \leq 15$
30	12,2	9,8
65	27,8	23,0
130	52,2	46,6
Keskimäärin	30,7	26,5

4.4.4 Lajitellun siemenen käytön kannattavuuden laskeminen

Lajitellun siemenen käytön kannattavuutta laskettaessa huomioitiin lajitellun siemenen korkeampi hinta suhteessa lajittelemattomaan siemeneen. Samoin huomioitiin heikompi tiineystulos eli tiineyttä kohti tarvitaan useampia siemennyksiä sekä poikimavälin pidentyminen lajiteltua siementä käytettäessä (taulukko 11). Siemennyksen kustannuksena käytettiin tilan keskimääräistä siemennyksen hintaa vuonna 2012. Tyhjäkauden taloudellisena arvona käytettiin Toivakan (2006, 69) tutkimuksen arvoja, jotka on muutettu vuoden 2013 arvoon. Tyhjäkauden kustannus vuorokautta kohti oli ayrshirelehmillä -1,42 euroa ja holsteinilla -1,99 euroa päivää kohti.

TAULUKKO 11. Uusimattomuusprosentin ja poikimavälin ero käytettäessä lajiteltua ja lajittelematonta siementä (Heikkilä & Peippo 2012, 133)

Siemennys lajittelemattomalla siemenellä	Uusimattomuus- %	Poikimaväli, pv
hiehot	56,3	384
lehmät	43,8	393
Siemennys lajitellulla siemenellä		
hiehot	42,3	394
lehmät	30,2	402

Lajitellun siemenen käytön kannattavuutta laskettaessa huomioitiin alhaisempi syntyvien sonnivasikoiden lukumäärä (taulukko 12). Sonnivasikoiden määrä laskettiin käänteivi-

sesti syntyneiden lehmävasikoiden kautta. Pohjana oli vuonna 2012 syntyneiden vasikoiden lukumäärä. Ensin laskettiin syntyvien lehmävasikoiden määrä lajiteltua siementä käyttäen, vähennettiin lajitellulla siemenellä syntyvien sonnivasikoiden määrä ja lukuun lisättiin syntyvien lehmävasikoiden määrä lajittelematonta siementä käyttäen. Tätä lukua verrattiin syntyvien lehmävasikoiden lukumäärään käytettäessä lajittelematonta siementä. Näiden lukujen erotus tarkoitti lehmävasikoiden määrän kasvua. Sama luku kertoi sonnivasikoiden vähenemisen lukumäärän. Oletuksena oli, että ylimääräiset vasikat menevät välitykseen eikä tila käy jalostuseläinkauppaa. Tällöin suurempi lehmävasikoiden määrä merkitsi pienempiä tuottoja välitysvasikoista, koska välitysvasikoissa sonni- ja lehmävasikoiden hintaero kesällä 2013 oli 70 euroa.

TAULUKKO 12. Sonnivasikoiden määrän väheneminen lajiteltua siementä käytettäessä

Tilat	Vähemmän sonneja	Vähemmän sonneja / lehmä
30	4,15	0,13
65	8,67	0,13
130	19,28	0,15
Keskimäärin	11,38	0,14

Suurempi lehmävasikoiden osuus merkitsi samalla vähemmän poikimavaikeuksia ja pienempää vasikkakuolleisuutta (taulukko 13). Tyyppin kaksi, kolme ja neljä poikimisia oli vasikan ollessa lehmävasikka vähemmän. Poikimistyyppi 1 tarkoittaa helppoa poikimista ilman apua, 2 tarkoittaa normaalia poikimista, jossa tarvitaan korkeintaan yhden hengen vetoapua, 3 puolestaan tarkoittaa voimakasta vetoapua ja 4 eläinlääkärinä vaativaa apua. Samoin vasikoita jäi henkiin 1,11 prosenttia enemmän, kun syntyi lehmävasikka. Vasikkakuolleisuuden vähentymisessä otettiin huomioon lisääntyvä välitysvasikoiden määrä ja vähentynyt työmäärä. Poikimavaikeuksien vähenemisessä huomioitiin työmäärän väheneminen. (Pedersen, Sörensen, Toivonen, Eriksson & Pedersen Aamand 2008, 19.) Erilaiset poikimavaikeus- ja vasikkakuolleisuusluvut, kun vasikan isä on liharotuinen, otettiin huomioon laskettaessa Y-lajitellun siemenen kannattavuutta.

Sukupuolilajitellun siemenen käytöstä laskettiin versio, jossa liharoturisteytyksien käyttöä ei lisätty, vaikka lajitellun siemenen käyttö antaisi siihen mahdollisuuden. Lisäksi laskettiin versio, jossa käytettiin liharoturisteytyksiin Y-lajiteltua siementä. Kaiken

kaikkiaan laskettiin jokaiselle tilalle kahdeksan eri versiota. Tilojen tuloksista tehtiin yhteenvedot kokoluokittain.

TAULUKKO 13. Sonni- ja lehmävasikoiden poikimavaikkeuksien ja vasikkakuolleisuuden erot lypsyrotuisilla lehmillä, kun vasikan isä on lypsyrotuinen tai liharotuinen

Lypsyrodot	1	2	3	4	Elävä	Kuollut
Sonnit	67,29 %	26,27 %	6,14 %	0,29 %	94,36 %	5,64 %
Lehmät	73,99 %	22,46 %	3,30 %	0,26 %	95,47 %	4,53 %
Ero	-6,69 %	3,81 %	2,85 %	0,03 %	-1,11 %	1,11 %
Liharodut	1	2	3	4	Elävä	Kuollut
Sonnit	66,26 %	25,53 %	7,91 %	0,31 %	94,73 %	5,27 %
Lehmät	75,31 %	21,16 %	3,31 %	0,23 %	95,88 %	4,12 %
Ero	-9,05 %	4,37 %	4,60 %	0,08 %	-1,15 %	1,15 %

Poikimatyypit 1 = helppo poikiminen, 2 = normaali poikiminen, 3 = voimakas vetoapu (kaksi tai useampia henkilöitä) ja 4 = eläinlääkärin antama poikimisapu

4.4.5 Liharoturisteytysten käyttö

Lajitellun siemenen käytön kannattavuutta laskettaessa huomioitiin mahdollisuus lisätä liharotusiemennyksiä. Niitä ei suositella käytettäväksi hiehoille, joten laskelmissa huomioitiin tämä mahdollisuus ainoastaan lehmille, joita ei lajiteltua siementä käytettäessä tarvinnut siementä lypsyrotuisen jälkeläisen aikaansaamiseksi. Liharotusiemennyksiin käytettiin ensimmäisissä laskelmissa lajittelematonta siementä. Siemenannoksen hinta 6 euroa ja tilalla tarvittavien siemennysten määrä tiineyttä kohti huomioitiin kustannuksissa. Samoin kustannuksissa huomioitiin poikimavaikkeudessa ja kantoajassa tapahtuvat muutokset käytettäessä liharotuista siementä lypsyrotuisilla lehmillä.

Poikimavaikkeuksien muutosten arvioimiseksi analysoitiin vuoden 2012 suomalaisten lypsylehmien poikimistilastoja (taulukko 14). Liharoturisteytykset lisäsivät lypsylehmillä poikimistyyppiä 3 eli useamman henkilön vaatimaa vetoapua vuoden 2012 aineiston mukaan 1,1 prosenttiyksikköä. Pedersenin ym. (2008, 15) mukaan tällainen poikiminen lisää karjanhoitajien työtä 1,5 tuntia yhtä tapausta kohti verrattuna helppoon poikimiseen. Työtunnin hintana laskelmissa käytettiin 14,5 euroa. Vasikkakuolleisuuteen liharoturisteytysten käyttö ei sen sijaan vaikuttanut heikentävästi vuoden 2012 suomalaisen

poikimatilaston mukaan. Lypsyroduilla vasikkakuolleisuus oli 5,5 prosenttia ja liharoduilla keskimäärin 5,1 prosenttia.

TAULUKKO 14. Poikimistyyppi lypsyrotuisilla lehmillä vasikan isän ollessa lypsy- ja liharotua Suomessa vuoden 2012 poikimisissa

Poikimatyyppe	Lypsyrotu	Liharotu	Liharodun poikkeama
1	70,90 %	70,40 %	-0,50 %
2	24,10 %	23,50 %	-0,60 %
3	4,70 %	5,80 %	1,10 %
4	0,30 %	0,30 %	0,00 %

Poikimatyyppe 1 = helppo poikiminen, 2 = normaali poikiminen, 3 = voimakas vetoapu (2 tai useampia henkilöitä) ja 4 = eläinlääkärin antama poikimisapu

Liharoturisteytysten pidempi kantoaika laskettiin painotettuna keskiarvona rotujen käytön suhteessa (taulukko 15) ja verrattuna lypsyrotujen kantoaikaan, joka oli 278 vuorokautta. Liharoduista aberdeen anguksella ja herefordilla oli liharotuisista lyhin kantoaika 280 vuorokautta, kun vasikan emänä on lypsyrotuinen lehmä. Seuraavaksi on charolais, jonka kantoaika oli 281 vuorokautta. Simmentalin ja blonde d'Aquitaine kantoaika oli 285 ja limousinin 286 vuorokautta. (Sirkko 2007, 17.) Liharotujen kantoaika oli 5,6 vuorokautta pidempi kuin lypsyrotujen, kun keskiarvo laskettiin käytön suhteessa.

TAULUKKO 15. Kuuden liharodun suhteelliset osuudet lypsyrotulehmille syntyneistä risteytysvasikoista suomalaisessa tuotosseuranta-aineistossa vuonna 2012

Rotu	Osuus
Aberdeen Angus	23,50 %
Hereford	5,40 %
Limousin	34,40 %
Simmental	8,10 %
Charolais	8,40 %
Blonde d'Aquitaine	20,30 %

Kantoajan pidentyminen huomioitiin tässä tutkimuksessa samoin kuin tyhjäkauden pidentyminen ja taloudellisena arvona on käytetty samoja lukemia, jotka ovat Toivakan

(2006, 69) tutkimuksen arvoista muutettu vuoden 2013 rahan arvoon. Tyhjäkauden kustannus on ayrshirelehmillä -1,42 euroa ja holsteinilla -1,99 euroa vuorokautta kohti.

Tutkimustiloilla sonni- ja risteytysvasikat laitettiin ternivälitykseen. Syntyvien vasikoiden lukumäärä laskettiin liharodulla siemennettyjen määrästä vähentämällä siitä 31,40 prosentilla, joka oli suomalaisen tuotosseurantatilojen keskiarvo vuonna 2012 liharotuisella siemennettyjen lehmien poistoista ennen poikimista. Risteytysvasikoiden lisähintoina käytettiin tilojen kesällä 2013 saamia lisähintoja: aberdeen angus ja hereford sonnivasikasta 10 euroa ja lehmävasikasta 5 euroa, limousin ja simmental sonnivasikasta 70 euroa ja lehmävasikasta 45 euroa sekä charolais ja blonde d'Aquitaine sonnivasikasta 90 euroa ja lehmävasikasta 55 euroa. Näistä laskettiin rotujen käytön suhteessa painotetut keskiarvot (taulukko 15), joista saatiin sonnivasikan keskimääräiseksi hinnaksi 58,36 euroa ja lehmävasikan hinnaksi 36,29 euroa.

4.4.6 Osittaisbudjetointi

Osittaisbudjetoinnilla voidaan tutkia muutoksia, jotka tapahtuvat tilan tai tuotantosuunnan sisällä. Se sisältää neljä kohtaa: lisääntyneet tuotot, vähentyneet kustannukset, vähentyneet tuotot ja lisääntyneet kustannukset. Tarkastelussa mitataan kustannusten ja hyötyjen muutosta suhteessa perustilanteeseen, ei niiden absoluuttista arvoa. Muutoksen tekeminen on kannattavaa, mikäli lisääntyneet tuotot ja vähentyneet kustannukset ovat suuremmat kuin vähentyneet tuotot ja lisääntyneet kustannukset. Osittaisbudjetointi on staattinen simulointimenetelmä, joka kuvaa tässä tutkimuksessa tutkittavaa asiaa deterministisesti. (Niemi 2002, 22–24.) Determinismi tuli esille siinä, että tarkasteltavana oli kulloinkin yksi vaihtoehto, joka oli keskiarvo mahdolliselle muutokselle karjojen perinnöllisessä aineksessa. Staattisuus oli tässä tutkimuksessa sitä, että simuloinnissa oli mukana vain yksi valintakierros ja sen vaikutukset. Jatkuvaa uuden jalostusmenetelmän käyttöä ei huomioitu.

Tässä tutkimuksessa osittaisbudjetointilaskelmat tehtiin niin, että 0-vuosi oli jalostuspäätösten tekovuosi, jolloin käytettiin lajiteltua siementä, genomista valintaa ja kolmannessa vaihtoehdossa molempia. Lisäksi 0-vuonna lisättiin liharotusonnien käyttöä, jos lajitellun siemenen ansiosta jäi lehmiä, joista ei tarvinnut odottaa lehmävasikkaa. Kustannuksia aiheutui uusien menetelmien käytöstä. Lajiteltua siementä käytettäessä siemennyskustannukset lisääntyivät, koska tiinehtyvyys oli sillä heikompaa. Seuraavana vuonna syntyivät jalostuspäätöksen mukaiset vasikat. Liharoturisteytysten käytöstä syntyi lisätuottoja korkeampina välitysvasikkahintoina, mutta samalla liharoturisteytyksistä

aiheutui kustannuksia pidemmän kantoajan ja hieman lisääntyneiden poikimavaikeuksien takia. Toinen jalostuspäätöksen jälkeinen vuosi oli välivuosi. Silloin ei tullut tuottoja eikä kustannuksia.

Kolmantena, neljäntenä ja viidentenä vuonna kertyi tuottoja joko lisääntyneenä maitotuotoksena tai pienentyneinä kustannuksina kestävyuden, utareterveyden, siemennyskertojen ja poikimisvälin osalta. Lisääntynyt rehuntarve huomioitiin karjan ruokintasuunnitelman mukaisilla rehuilla. Ruokinta laskettiin yhden maitokilogramman vaatiman 5,15 Megajoulen suhteen (MTT 2013). Korkeamman maitomäärän tarvitsema lisätyö laskettiin tilan nykyisen maitomäärän ja tehdyn työpanoksen suhteesta. Sekä tuotot että kustannukset on diskontattu nykyarvoon, jolloin vaikutus on sitä pienempi, mitä kauempana nykyhetkestä tapahtuma on. Taulukossa 16 on yhteenveto kaikille tiloille yhteisistä parametreista.

TAULUKKO 16. Yhteisten parametrien arvot ja yksiköt

Parametri	Arvo	Yksikkö
Työtunnin hinta	14,5	€ / h
Diskonttauskorko	5	% / vuosi
Tyhjäkauden hinta (Toivakka 2006, 69)		
Ayrshire	-1,42	€ / vrk
Holstein	-1,99	€ / vrk
Genomimäärityksen hinta (Faba 2013a)		
MD	80	€ / kpl
LD	55	€ / kpl
Hiehojen poistoprosentti	16,02	%
Lehmien poistoprosentti, lypsyrotuiset		
Lypsyrotuisella siemennetyt	14,23	%
Liharotuisella siemennetyt	31,20	%
Välitysvasikan hintaero sonni - lehmä	70	€ / kpl
Lajitellun siemenen hintaero lajittelemattomaan (Faba 2013c)	10,39	€ / kpl
Liharotuisen sonnivasikan välityshinnan risteytyslisä	58,36	€ / kpl
Liharotuisen lehmävasikan välityshinnan risteytyslisä	36,29	€ / kpl
Maidon Pohjoinen tuotantotuki C2-alue (Hakuopas 2013, 82)	8,4	snt/l

5 Tutkimustulokset

Tutkimustuloksissa esitellään ensin perinnöllinen ja taloudellinen muutos, kun käytettiin lajiteltua siementä. Liharotusiemennysten käytön mahdollisuuksista esitellään tulokset käytettäessä lajiteltua ja lajittelematonta siementä. Genomisen valinnan käytöstä esitellään ensiksi tulokset tiloilta, kun hinnat ja arvosteluvarmuudet laskettiin MD-lastun mukaan ilman lajitellun siemenen käyttöä ja sen jälkeen yhdistettynä lajitellun siemenen käyttöön. Samoin laskettiin versiot 10K-lastun hinnoilla ja 3K-lastun arvosteluvarmuuksilla, koska 10K-lastun arvosteluvarmuuksia ei ollut tutkimushetkellä saatavilla.

5.1 Sukupuolilajiteltu siemen

Sukupuolilajitellun siemenen käyttö tutkimustiloilla vaikutti positiivisesti karjan perinnöllisen aineksen kehittymiseen (taulukko 17). Kokonaisjalostusarvo NTM muuttui tutkimustiloilla keskimäärin +0,77 pistettä lehmää kohti lehmävalinnan ansiosta yhdessä sukupolvessa. Tuotosindeksin muutos oli +0,32, utareterveysindeksin +0,35, kestävyysindeksin +0,48 ja hedelmällisyysindeksin +0,24. Karjakokoluokassa 65 edistyminen oli kokonaisjalostusarvolla mitattuna nopeinta. Myös lähtötilanteessa kyseisen ryhmän tilojen jalostusarvojen ja odotusarvojen keskiarvot ja keskihajonnat olivat korkeimmat.

TAULUKKO 17. Lajitellun siemenen käytön vaikutus kokonaisjalostusarvoon ja osaindekseihin tutkimustiloilla lehmää kohti tilakokoluokittain ja keskimäärin

Tilat	NTM	Tuotos	Utareterveys	Kestävyys	Hedelmällisyys
30	0,70	0,33	0,35	0,41	0,17
65	0,83	0,26	0,35	0,52	0,32
130	0,79	0,37	0,35	0,50	0,24
Keskimäärin	0,77	0,32	0,35	0,48	0,24

Sukupuolilajitellun siemenen käyttö ei ollut kannattavaa tutkimustiloilla (taulukko 18). Laskelmissa huomioitiin lihasonnien käyttö niillä lehmillä, joista ei tarvitse odottaa jälkeläistä uudistukseen. Lisääntyneet tuotot ja vähentyneet kustannukset eivät riittäneet kattamaan vähentyneitä tuottoja ja lisääntyneitä kustannuksia. Suurimmat tulokseen vaikuttavat erät olivat lajitellun siemenen käytöstä aiheutuvat lisääntyneet kustannukset

ja sonnivasikoiden määrän vähenemisestä aiheutuvat vähentyneet tuotot välitysvasikoiden myynnistä.

TAULUKKO 18. Sukupuolilajitellun siemenen käytön kannattavuus yhdellä valintakierroksella euroa/tila

Tilat	Lisääntyneet tuotot	Vähentyneet kustannukset	Vähentyneet tuotot	Lisääntyneet kustannukset	Yhteensä
30	493,88	90,21	-422,23	-581,90	-420,04
65	790,46	295,66	-926,13	-1028,30	-868,30
130	2011,37	495,24	-2078,23	-2447,73	-2019,35
Keski- määrin	1098,57	293,70	-1142,20	-1352,64	-1102,57

Lajitellun siemenen käytön kannattavuus muutettiin vertailukelpoisemmaksi eri karjakokoluokkien välillä jakamalla tulos tilan keskilehmäluvulla (taulukko 19). Lajitellun siemenen käytön kannattavuus heikkeni siirryttäessä kookkaimpiin karjoihin. Käytön kannattavuus heikkeni edelleen, jos liharoturisteytysten käyttömahdollisuuden lisäystä ei huomioitu. Jos liharoturisteytysten aikaansaamiseksi käytetään Y-lajiteltua siementä sonnivasikoiden todennäköisyyden lisäämiseksi, käytön kannattavuus heikkeni edelleen. Sukupuolilajitellun lihasonnisiemenen käytön kannattavuus oli heikointa isoimmissa tutkimuskarjoissa.

TAULUKKO 19. Sukupuolilajitellun siemenen kannattavuus tutkimustiloilla yhdellä valintakierroksella karjakokoluokittain lehmää kohti

Tilat	Lajiteltu siemen	Lajiteltu siemen ilman lihasonnin	Lajiteltu siemen ja Y-lajiteltu lihasonnin siemen
30	-12,90	-15,68	-18,53
65	-13,89	-16,12	-18,18
130	-15,76	-19,04	-23,25
Keskimäärin	-14,18	-16,94	-19,99

Tutkimustilat pystyisivät maksamaan lajitellusta siemenannoksesta 5,47 euroa alemmaa hintaa kuin lajittelemattomasta siemenannoksesta. Karjakokoluokissa hinta vaihteli niin, että 30-lehmän karjoissa se oli 5,26 euroa, 65-lehmän karjoissa 6,03 euroa ja 130-lehmän karjoissa 5,12 euroa siemenannosta kohti. Erot karjakokoluokkien välillä oli pieniä, eikä perinnöllisen tason nousu yhdellä valintakierroksella riittänyt missään niistä kattamaan lisääntyneitä kustannuksia ja vähentyneitä tuottoja.

5.2 Liharoturisteytysten käyttö

Lajiteltua siementä käytettäessä voitiin jonkin verran lisätä liharoturisteytysten käyttöä lypsylehmillä. Liharotusiemennyksille oli kuitenkin ilman lajitellun siemenen käyttöäkin suuri potentiaali. Jos eläinten lukumäärästä vähennettiin uudistussiemennyksiin tarvittavien eläinten määrä (taulukko 5, s. 24) ja jäljelle jäävistä eläimistä huomioitiin vain lehmät, niin liharoturisteytystä voitaisiin lajittelemattomalla siemenellä käyttää 34,0 prosentilla vuosittain siemennykseen tulevista eläimistä. Lajitellun siemenen kanssa liharoturisteytysten mahdollisuus nousisi 42,1 prosenttiin kaikista siemennettävistä. Lajitellun siemenen ansiosta voidaan liharoturisteytyksiä lisätä noin 8 prosenttiyksikköä kaikista siemennettävistä eläimistä (taulukko 20).

TAULUKKO 20. Liharoturisteytysten käyttö tutkimustiloilla

Tilat	lajittelematonta siementä käytettäessä	lajiteltua siementä käytettäessä	lisää lajitellun siemenen ansiosta
30	22,8	27,6	4,8
65	43,6	51,4	7,8
130	83,8	106,6	22,8
Keskimäärin	50,07	61,87	11,80

5.3 Genominen valinta MD-lastulla

Genomisen valinnan käytön vaikutus jalostusarvoihin oli suurempi kuin sukupuolilajitellun siemenen käytöllä (taulukko 21). Kokonaisjalostusarvo NTM:n muutos oli keskimäärin +1,13 jalostusarvopistettä lehmää kohti. Tuotosindeksin muutos oli +0,51, utareterveysindeksin +0,52, kestävyysindeksin +0,72 ja hedelmällisyysindeksin +0,41 lehmää kohti. Kokoluokan 65 lehmää -tiloilla muutos oli suurinta kokonaisjalostusarvossa genomista valintaa käytettäessä kuten lajiteltua siementä käytettäessäkin. Ominai-

suuskohtaisia eroja kuitenkin oli, sillä esimerkiksi tuotoksessa 30-lehmän tiloilla muutos oli suurin.

TAULUKKO 21. Genomisen valinnan (MD) vaikutus tilojen kokonaisjalostusarvoon ja osaindekseihin tutkimustiloilla lehmää kohti

Tilat	NTM	Tuotos	Utareterveys	Kestävyys	Hedelmällisyys
30	1,02	0,55	0,45	0,62	0,31
65	1,29	0,48	0,61	0,85	0,52
130	1,07	0,49	0,50	0,69	0,41
Keskimäärin	1,13	0,51	0,52	0,72	0,41

Genomisen valinnan käyttö jalostusmenetelmänä ei ollut kannattavaa tutkimustiloilla missään karjakokoluokassa (taulukko 22). Lisääntyneet tuotot ja vähentyneet kustannukset eivät riittäneet kattamaan lisääntyneitä kustannuksia. 65-lehmän karjoissa vähentyneet kustannukset olivat muita ryhmiä suhteellisesti suuremmat. Lisääntyneet tuotot ja lisääntyneet kustannukset noudattavat samaa linjaa kokoluokkien kesken. Genomisen valinnan käyttöön ei liittynyt vähentyneitä tuottoja.

TAULUKKO 22. Genomisen valinnan (MD) kannattavuus yhdellä valintakierroksella euroa/tila

Tilat	Lisääntyneet	Vähentyneet	Vähentyneet	Lisääntyneet	Yhteensä
	tuotot	kustannukset	tuotot	kustannukset	
30	560,77	130,14	0,00	-1280,15	-589,24
65	1131,87	495,71	0,00	-2789,76	-1162,17
130	2382,28	703,53	0,00	-5375,87	-2290,05
Keski-					
määrin	1358,31	443,13	0,00	-3148,59	-1347,15

Tiloille kannattava genomimäärityksen enimmäishinta 54K- eli MD-lastulla oli keskimäärin 36 euroa. Genomimäärityksen hinta oli 80 euroa veri- tai karvanäytteestä analysoituna (Faba 2013a). Korkeinta hintaa pystyivät maksamaan 65-lehmän tilat. Niillä pystyttäisiin maksamaan yhdestä genominäytteestä maksimissaan 38 euroa. Lähes sa-

maan ylsivät 130-lehmän tilat, mutta pienimmän kokoluokan tilojen kannattaisi maksaa genominäytteestä enintään 32 euroa. Kun genomimääritysten lukumäärää vähennettiin niin, että määrittäminen tehtiin vain vasikoista, joiden odotusarvot olivat nollan ja +15 välillä, tilojen kannatti maksaa yhdestä määrittäyksestä hieman korkeampaa hintaa. 65-lehmän tilojen kannattava enimmäishinta oli selvästi korkeammalla kuin muiden kokoluokan tilojen. Taulukon 10 (s. 28) mukaan näillä tiloilla määrittäysten lukumäärä väheni keskimäärin 4,8:lla, kun väheneminen pienimpien karjojen ryhmässä oli 2,4 ja isoimpien 5,6 näytettä.

TAULUKKO 23. MD-genomimäärittäksen kannattava enimmäishinta määritettävää eläintä kohti karjakokoluokittain ja keskimäärin

Tilat	Enimmäishinta	Enimmäishinta, vähemmän genominäytteitä
30	32,09	41,11
65	37,98	47,03
130	37,54	42,06
Keskimäärin	35,87	43,40

5.4 Genominen valinta MD-lastulla ja sukupuolilajiteltu siemen

Genominen valinta 54K- eli MD-lastulla ja lajitellun siemenen käyttö yhdessä vaikuttivat perinnöllisen aineksen kehittymiseen erittäin voimakkaasti (taulukko 24). Vaikutus oli selvästi voimakkaampi kuin lajitellulla siemenellä (taulukko 17, s. 34) ja genomisella valinnalla (taulukko 21, s. 37) erikseen käytettynä. Erot kokonaisjalostusarvon muutoksessa olivat tilakokoluokkien välillä pieniä, mutta 65 lehmän karjakokoluokka oli tässäkin niukasti parempi kuin toiset ryhmät.

TAULUKKO 24. Genomisen valinnan (MD) ja lajitellun siemenen vaikutus kokonaisjalostusarvoon ja osaindekseihin tutkimustiloilla lehmää kohti

Tilat	NTM	Tuotos	Utareterveys	Kestävyys	Hedelmällisyys
30	2,37	1,49	1,02	1,43	0,67
65	2,43	1,47	1,14	1,59	0,94
130	2,37	1,44	1,10	1,53	0,88
Keskimäärin	2,39	1,47	1,09	1,52	0,83

Genomisen valinnan MD-lastun ja sukupuolilajitellun siemenen yhteiskäyttö ei ollut kannattavaa tutkimustiloilla missään karjakokoluokassa (taulukko 25). Perustilanteeseen verrattuna lisääntyneet tuotot ja vähentyneet kustannukset eivät riittäneet kattamaan vähentyneitä tuottoja ja lisääntyneitä kustannuksia. 130-lehmän karjoissa oli lehmiä kaksinkertainen määrä 65-lehmän karjoihin verrattuna, mutta tulos oli enemmän kuin kaksi kertaa heikompi.

TAULUKKO 25. Genomisen valinnan (MD) ja sukupuolilajitellun siemenen kannattavuus yhdellä valintakierroksella euroa/tila

Tilat	Lisääntyneet	Vähentyneet	Vähentyneet	Lisääntyneet	Yhteensä
	tuotot	kustannukset	tuotot	kustannukset	
30	1660,11	302,73	-342,85	-2141,11	-521,11
65	2868,12	915,93	-714,29	-4220,87	-1151,10
130	5938,93	1536,06	-1677,03	-8291,09	-2493,13
Keskimäärin	3489,06	918,24	-911,39	-4884,36	-1388,45

Tiloille kannattava genomimäärityksen enimmäishinta lajitellun siemen kanssa yhdessä käytettynä oli sama kuin pelkällä genomimäärityksellä eli 36 euroa (taulukko 26). Korkeinta hintaa pystyivät maksamaan 30- ja 65-lehmän karjat, joiden kannattava määrityshinta oli lähes 38 euroa. 130 lehmän karjoissa kannattava enimmäishinta oli 31 euroa. Tiloille kannattavasta genominäytteen enimmäishinnasta yhdessä lajitellun siemenen käytön kanssa laskettiin versioita, joissa ei käytetä mahdollisuutta liharoturisteytysten lisäämiseen. Yhdessä versiossa otettiin genominäytteitä vain niistä nuorista eläimistä, joiden odotusarvo oli nollan ja +15 välillä. Lisäksi laadittiin versio, jossa käytettiin liharisteytysiemennyksiin Y-lajiteltua siementä. Ilman lihasonnien käytön samanaikaista

lisäystä nämä jalostusmenetelmät yhdessä toteutettuna johtivat keskimäärin reilua kolme euroa alhaisempaan kannattavan määrityshinnan enimmäisarvoon, kuin jos lihasonnin käyttöä lisättiin. Jos genominäytteitä otettiin vähemmän, oli kannattava keskimääräinen enimmäismäärityshinta lähes sama kuin pelkkää genomimääritystä käyttäen eli 43 euroa. Y-lajitellun siemenen käyttö liharoturisteytyksissä vie kannattavan määrityshinnan selvästi alemmalle tasolle. Erityisen alas kannattava enimmäismäärityshinta laski 130 lehmän karjoissa.

TAULUKKO 26. MD-genomimäärityksen kannattava enimmäishinta määritettävää eläintä kohti, kun samalla käytetään lajiteltua siementä

Tilat	Enimmäishinta	Ilman lihasonnia	Vähemmän genominäytteitä	Y-lajiteltu liha-sonnin siemen
30	38,27	34,19	48,49	31,42
65	38,37	36,30	47,96	36,95
130	31,23	27,62	31,22	14,17
Keskimäärin	35,96	32,70	42,56	27,51

Kun käytettiin yhdessä genomista valintaa ja lajiteltua siementä, oli mahdollista tarkastella lajitellun siemenen tiloille kannattavaa enimmäishintaa siemenannosta kohti ja pitää 54K-genominäytteen hintaa annettuna. Näin tarkasteltuna lajitellusta siemenestä yhdessä genomisen valinnan käytön kanssa pystyttäisiin maksamaan 10,94 euroa alhaisempaa siemenannoshintaa kuin lajittelemattomasta siemenannoksesta. Ero kasvoi karjakoon kasvaessa. 30-lehmän karjoissa ero oli 9,84 euroa, 65-lehmän karjoissa 10,16 euroa ja 130-lehmän karjoissa 12,81 euroa. Pelkästään lajiteltua siementä käytettäessä ero oli pienempi kuin lajiteltua siemenen ja genomisen valinnan yhteiskäytössä. Genominen valinta ei ollut kannattavaa yksin käytettynä, joten se alensi vielä lajitellusta siemenestä maksettavan hinnan erotusta lajittelemattomaan siemeneseen verrattuna. Jos genominäytteitä otettiin vähemmän, ero hieman supistui. Silloin lajitellusta siemenannoksesta pystyttäisiin maksamaan 4,11 euroa vähemmän kuin lajittelemattomasta.

5.5 Genominen valinta LD-lastulla

LD-lastulla tehty genomisen arvostelun aikaansaama kokonaisjalostusarvon muutos oli +1,05 pistettä lehmää kohti laskettuna (taulukko 27). Se oli hieman vähemmän kuin MD-lastulla, joka vaikutti kokonaisjalostusarvoon +1,13. Tilakokoluokkien järjestys oli

tässä aivan sama kuin MD-lastulla. 65-lehmän karjoissa muutos oli suurinta. Tuotosindeksin muutos oli suurin 30-lehmän karjoissa. Kestävyyden muutos oli erityisen korkea 65-lehmän karjoissa suhteessa muihin kokoluokkiin.

TAULUKKO 27. Genomisen valinnan (LD) vaikutus tilojen kokonaisjalostusarvoon ja osaindekseihin tutkimustiloilla lehmää kohti

Tilat	NTM	tuotos	utareterveys	kestävyys	hedelmällisyys
30	0,96	0,52	0,42	0,59	0,29
65	1,20	0,46	0,57	0,79	0,48
130	1,00	0,47	0,47	0,65	0,38
keskimäärin	1,05	0,49	0,49	0,68	0,38

Genomisen valinnan käyttö jalostusmenetelmänä LD-lastua hyväksi käyttäen ei ollut kannattavaa tutkimustiloilla missään karjakokoluokassa (taulukko 28). Lisääntyneet tuotot ja vähentyneet kustannukset eivät riittäneet kattamaan lisääntyneitä kustannuksia. Verrattuna MD-lastun tuloksiin sekä tuotot että kustannukset olivat pienemmät. Perinnöllinen muutos oli pienempi, joten tuottojen lisäys ja kustannusten väheneminen oli pienempää. Määrittökustannukset olivat puolestaan alhaisemmat.

TAULUKKO 28. Genomisen valinnan (LD) kannattavuus yhdellä valintakierroksella euroa/tila

Tilat	Lisääntyneet tuotot	Vähentyneet kustannukset	Vähentyneet tuotot	Lisääntyneet kustannukset	Yhteensä
30	536,34	123,27	0,00	-963,18	-303,58
65	1082,57	461,02	0,00	-2073,04	-529,45
130	2278,50	655,37	0,00	-4024,09	-1090,21
Keskimäärin	1299,14	413,22	0,00	-2353,44	-641,08

Tiloille kannattava genomimäärityksen enimmäishinta oli keskimäärin 34 euroa LD-lastun arvoilla laskettuna. LD-lastulla tehtävä genomimääritys oli vuonna 2013 hinnaltaan 55 euroa veri- tai karvanäytteestä analysoituna (Faba 2103a). Korkeinta hintaa olisi vara maksaa 65-lehmän karjoilla. Niillä pystyttiin maksamaan yhdestä genominäytteestä

noin 36 euroa. Lähes samaan ylsivät 130-lehmän tilat, mutta pienimmän kokoluokan tilojen kannattaisi maksaa genominäytteestä vain noin 30 euroa. Kun genomimääritysten lukumäärää vähennettiin niin, että määritys tehtiin vain niistä vasikoista, joiden odotusarvot olivat nollan ja +15 välillä, tilat pysyivät maksamaan yhdestä määrityksestä hieman korkeampaa hintaa. Tutkimustilaluokista 65-lehmän tilojen kannattava enimmäishinta oli selvästi korkeammalla kuin muiden kokoluokan tilojen.

TAULUKKO 29. LD-genomimäärityksen kannattava enimmäishinta määritettävää eläintä kohti karjakokoluokittain ja keskimäärin

Tilat	Tiloille kannattava hinta	Tiloille kannattava hinta, vähemmän genominäytteitä
30	30,46	38,97
65	35,75	45,26
130	35,45	40,22
Keskimäärin	33,89	41,48

5.6 Genominen valinta LD-lastulla ja sukupuolilajiteltu siemen

Genominen valinta LD-lastulla ja lajitellun siemenen käyttö yhdessä vaikuttivat perinnöllisen aineksen kehittymiseen voimakkaammin kuin genominen valinta yksinään (taulukko 30). Vaikutus oli hieman pienempi kuin genomisen valinnan vaikutus MD-lastulla (taulukko 24, s. 39). Arvosteluvarmuuden muutos selittää eron eri lastuilla tehdyissä genomimäärityksissä ja niiden vaikutuksessa perinnöllisen tason muutokseen. Erot kokonaisjalostusarvon muutoksessa oli tilakokoluokkien välillä pieniä, mutta 65 lehmän karjakokoluokka oli tässäkin niukasti parempi toisia ryhmiä.

TAULUKKO 30. Genomisen valinnan (LD) ja lajitellun siemenen vaikutus kokonaisjalostusarvoon ja osaindekseihin tutkimustiloilla lehmää kohti

Tilat	NTM	tuotos	utareterveys	kestävyys	hedelmällisyys
30	2,25	1,41	0,97	1,35	0,63
65	2,27	1,37	1,06	1,48	0,87
130	2,22	1,35	1,03	1,43	0,82
keskimäärin	2,25	1,38	1,02	1,42	0,77

Genomisen valinnan LD-lastun ja sukupuolilajitellun siemenen yhteiskäyttö ei ollut kannattavaa tutkimustiloilla (taulukko 31). Lisääntyneet tuotot ja vähentyneet kustannukset eivät riittäneet kattamaan vähentyneitä tuottoja ja lisääntyneitä kustannuksia missään tilakokoluokassa. Verrattuna 54K-lastun ja lajitellun siemenen yhteiskäyttöön (taulukko 24, s. 39) perinnöllisen tason muutos oli pienempi genomisen valinnan osalta, mutta lajitellun siemenen osalta samanlainen. Lisääntyneitä tuottoja ja vähentyneitä kustannuksia oli vähemmän. Tuottojen väheneminen oli sen sijaan samaa tasoa. Kustannukset olivat vähäisemmät johtuen alhaisemmista genomisen näytteen määrityskustannuksista.

TAULUKKO 31. Genomisen valinnan (LD) ja sukupuolilajitellun siemenen käytön kannattavuus yhdellä valintakierroksella euroa/tila

Tilat	Lisääntyneet	Vähentyneet	Vähentyneet	Lisääntyneet	Yhteensä
	tuotot	kustannukset	tuotot	kustannukset	
30	1583,75	285,25	-346,11	-1799,62	-276,73
65	2701,45	855,10	-714,29	-3451,80	-609,54
130	5617,60	1437,22	-1677,03	-7065,39	-1687,60
Keskimäärin	3300,93	859,19	-912,48	-4105,60	-857,95

Tiloille kannattava LD-genomimäärityksen enimmäishinta oli 29 euroa, kun sitä käytettiin yhdessä lajitellun siemenen kanssa (taulukko 32). Karjakokoluokissa korkeinta hintaa voisivat maksaa 30-lehmän karjat, joiden kannattava määrityksen enimmäishinta oli 33 euroa. 130 lehmän karjoilla kannattava enimmäishinta oli vajaat 22 euroa. Tiloille kannattavasta LD-genominäytehinnasta yhdessä lajitellun siemenen käytön kanssa laskettiin versioita, joissa ei käytetty mahdollisuutta lihasonniristeytysten lisäämiseen lajitellun siemenen ansiosta. Yhdessä versiossa otettiin genominäytteitä vain niistä nuorista, joiden odotusarvo oli nollan ja +15 välillä. Lisäksi laadittiin versio, jossa käytettiin liharisteytysiemennyksiin Y-lajiteltua siementä. Mikään näistä versioista ei kata LD-genomimäärityskustannuksia, jotka olivat 55 euroa (Faba 2013a). Lähimmäksi pääsivät 30-lehmän karjat, kun otettiin vähemmän genominäytteitä. Niille kannattava enimmäishinta olisi siinä tapauksessa 42 euroa.

TAULUKKO 32. Tiloille kannattava genomimäärityksen enimmäishinta LD-lastulla, kun käytetään samalla lajiteltua siementä

Tilat	Enimmäis-hinta	Ilman lihasonnia	Vähemmän genominäytteitä	Y-lajiteltu lihasonnin siemen
30	33,28	29,44	42,47	24,47
65	32,81	30,70	41,13	30,12
130	22,47	18,79	30,18	8,26
Keskimäärin	29,52	26,31	37,92	20,95

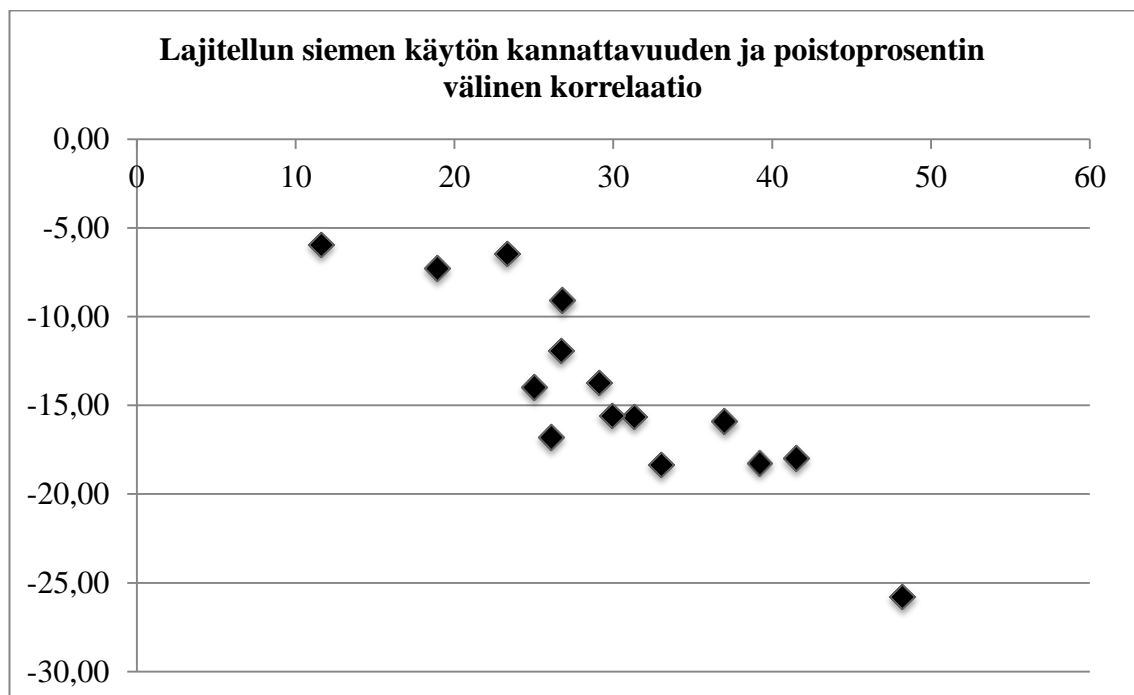
Kun pidettiin LD-genominäytehintaa vakiona ja tarkasteltiin lajitellun siemenen annoshintaa, siitä pystyttiin maksamaan keskimäärin 0,68 euroa alemmaa hintaa kuin lajittelemattomasta siemenannoksesta. Genomisen valinnan ja lajitellun siemenen käytöstä tullut perinnöllisen tason nousu ei kattanut aiheutuneita lisäkustannuksia siemenannosta kohti. 30-lehmän karjojen pystyivät maksamaan 0,66 euroa korkeampaa hintaa. 65-lehmän karjat puolestaan 0,03 euroa ja 130-lehmän karjat 2,67 euroa alemmaa hintaa kuin lajittelemattomasta siemenannoksesta. Jos genominäytteitä otettiin vähemmän, kaikissa karjakokoluokissa pystyttiin maksamaan lajitellusta siemenannoksesta hieman lajittelemattomaa korkeampaa hintaa. Keskimäärin ero oli 3,83 euroa. 30- ja 65-lehmän karjat voisivat maksaa lajitellusta siemenannoksesta vajaa 6 euroa enemmän kuin lajittelemattomasta. 130-lehmän karjoissa lukema on puolestaan 15 senttiä.

5.7 Pearsonin korrelaatio

Tekijöiden välisten vaikutusten rakennetta ja kvantitatiivista suhdetta voidaan mitata Pearsonin korrelaatiokerrointen avulla. Korrelaatioille ei lasketa tilastollisia merkitsevyyksiä, koska yhteydet tekijöiden välillä kytkeytyvät niiden laskentaperusteisiin. Korrelaatiot havainnollistavat kahden muuttujan välisen lineaarisen yhteyden voimakkuutta ja suuntaa. Kahden muuttujan välisten korrelaatioiden tulee olla kaksiulotteisesti normaalijakautuneita. Korrelaation arvo vaihtelee välillä [+1, -1]. Plus yksi merkitsee täydellistä positiivista riippuvuutta eli toisen arvon kasvaessa myös toinen kasvaa. Miinus yksi merkitsee täydellistä negatiivista riippuvuutta eli toisen arvon kasvaessa toinen arvo pienenee. Mitä lähempänä nollaa korrelaatio on, sitä pienempi on muuttujien välinen yhteys. Korrelaatio voi kertoa syy-seuraussuhteesta. Tosin kahden tekijän korrelaatiota voi selittää jokin muu yhteinen tekijä. (Ranta, Rita & Kuoki 2005, 427–431.) Korrelaa-

tioiden avulla on tässä tutkimuksessa haluttu selvittää, löytyykö tekijöitä joiden avulla karjanomistajat voisivat vaikuttaa uusien jalostusmenetelmien käytön kannattavuuteen.

Lajitellun siemenen, genomisen valinnan ja niiden yhteiskäytön kannattavuuteen poistoprosentilla oli selvä vaikutus. Poistoprosentti korreloi $-0,891$ lajitellun siemenen käytön kannattavuuden kanssa. Kuviossa 3 on esitelty kaksiulotteinen normaalijakauma poistoprosentin ja lajitellun siemenen käytön kannattavuudesta. Mitä suurempi osuus lehmistä poistettiin vuosittain, sitä alhaisempi oli uusien jalostusmenetelmien käytön kannattavuus tilalla. Poistoprosentti korreloi $-0,714$ genomisen valinnan käytön kannattavuuden kanssa. Lajitellun siemenen ja genomisen valinnan yhteiskäytön kanssa poistoprosentilla oli $-0,734$ korrelaatio. Muiden muuttujien kanssa ei löytynyt selviä korrelaatioita. Tekijöitä, joita testattiin, olivat vasikkakuolleisuus, rotuosuudet, siemennysten määrä tiineyttä kohti, NTM:n muutos, jalostusarvojen keskiarvo, jalostusarvojen keskijajonta, keskituotos, maidon hinta, säilörehun tuotantokustannus ja rehukustannus lisämaitokilogramman tuottamiseen.



KUVIO 3. Lajitellun siemenen käytön kannattavuuden ja poistoprosentin välinen korrelaatio

5.8 Herkkyysanalyysi

Herkkyysanalyysin avulla analysoitiin investoinnin herkkyyttä pienille muutoksille pannon- ja tuotoshinnoissa (taulukko 33). Mukana olivat maidon ja rehun hinnat sekä poistoprosentti. Nämä valittiin siksi, että maidon ja rehujen hinnoilla on maidontuotannolle keskeisen merkitys. Poistotahti on puolestaan tekijä, jonka merkitys oli korrelaatioiden mukaan merkittävä tuloksen kannalta. Maidon ja rehun hintoja sekä poistoprosenttia laskettiin ja nostettiin viisi prosenttia.

Maidon hinnan nousu vaikutti kannattavuutta parantavasti ja rehun hinnan nousu puolestaan sitä heikentävästi. Maidon hinnan muutos viisi prosenttia vaikutti lajitellun siemenen kannattavuuteen vajaa kolme prosenttia. Maidon hinnan vaihteluilla oli selvin vaikutus lajitellun siemenen ja genomisen valinnan yhteiskäytön kannattavuuteen. Rehun hinnan muutos vaikutti lajitellun siemenen käytön kannattavuuteen vajaan prosentin. Genomisen valinnan käytön kannattavuuteen vaikutus oli hieman korkeampi. Poistoprosentin muutokset vaikuttivat eri menetelmiin eri tavalla. Jos poistotahti nousi, se vaikutti lajitellun siemenen kannattavuuteen heikentävästi, mutta genomisen valinnan ja menetelmien yhteiskäytön kannattavuuteen parantavasti.

TAULUKKO 33. Herkkyysanalyysi

	Maidon hinta	Maidon hinta	Rehun hinta	Rehun hinta	Poisto- prosentti	Poisto- prosentti
Muutos prosenttia	+ 5 %	- 5 %	+ 5 %	- 5 %	+ 5 %	- 5 %
Lajiteltu siemen	2,8	-2,8	-0,8	0,8	-5,6	5,6
Genominen valinta	4,2	-4,2	-1,3	1,3	4,4	-4,4
Lajiteltu siemen ja genominen valinta	9,5	-9,5	-2,8	2,8	4,0	-3,2

6 Tulosten tarkastelua

Tässä tutkimuksessa oli viisitoista tilaa, jotka edustivat kolmea eri kokoluokkaa. Otos oli pieni ja osin valikoitunut, joten tilastollisia päättelyjä ei voida sen perusteella tehdä. Valmiita aineistoja, joissa olisi sekä talous- että lypsykarjan perinnöllisen tason tietoja, ei kuitenkaan ollut saatavilla. Valmiiden aineistojen puuttuminen kertonee siitä, ettei lypsykarjan jalostusta ja taloustiedettä ole kovin paljon yhdistetty. Siksi tämäntyyppiset laskelmat ovat tarpeellisia.

Aineistoa oli suhteellisen helppo hankkia tiloilta, vaikka tietoja olikin kerättävä eri lähteistä. Säilörehun tuotantokustannuksen määrittäminen oli kuitenkin monella tilalla vaikeaa, vaikka se on lypsykarjan talousseurannan kannalta oleellinen tieto. Jotkut tilat olivat laskeneet sen itse, osalle sen oli tehnyt neuvontajärjestön edustaja, mutta monelta tilalta tämä tieto puuttui. Säilörehu on merkittävä panostekijä lypsylehmien ruokinnassa ja taloudellinen tekijä, jonka avulla on mahdollisuus vaikuttaa lypsykarjatilän taloudelliseen menestykseen. Siksi säilörehun tuotantokustannuksen luotettava määrittäminen olisi tärkeää jokaiselle lypsykarjatilalle. Laskeminen on haastavaa mutta ei mahdotonta. Tässä tutkimuksessa säilörehun tuotantokustannus oli vain yksi osatekijä, eikä se osoittautunut merkittäväksi tekijäksi arvioitaessa uusien jalostusmenetelmien kannattavuutta suhteessa perinteisiin jalostusmenetelmiin.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan sukupuolilajitellun siemenen tai genomisen valinnan käyttö karjan sisäisenä jalostusmenetelmänä ei ollut kannattavaa yhden sukupolven yli ulottuvassa tarkastelussa. Lisääntyneet kustannukset ja vähentyneet tuotot olivat suurempia kuin vähentyneet kustannukset ja lisääntyneet tuotot, kun tarkastelujaksona oli viisi vuotta eli yksi sukupolvi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei näitä jalostusmenetelmiä kannattaisi käyttää. Hjortø ym. (2013b, 621) toteavat genomisella valinnalla olevan merkitystä referenssipopulaation kasvattamisen, hiehojen testaamisen alkiohuhte-luita varten ja karjan sisäisen eläinvalinnan kannalta. Tutkimushetken hintatasolla karjansisäisen eläinvalinnan tekemiseen genomisen valinnan hinta oli liian korkea lyhyen aikavälin näkökulmasta, jos investointikustannus pitäisi kattaa pelkästään syntyvän sukupolven tuotannosta saatavilla nettotuotoilla.

Tässä tutkimuksessa tarkastelujakso oli viisi vuotta. Monesti rajaus tehdään pidemmäksi ajaksi, mutta silloin pitää valita menetelmä, jolla pystytään ottamaan huomioon eri sukupolvea olevat jälkeläiset yhtä aikaa. Menetelmiä, joissa nämä pystytään hyödyntä-

mään, ovat geenivirtamenetelmä, simulointi ja lineaarinen ohjelmointi. Näillä menetelmillä voidaan käyttää pidempää tarkastelujaksoa. Ajanjaksoa ei kannata kuitenkaan asettaa liian pitkäksi, koska tuotanto-olosuhteet voivat olla erilaiset vaikkapa 20 vuoden päästä. (Juga & Syväjärvi 1999, 109–110.)

Tästä tutkimuksesta rajattiin pois jalostuseläinkauppa. Heikkilän ja Peipon (2012, 135) tutkimuksessa paras tulos saavutettiin vaihtoehdossa, jossa 60 lehmän tilalla alkiohuuhdeltiin 42 lehmää käyttäen lajittelematonta siementä ja 18 hiehoa käyttäen lajiteltua siementä. Kaikki alkiot myytiin muille tiloille. Huuhdeltavat eläimet olisi oltava niin hyviä, että ostajilla riittäisi kiinnostusta niistä huuhdeltuihin alkioihin. Se ei voi olla tavallisen maidontuotantotilan ratkaisu.

Tämän tutkimuksen tulokset tilalle kannattavasta lajitellun siemenen hinnasta poikkesivat Seidel Jr (2003, 593) tuloksista. Seidelin tutkimus tehtiin yhdysvaltalaisella aineistolla ja tulokset olivat karjan tiineystasosta riippuen aina kuitenkin positiivisen puolella. Lajitellun siemenen käytöstä tuleva hyöty laskettiin lehmävasikoiden korkeampina arvoina. Niistä saisi paremman hinnan tilalta pois myytäessä. Tässä tutkimuksessa lajitellun siemenen hyöty laskettiin perinnöllisen aineksen muutoksen aikaansaamasta muutoksista eri ominaisuuksissa. Sonnivasikoiden määrän vähenemistä ei huomioitu Seidelin tutkimuksessa. Suomessa lypsyrotuisilla välitysvasikoilla on iso merkitys naudanlihantuotannossa toisin kuin Yhdysvalloissa. Siellä naudanlihantuotanto perustuu liharotuisiin nautoihin.

Pryce ja Hayes (2012, 181–182) tutkivat tiloille kannattavaa genominäytteen määrittämistä australialaisen aineiston perusteella. Euroiksi muutettuna heidän tutkimuksessa ilmoittamansa hinta olisi noin 40 euroa. Tämän tutkimuksen tulokset olivat samaa luokkaa riippuen määrittämistä ja näytteidenottotavasta. Tässä tutkimuksessa ei tutkittu, millä hinnalla kaikki hiehot kannattaisi määrittää. Pryce ja Hayesin tutkimuksessa hinta oli 4 euroa. Australian tuotanto-olosuhteet sekä panos- ja tuotoshinnat poikkeavat huomattavasti Suomen vastaavista, mutta lehmien uudistustahti ja määritettävien eläinten määrän muutokset vaikuttivat samansuuntaisesti kuin tässä tutkimuksessa.

Calus ym. (2013, 9) tutkimuksessa tilalle kannattavaksi hinnaksi oli saatu 40 euroa ja esivalitsemalla hiehot hinta nousisi 45 euroon. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset olivat hieman alle noiden lukemien. Sen sijaan Caluksen ym. tutkimuksessa lajitellun siemenen käytöllä yhdessä genomimäärityksen kanssa oli saatu kannattava genomimääri-

tyshinta nousemaan 63 euroon ja esivalinnan kanssa 105 euroon. Tässä tutkimuksessa kävi päinvastoin eli tiloille kannattava genomimäärityshinta pysyi samana tai laski, kun käytettiin lajiteltua siementä sen kanssa. Ero Caluksen ym. tutkimukseen oli se, että tässä tutkimuksessa huomioitiin myös sonnivasikoiden väheneminen ja siitä aiheutuva välitysvasikoista saatavan hinnan pieneneminen, koska Suomessa lypsyrotuisilla välitysvasikoilla on merkitystä naudanlihantuotannossa. Hjortø ym. (2013a, 9) tutkimuksen mukaan tiloille kannattava genominäytteen enimmäishinta oli 35–40 euroa uudistustahdista riippuen, kun samalla käytettiin lajiteltua siementä. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset olivat lastusta ja näytteidenottotavasta riippuen 34–43 euroa. Tämän tutkimuksen tulokset olivat lähempänä Hjortø ym. kuin Calus ym. tutkimusta.

Lajitellun siemenen käytön yhteydessä huomioitiin mahdollisuus lisätä lihasonnien käyttöä lehmien siemennyksissä. Laskennassa käytettiin tuotosseurannan aineistosta vuodelta 2012 analysoitua tulosta, jonka mukaan 31,4 prosenttia liharotuisilla siemennetyistä poistetaan ennen poikimista. Liharotusiemennyksiä tehdään lypsylehmille, joista ei haluta jättää jälkeläistä. Siksi niiden poisto on todennäköisempää kuin lypsyrotuisilla siemennetyillä, joilla vastaava luku oli 14,23 prosenttia. Kun liharotusiemennyksiä lisättäisiin, jatkuisiko poistotahti liharoduilla siemennetyillä yhtä korkeana kuin vuoden 2012 aineiston perusteella, ei ole tiedossa.

Poistoprosentin vaikutus genomisen valinnan käytön kannattavuuteen herkkyyksanalyysin valossa näytti erisuuntaiselta kuin korrelaation perusteella. Tulos johtui siitä, että genomisen valinnan laskelmissa poistoprosentilla ei ollut vaikutusta määritysten lukumäärään eikä sitä kautta myöskään kustannuksiin. Sen sijaan perinnöllisen edistymisen tilaa kohti kasvaa, mitä enemmän eläimiä tulee uudistukseen. Lajitellun siemenen käytön yhteydessä myös kustannuksen nousevat, joten siinä tuli edullisemmaksi matala poistoprosentti ja hidas lehmien uudistustahti. Menetelmien yhteiskäytössä vaikutus on sama kuin genomisella valinnalla yksinään. Pearsonin korrelaation perusteella genomisen valinnan käytön kannattavuuden ja poistoprosentin välillä oli selvästi negatiivinen yhteys. Poistoprosentilla oli yhteys johonkin muuhun laskelman tekijään, joka vaikutti kannattavuuteen.

7 Johtopäätökset

Tämän tutkimukseen mukaan lajitellun siemenen ja genomisen valinnan käyttö lypsykarjan jalostuksessa ei ollut kannattavaa vuoden 2013 hintatasolla, kun hyödyt laskettiin perinnöllisen tason muutoksesta eikä tilalla käyty jalostuseläinkauppaa. Tutkimuksessa haettiin tiloille genomisen määrityksen ja sukupuolilajitellun siemenen kannattavaa hintaa. Ne olivat huomattavasti vuoden 2013 hintatasoa alhaisemmat edellyttäen, että investointi maksettaisiin viidessä vuodessa.

Osittaisbudjetointi sopii erittäin hyvin jalostusmenetelmien käytön kannattavuuden laskentaan. Tuottojen ja kustannusten muutosten laskeminen antaa selvän kuvan menetelmien kannattavuudesta. Tässä Excel-ohjelmalla tehdyssä laskelmassa tarkastelujaksona oli yhdessä sukupolvessa aikaansaatu muutos. Jos halutaan pidempi tarkastelujakso, on otettava käyttöön useamman sukupolven samanaikaisesti huomioivia menetelmiä kuten geenivirta- tai simulointimenetelmät.

Genomisen valinnan aikaansaama muutos oli samansuuntainen kuin useissa muissa eri maissa tehdyissä tutkimuksissa. Sen sijaan lajitellun siemenen käytön kannattavuudesta erikseen tai yhdessä genomisen valinnan kanssa saadut tulokset poikkesivat muista vastaavista tutkimuksista. Laskentatapa oli tässä tutkimuksissa erilainen. Muissa tutkimuksissa ei ollut huomioitu sonnivasikoiden määrän vähenemistä ja siitä seuraavaa välitysvasikoista saatavan hinnan alenemistä. Tässä tutkimuksessa lajitellun siemenen käytön kannattavuus oli sitä heikompi, mitä isommasta karjasta oli kysymys. Jos tilalla ei tehdä jalostuseläinkauppaa, sonnivasikoiden suurempi hinta välityksessä on merkittävä tekijä suomalaisella tuotantotavalla. Karjakoon kasvaessa sonnivasikoiden määräkin oli isompi.

Genomisen valinnan herkkyysanalyysissä paljastui, että poistoprosentin nousu vaikutti positiivisesti sen käytön kannattavuuteen. Genomisen valinnan käytön kannattavuuden ja poistoprosentin välillä oli selvä negatiivinen korrelaatio. Maidontuotannon kannattavuuden kannalta alhainen poistotahti on tärkeä, koska uusia hiehoja tarvitsee silloin kasvattaa vähemmän. Hiehon kasvatuskustannukset muodostavat merkittävän osuuden maidontuotannon muuttuvista kustannuksista (Juntti & Heikkilä 2006, 50). Mielenkiintoinen tutkimuskohde tulevaisuudessa olisi jalostuksen edistymisen ja maidontuotannon kannattavuuden välinen suhde.

Lähteet

- Andersson, M., Taponen, J., Kommeri, M. & Dahlbom, M. 2006. Pregnancy rates in lactating Holstein-Friesian cows after artificial insemination with sexed sperm. *Reprod Dom Anim* 41: 95-97.
- Aro, J., Hilpelä-Lallukka, R., Niemi, A.-M., Toivonen, M. & Vahlsten, T. 2012. Mittaa ja valitse – lypsykarjanjalostuksella tuloksiin. Opetushallitus. Helsinki.
- Bae, J., Cheong, H., Kim, L., NamGung, S., Park, T., Chun, J., Kim, J., Pasaje, C., Lee, J. & Shin, H. 2010. Identification of copy number variations and common deletion polymorphisms in cattle. *BMC Genomics* 11: 232.
- Bijma, P. 2012. Accuracies of estimated breeding values from ordinary genetic evaluations do not reflect the correlation between true and estimated breeding values in selected population. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 129 345-358.
- Calus, M., Bijma, P., van Arendonk, J. & Veerkamp, R. 2013. Economics of using genomic selection at the farm level. Saatavilla: http://interbull2.slu.se/www/v1/images/stories/nantes/JOINT-PDF/S10_1_Calus.pdf. Viitattu 2.10.2013.
- Chen, J., Liu, Z., Reinhardt, F. & Reents, R. 2011 Reliability of Prediction Using Imputed Genotypes for German Holstein: Illumina 3K to 54K Bovine Chip. *Interbull Bulletin* 44: 51–54. Stavanger, Norway. Saatavilla: <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/1191/1259>. Viitattu 2.10.2013.
- Faba. 2013a. Hinnasto. Saatavilla: <http://www.faba.fi/palvelut/hinnasto>. Viitattu 3.6.2013.
- Faba. 2013b. Jalostusarvostelujen julkaisupäivät 2013. Saatavilla http://www.faba.fi/jalostus/lypsykarja/jalostusarvon_ennusteet. Viitattu 3.6.2013.
- Faba. 2013c. Sonnien käyttölista 2/2013. Saatavilla http://www.faba.fi/files/3886/Faba_kayttolista22013_low.pdf. Viitattu 28.6.2012.
- Hakuopas. 2013. Saatavilla: <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-jalomakkeet/viljelija/Sivut/Vanhat-viljelijatukien-hakuopaat.aspx>. Viitattu 12.6.2013.
- Haltia, S., Himanen, A., Hyppänen, K., Juga, J., Korhonen, T., Lampinen, A., Mäntysaari, E., Niskanen, S., Puonti, M., Syväjärvi, J. & Voutilainen, U. 1999. Tietojen keruu ja käytännön jalostus. Teoksessa: Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. Kotieläinjalostus. s. 97–132. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta. Vantaa.
- Heikkilä, A.-M. & Peippo, J. 2012. Optimal utilization of modern reproductive technologies to maximize the gross margin of milk production. *Animal Reproduction Science* 132(3-4): 129-138.
- Heikkilä, A.-M., Vanninen, L. & Karhula, T. 2009. Automaattinen lypsyjärjestelmä -vaikutukset tuotokseen, terveyteen ja taloudelliseen tulokseen. Saatavilla:

- http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/AMS_Loppuraportti.pdf. Viitattu 23.11.2013.
- Hjortø, L., Ettema, J., Kargo, M., Sørensen, C., Nørremark, T & Fogh, A. 2013a. Genomic selection strategies for use of genomic tests at herd level. Saatavilla: http://www.nordicebv.info/Presentations/English/English+Presentations.htm?wbc_purpose=Basic&WBCMODE=PresentationUnpublished. Viitattu 11.9.2013.
- Hjortø, L., Ettema, J.F., Sørensen, A.C. & Kargo, M. 2013b. Large scale genomic testing within herd does not affect contribution margin. Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Vol. 19 2013. ed. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2013. s. 621.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Hyrkäs, M., Kämäräinen, H. ja Kauppinen, R. 2012. Maito-liharoturisteytyssonnien ja -hiehojen kasvu- ja teurasominaisuudet. Maataloustieteen päivät 2012. Saatavilla: www.smts.fi. Viitattu 11.6.2012.
- Huuskonen, A., Rantakangas, A., Kokkonen, J., Kauppinen, R., Kainulainen, P., Lindberg, H. ja Suhonen, P. 2004. Liharotusiemennykset osana lypsylehmien uudistusstrategiaa. MTT:n selvityksiä 68.
- IFCN International Farm Comparison Network. 2012. A guide to the selection of Typical Farms. Saatavilla: http://www.ifcndairy.org/en/the_ifcn/welcome/index.php. Viitattu 13.8.2012.
- Juga, J. & Syväjärvi, J. 1999. Jalostusohjelman periaatteet. Teoksessa: Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. Kotieläinjalostus. s. 97–132. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta. Vantaa.
- Juga, J. 2013. Kilpailukykyä ja ympäristötehokkuutta pohjoissavolaisille maito- ja lihanautatiloille ja naudanlihatuotantoketjulle (MAILI-hanke). Saatavilla: <https://tuhat.halvi.helsinki.fi/portal/fi/projects/kilpailukyky-ja-ym%28f1404e6e-0b78-461a-823a-5ab7741087e7%29.html>. Viitattu 7.4.2013.
- Juntti, L & Heikkilä, A.-M. 2006. Hiehon tuotantokustannus. Teoksessa Heikkilä, A.-M. (toim.) Kestävä lehmä - lypsylehmien poiston syyt ja taloudellinen merkitys. s. 48–51. MTT:n selvityksiä 112. Helsinki
- Kallunki, J.-P. & Niemelä, J. 2004. Uusi yrityksen arvonmäärittäminen. Talentum Media Oy. Helsinki.
- Kauppalehti. 2013a. Valuutta: Australian dollari. Saatavilla: <http://www.kauppalehti.fi/5/i/porssi/valuutat/valuutta.jsp?curid=AUD>. Viitattu 8.4.2013.
- Kauppalehti. 2013b. Valuutta: USA dollari. Saatavilla: <http://www.kauppalehti.fi/5/i/porssi/valuutat/valuutta.jsp?curid=USD>. Viitattu 8.4.2013.
- Kauppalehti. 2014. Osingot. Saatavilla: www.kauppalehti.fi/5/i/porssi/osingot.html. Viitattu 19.3.2014.
- Leppiniemi, J & Puttonen, V. 2002. Yrityksen rahoitus. 2. uudistettu laitos. Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki.

- Leppiniemi, J. 2005. Rahoitus. 4. uudistettu painos. Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki.
- Liu, Z., Aamand, G.P., Fritz, S. & Schrooten, C. 2013. Comparison of National Genomic Predictions of EuroGenomics Exchanged Young Bulls. *Interbull Bulletin* 4: 38-42.
- Lund, M. S. & Su, G. 2009. Genomic Selection in Nordic Countries. *Interbull Bulletin* 39: 39–42.
- Ma, P., Brøndum, R.F., Zhang, Q., Lund, M.S. & Su, G. 2013, Comparison of different methods for imputing genome-wide marker genotypes in Swedish and Finnish Red Cattle. *Journal of Dairy Science* 96: 4666–4677.
- Maijala, K. 1999. Sata kehityksen vuotta. Teoksessa: Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. Kotieläinjalostus. s. 1-34. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta. Vantaa.
- Makgahlela, M.L., Mäntysaari, E.A., Strandèn, I., Koivula, M., Nielsen, U.S., Sillanpää, M.J. & Juga, J. 2013. Across breed multi-trait random regression genomic predictions in the Nordic Red dairy cattle. *Journal of animal breeding and genetics* 130 (2013) 10–19.
- Matilda Maataloustilastot. 2013. Saatavilla: <http://www.maataloustilastot.fi/maito-jamaitotuotetilasto>. Viitattu 10.12.2013.
- McGuirk, B.J., Going, I. & Gilmour, A.R. 1998. The genetic evaluation of beef sires used for crossing with dairy cows in the UK 1. Sire breed and non-genetic effects on calving survey traits. *Animal Science* 66: 35–45.
- MTT. 2013. Lypsylehmien energian tarve. Saatavilla: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Ruokintasuositukset/Marehtijat/Lypsylehmien_energian_tarve. Viitattu 11.9.2013.
- Mäki-Tanila, A. 1999. Biotekniikka. . Teoksessa: Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. Kotieläinjalostus. s. 209–232. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta. Vantaa.
- Niemi, J.K. 2002. Eläintautiriskien ekonomiaa. MTT:n selvityksiä 12. Saatavilla: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts12.pdf>. Viitattu 13.10.2013.
- Nokka, S. 2013. Tuotosseurannan tulokset 2012. Saatavilla: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/ProAgria/Tapahtumat/Tulosseminarit/Tuloksia/Tuotosseurannan%20tulokset%202012_Sanna_Nokka.pdf. Viitattu 28.8.2013.
- Nokka, S. 2014. Tuotosseurannan tulokset 2013. Saatavilla: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuotosseurannan_tulokset_2013.pdf. Viitattu 29.5.2014.
- Ojala, M. 1999. Kotieläinjalostuksen perusteet. Teoksessa: Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväjärvi, J. Kotieläinjalostus. s. 36–96. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta. Gummerus kirjapaino. Jyväskylä.
- Pedersen Aamand, G. 2013. NAV routine genetic evaluation of Dairy Cattle - data and genetic models. Nordic Cattle Genetic Evaluation 1 June 2013 First edition.

- Saatavilla: <http://www.nordicebv.info/NR/rdonlyres/5CD2E4DC-F82A-4809-A770-3022E270E205/0/PrinciplesNyeste.pdf>. Viitattu 29.6.2013.
- Pedersen, J., Sørensen, M.K., Toivonen, M., Eriksson, J-Å. & Pedersen Aamand, G. 2008. Report on Economic Basis for a Nordic Total Merit Index. Saatavilla: http://www.nordicebv.info/NR/rdonlyres/B618C0E5-FF6F-4D31-8F86-B3CE4A140043/0/NAV_TMI_report_lastversion_131108.pdf. Viitattu 4.6.2013
- Pedersen, L.D., Kargo, M., Berg, P., Voergaard, J., Buch, L.H. & Sørensen, A.C. 2012. Genomic selection strategies in dairy cattle breeding programmes: Sexed semen cannot replace multiple ovulation and embryo transfer as superior reproductive technology. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 129 (2012) s. 152-163.
- Pryce, J. & Hayes, B. 2012. A review of how dairy farmers can use and profit from genomic technologies. *Animal Production Science* 52: 180–184.
- Ranta, Rita & Kouki. 2005. *Biometria - tilastotiedettä ekologeille*. Yliopistopaino Helsinki.
- Riistama, V. & Jyrkkö, E. 1991. *Operatiivinen laskentatoimi - perusteet ja hyväksikäyttö*. 12. painos. Gummerus kirjapaino. Jyväskylä.
- Schaeffer, L.R., 2006. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 123 (2006) s. 218-223. Blackwell Verlag, Berlin.
- Seidel, G.E. Jr. 2003 Economic of selecting for sex: the most important genetic trait. *Theriogenology* 59 (2) 585–598.
- Seidel, G.E. Jr., Schenk, J.L., Herickhoff, L.S., Doyle, S.P., Brink, Z., Green, R.D. & Cran, D.G. 1999. Insemination of heifers with sexed sperm. *Theriogenology* 52 (8) 1407-1420.
- Sirkko, K. 2007. Liharotua joka kymmenennelle. *Nauta* 4/2007. Faba Jalostus. Vantaa.
- Sirkko, K. 2011. Käytä rohkeasti liharotua! *Nauta* 4/2011. Faba osk. Hollola.
- Toivakka, M. 2006. Lypsykarjan tuotanto-, hedelmällisyys- ja terveysominaisuuksien sekä tuotantoiän taloudelliset arvot. Teoksessa Heikkilä, A-M. (toim.) *Kestävä lehmä - lypsylehmien poiston syyt ja taloudellinen merkitys*. s. 60–74. MTT:n selvityksiä 112. Helsinki
- Weller, J.I. 1994. *Economic aspects of animal breeding*. Chapman & Hall, United Kingdom.

Liite 1

Valittujen osuus ja sitä vastaava suhteellinen valintaero (Ojala 1999, 85)

Valittujen osuus	Valinta- ero, i	valittujen osuus	valinta- ero, i	valittujen osuus	valinta- ero, i	valittujen osuus	valinta- ero, i
.001	3.400	.01	2.660	.10	1.755	.55	.720
.002	3.200	.02	2.420	.15	1.554	.60	.664
.003	3.033	.03	2.270	.20	1.400	.65	.570
.004	2.975	.04	2.153	.25	1.271	.70	.497
.005	2.900	.05	2.064	.30	1.159	.75	.424
.006	2.850	.06	1.985	.35	1.058	.80	.350
.007	2.800	.07	1.919	.40	.966	.85	.274
.008	2.738	.08	1.858	.45	.880	.90	.195
.009	2.706	.09	1.806	.50	.798	.95	.109