

Pohjoismainen eläinmalli maito-ominaisuuksien arvostelemiseksi

Ismo Strandén, Martin Lidauer ja Esa Mäntysaari

MTT Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Johdanto

Pohjoismaiset keinosiemennysjärjestöt ovat sopineet yhteisestä keinosiemennyssonnien testauksesta ja käytöstä. Hyvän jalostusohjelman perustana ovat luotettavat jalostusarvot. Ulkomailta tuodun jalostusmateriaalin (siemen tai alkiot) ongelmana on vähäinen tai olematon tieto tuotanto- ja arvostelutuloksista alkuperämaassa. Esimerkiksi tiedetään vain sonnien Suomessa tuottavien tyttärien tuotantotiedot. Käytännössä Interbull järjestön tuottamaa kansainvälistä sonnien jalostusarvostelutietoa voidaan käyttää jossain määrin helpottamaan tätä ongelmaa. Tällöin kuitenkin ei voida huomioida tuontisonnien välisiä sukulaisuuksia ja ulkomaisen alkionsiirto-ohjelman tuottamat alkiot eivät saa riittävää sukulaisten tuomaa arvosteluvarmuutta. Yhteispohjoismainen jalostusarvostelu on tarpeen luotettavan jalostusvalinnan turvaamiseksi. Yhteispohjoismaisessa arvostelussa voidaan täydellisesti huomioida kaikki yksilön sukulaiset muissa pohjoismaassa.

Yli maiden tehtävässä arvostelussa tilastollisesta mallista tulee usein monimutkainen, koska kunkin maan populaatiolla on historiansa ja populaatorakenteensa, jotka on huomioitu kansallisissa arvosteluissa ja on huomioitava myös ylikansallisessa arvostelumallissa. Toisaalta maiden eri populaatioissa on usein eri rotujen sekoituksia, joten mallissa on huomioitava rotujen risteytysvaikutukset. Lisäksi eri tuotantoympäristöjen erilainen vaikutus ominaisuuksissa havaittavaan vaihteluun vaatii huomioimaan varianssin heterogeenisuuden eri karjojen ja maiden välillä. Tämä on erittäin tärkeätä eläinjalostuksen kannalta, koska jalostuksessa valitaan parhaita yksilöitä. Heterogeenisen varianssin korjauksella eri maiden huippuyksilöiden jalostusarvot saatetaan samalle hajontaskaalalle.

Pohjoismainen tuotanto-ominaisuuksien arvostelumalli on lähtenyt siitä että sen tulee olla kehittyneempi kuin kansalliset jalostusarvostelumallit ja tarjota luotettavat jalostusarvot käytäntöön. Tämä artikkeli kuvaa kyseisen jalostusarvostelun ayrshire-rodulle, joskin vastaava arvostelu on työn alla myös musta-valkoiselle rodulle.

Aineisto ja menetelmät

Mallissa on lähes 700 tekijää, joten tässä artikkelissa kuvataan mallissa huomioidut tekijät vain yleisesti. Pohjoismaisen jalostusarvostelua kehitettäessä on pitäydytty seuraavissa periaatteissa:

- Kukin maa vastaa omasta mallistaan
- Pohjoismaisessa mallissa kunkin maan mallin tulee olla vähintään yhtä hyvä kuin tällä hetkellä käytetyssä kansallisessa jalostusarvostelussa
- Jalostusarvostelujen maavertailu ei saa olla ristiriidassa nykyisten Interbull-arvostelujen kanssa
- Kukin eläin saa vain yhden jalostusarvon eli geneettinen korrelaatio maiden välillä on yksi

Näiden periaatteiden seurauksena jalostusarvostelumalliin jäi jonkin verran maakohtaisia eroja, vaikka alkuperäismalleja pystyttiinkin yhtenäistämään. Tuotanto-ominaisuuksien arvostelussa on samanaikaisesti mukana maito-, rasva- ja valkuaiskilot ensimmäiseltä, toiselta sekä kolmannelta lypsykaudelta, ja nämä ovat eri ominaisuuksia. Suomen mallissa kaikki lypsykaudet kolmannen jälkeen määritellään toistuvina ilmentyminä kolmannen laktation jalostusarvosta. Kukin maa on tilastollisessa mallissa omana ominaisuutenaan. Tällä hetkellä arvosteluissa on kolme maata: Ruotsi, Suomi ja Tanska. Yhteensä mallissa on 27 ominaisuutta.

Suomen lypsykarja-arvostelu on perustunut vuodesta 2000 koelypsymalliin (Lidauer & Mäntysaari, 2000 ja 2002). Ruotsissa on 305 päivän tuotoksiin perustuva eläinmalli. Tanskassa haluttiin käyttää sekä 305 päivän tuotoksia että koelypsymittauksia, koska koelypsymittauksia ei ole tallessa ennen vuotta 1990. Mallista tuli siis satunnaisregressiomalli, jossa voidaan käyttää sekä 305 päivän tuotoksia että koelypsymittauksia. Lisäksi huomioidaan eri tuotantoympäristöistä johtuva heterogeeninen varianssi (Meuwissen ym. 1996).

Taulukossa 1 on eri maiden malleissa olevat ympäristötekijät. Eri maiden mallien tekijöissä on samankaltaisuuksia. Suurimmat erot johtuvat aineistoista. Esimerkiksi, Tanskan mallissa on tilakuukausi mutta Ruotsin mallissa on tilavuosi, koska Tanskasta on koelypsymittauksia ja Ruotsista 305 päivän tuotoksia. Suomen mallissa on tilavuosi ja satunnainen tilakuukausi, koska pienen tilakoon takia

koelypsymittauksia on liian vähän kiinteän tilakuukausitekijän käyttöön. Kiinteät lypsykäyrät kuvataan toisen asteen polynomilla, jota on täydennetty kahdella lypsykauden alkua tarkentavalla eksponentiaalitekijällä.

Taulukko 1. Ympäristötekijät eri maiden malleissa.

Suomi	Tanska	Ruotsi
tilavuosi	tilakuukausi	tilavuosi
poikimaikä * 5 vuotta	poikimaikä	poikimaikä
tuotantovuosi * kuukausi	poikimavuosi * vuodenaika	poikimavuosi*kuukausi
tiineyden vaihe	tiineyden vaihe	tyhjäkausi
edeltävä tyhjäkauden pituus	edeltävä poikimaväli	tyhjäkausi (regressio)
		edeltävä poikimaväli * 5 vuotta
FLC poikimavuosi * vuodenaika	FLC ikä * kuukausi * 5 vuotta	
pitkämaitoisuus tila * 5 vuotta	pitkämaitoisuus tila*5 vuotta	
tilakuukausi (satunnainen)		
heterozygotia (regressio)	heterozygotia (regressio)	heterozygotia (regressio)

FLC= kiinteä lypsykäyrä

Taulukossa 2 on eri maiden malleissa olevat eläinکوhtaaiset satunnaistekijät. Satunnaistekijöitä ovat jo em. tila-koelypsykuukauden lisäksi ns. pysyvä ympäristö (ei-geneettinen eläintekijä) ja jalostusarvo. Koska tuotoshavainnot ovat koelypsymittauksia, nämä tekijät mallinnetaan satunnaisregressioina. Vaikka ruotsalainen aineisto on 305 päivän havainnot ja niille käytetään monen ominaisuuden mallia, niin käytännössä myös se voidaan toteuttaa ekvivalentisti satunnaisregressiomallina. Tällöin kuitenkin tarvitaan erillinen pysyvä ympäristötekijä. Taulukon 2 mukaan mallissa on kaikkiaan neljä eläinکوhtaista ei-geneettistä satunnaistekijää. Lisäksi on yksi jalostusarvotekijä, sillä joka eläimelle arvioidaan vain yksi jalostusarvofunktio. Mallissa on siis tilakuukausi huomioiden yhteensä 7 satunnaistekijää. Koska koelypsyhavainnot mallintavat satunnaistekijät ovat usean parametrin satunnaisregressiofunktioita, arvioitujen varianssikomponenttien määrä on suuri. Varianssikomponenttien parametrejä on yhteensä 545, joista 21 oli Suomen mallin tilakuukaudelle.

Taulukko 2. Maakohtaiset eläinperäiset satunnaistekijät ja niissä huomioidut lypsykaudet.

	Suomi	Tanska	Ruotsi
PY: lypsykaudella	kaikki	1-3	
lypsykausien yli	3+		
305 pv. tuotoksille			1-3
Eläingeneettinen	kaikki	1-3	1-3

PY= pysyvä ympäristötekijä

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Yhteispohjoismainen tuotanto-ominaisuuksien arvostelu lypsykarjalle merkitsee jalostusarvojen samanaikaista arvioimista noin 5,2 miljoonalle eläimelle (Taulukko 3), joista noin 1,9 miljoonalla on tuotostieto. Laskennallisesti tilastollisen mallin ratkaisu voidaan jakaa kahteen osaan: jalostusarvojen arviointi ja heterogeenisen varianssin arviointi. Jalostusarvot ratkaistaan yhtälöryhmästä, jossa on noin 151,8 miljoonaa tuntematonta. Heterogeenisen varianssin arvioimiseksi on ratkaistava noin 2,8 miljoonaa tuntematonta varianssivaikutusta. Käytännössä molemmat vaiheet ratkaistaan iterointimenetelmällä ja näitä kahta toisiinsa liittyvää laskentaosaa vuorotellaan.

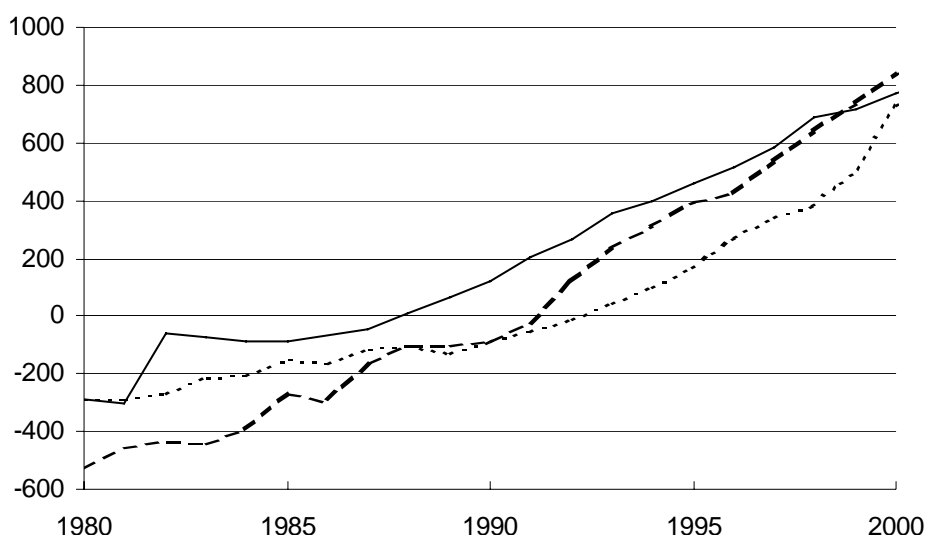
Taulukko 3. Havaintojen ja eläinten määriä yhteispohjoismaisessa jalostusarvostelussa.

	Sukuuussa eläimiä	Havaintoja elämillä	Havaintoja	
			305 pv. havaintoja	Koelypsytymittauksia
Suomi	2 655 913	1 393 147		33 581 528
Ruotsi	1 674 240	1 448 997	2 010 964	
Tanska	880 108	332 423	527 696	5 528 320
Yhteensä	5 210 261	1 920 567	2 538 160	39 109 848

Jalostusarvojen ratkaisemiseksi käytettiin Linux-PC klusteria, jossa oli neljä 2 prosessorin työasemaa. Ratkaisemisessa hyödynnettiin neljää prosessoria (Strandén & Lidauer, 2001). Kussakin PC:ssä oli neljä gigatavua muistia, joten käytettävissä oli yhteensä 16 gigatavua. Jalostusarvojen arviointi ilman heterogeenisten varianssien ratkaisemista vei noin 36 tuntia ja jalostusarvojen ratkaisualgoritmi tarvitsi 948 iteraatiota. Heterogeenisen varianssin samanaikainen arviointi kaksinkertaisti lopullisen ratkaisuaian 70 tuntiin.

Jalostusarvojen korrelaatiot kansallisten ja yhteispohjoismaisten arvostelujen välillä olivat keinosiemennyssonneilla korkeita. Suomalaisiin arvosteluihin korrelaatiot olivat vuosina 1990-1999 syntyneille keinosiemennyssonneille yli 96% ja useimpina vuosina jopa yli 98%, sillä ovathan yhteispohjoismaisen ja kansallinen malli koelypsymalleja. Ruotsalaisilla sonneilla korrelaatiot olivat vielä suurempia, yhtenä vuotena 97% ja muina yli 98%. Tämä on hiukan odottamatonta, koska kansallinen malli on toistuvuusmalli mutta yhteispohjoismaisen malli on monen ominaisuuden malli. Tanskalaisten arvostelujen välillä on eniten eroa, sillä sonnien koelypsymalli-indeksien korrelaatio aikaisempiin arvosteluihin oli korkeimmillaan 95% ja viime vuosina vain 90%. Tanskan kansallinen malli on 305 päivän tuotosmalli kun taas yhteispohjoismaisessa mallissa on koelypsytymittauksia, joten alhaisempi korrelaatio oli odotettua. Tosin, vuosien 1995-1998 korrelaatio on hiukan liiankin alhainen, noin 90%.

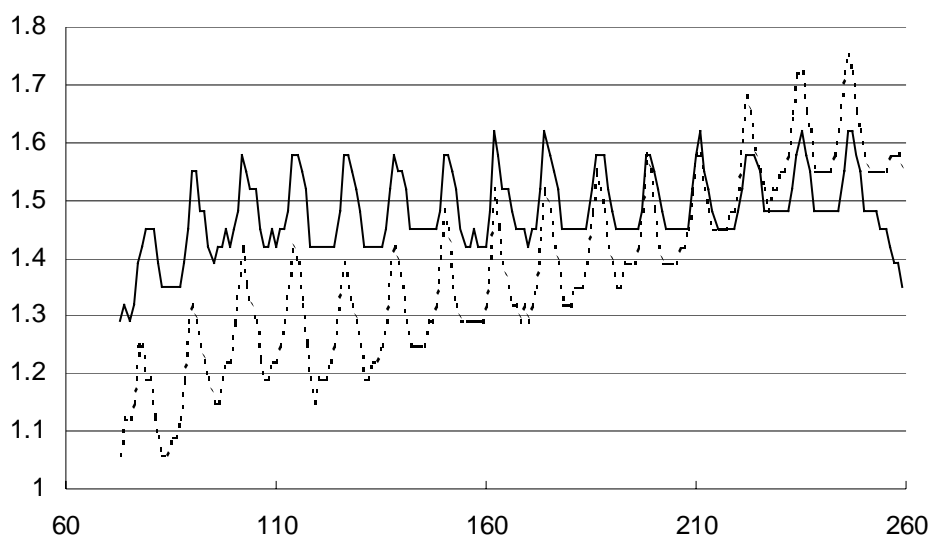
Kuvassa 1 ovat maitokilojen geneettiset trendit maittain ensimmäiselle lypsykaudelle. Geneettiset trendit vastaavat hyvin Interbull-arvosteluissa nähtyjä pohjoismaisia trendejä. Muillakin ominaisuuksilla kuvat ovat samankaltaisia, ovathan maito, rasva ja valkuainen positiivisesti hyvin voimakkaasti korreloituneita. Joulukuun testiajojen tulokset kolmannen laktaation jalostusarvoille vaativat vielä tarkistamista. Erityisesti Tanskan trendi kolmannella lypsykaudella ei vastaa ensimmäisen lypsykauden kehitystä.



Kuva 1. Maitokilojen geneettinen trendi eri maissa syntymävuoden mukaan. Yhtenäinen viiva= Suomi, Katkoviiva= Ruotsi, Pisteiviiva= Tanska.

Kuvassa 2 on esimerkkinä maitokiloja kuvaavan mallin jäännöstermin hajonta ennen ja jälkeen heterogeenisen varianssin korjausta. Heterogeenisen varianssin huomioiminen korjaa ajan myötä kasvavasta hajonnasta johtuvat ongelmat, mutta ei vuoden sisäistä säännönmukaisuutta. Vastaava kuva saadaan

muillekin ominaisuuksille. Heterogeenisen varianssin korjauksen tärkein vaikutus on heterogeenisen alueerojen korjaus, jolloin esimerkiksi maiden väliset geneettiset hajonnat saadaan oikein.



Kuva 2. Jännöstermin hajonta suomalaisilla lehmillä tuotantovuosina 1988-2003 ennen ja jälkeen heterogeenistä varianssikorjausta (vaaka-akselilla kuukausia vuoden 1988 alusta). Katkoviiva= ennen korjausta, Yhtenäinen viiva= heterogeenisen varianssin korjausmalli.

Johtopäätökset

Yhteispohjoismainen tuotanto-ominaisuuksien jalostusarvojen arviointi lypsykarjalle vaatii eri maiden mallien kattavaa yhteistä meta-mallia. Tällöin ratkaistavasta ongelmasta tulee monin verroin vaativampi kuin yksittäisten maiden jalostusarvojen arviointi. Mallin on linkitettävä maiden eläimet niin, että maiden väliset geneettiset tasoerot ja hajonnat tulevat oikein. Tämä vaatii sekä mallien yhtenäistämistä että heterogeenisten varianssien huomioimista. Käytännössä tällöin kaikkia malleja on yhtenäistettävä monimutkaisinta mallia kohti. Yhteispohjoismainen arvostelu on kuitenkin mahdollista toteuttaa. Sekä teoreettinen mallinnus että käytännön laskenta ovat mahdollisia. Nyt kehitetty yhteispohjoismainen malli otetaan käyttöön vuoden 2004 aikana ja se mahdollistaa eläinten luotettavan arvostelun pohjoismaiden yli. Tulevaisuuden kehityskohteina ovat mm. ruotsalaisten koelypsyhavaintojen ja norjalaisten lypsykauden tulosten saaminen mukaan yhteisarvosteluun.

Kirjallisuus

- Meuwissen, T.H.E., De Jong, G. & Engel, B.** 1996. Joint estimation of breeding values and heterogeneous variances of large data files. *J. Dairy Sci.* 79: 310-316.
- Lidauer, M. & Mäntysaari, E.** 2002. Karjojensäisen vaihtelun huomioonottaminen koelypsymallissa. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2002 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 18. Toim. Anneli Hopponen. Viitattu 6.10.2004. Julkaistu 1.1.2002. Saatavilla Internetissä: <http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/esit/47lidauer.pdf>. ISBN 951-9041-46-X.
- Lidauer, M., & Mäntysaari, E.** 2000. Lehmien arvostelu koelypsymallilla. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2000. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja no 952. ISBN 951-808-081-X.
- Strandén, I. & Lidauer, M.** 2001. Parallel computing applied to breeding value estimation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 84: 276-285.