

**TEURASOMINAISUUKSIEN PERIYTYMINEN JA YHTEYS
TILATASON HYVINVOINTIIN AYRSHIRE-SONNEILLA**

Miia-Riikka Hämäläinen
Maisterintutkielma
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden laitos
Kotieläinten jalostustiede
Toukokuu 2015

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Maataloustieteiden laitos	
Tekijä — Författare — Author Miia-Riikka Hämäläinen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Teurasominaisuuksien periytyminen ja yhteys tilatason hyvinvointiin ayrshire-sonneilla			
Oppiaine — Läroämne — Subject Kotieläinten jalostustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterintutkielma		Aika — Datum — Month and year Toukokuu 2015	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 42 s.
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Suomessa tuotetaan vuosittain noin 80 000 kg naudanlihaa. Suurin osa naudanlihasta tulee maidontuotannon sivutuotteena ja vain pieni osa naudanlihan tuotantoon erikoistuneilta tiloilta. Onkin tärkeää, että liharotuisten ja risteytyseläinten lisäksi myös lypsyrotuiset eläimet ovat teurasominaisuuksiltaan hyviä. Tällöin tuottajan on kannattavaa panostaa eläinten hyvinvointiin.</p> <p>Tässä tutkimuksessa selvitettiin teurasominaisuuksien periytyvyyttä suomalaisilla ayrshire-sonneilla sekä tilatason hyvinvoinnin yhteyttä ayrshire-sonnien teurasominaisuuksiin. Teurasominaisuuksista tutkittiin lihakkuutta, teuraspainoa ja rasvaisuutta. Hyvinvointia mitattiin tilatason hyvinvointia arvioivalla A-indeksillä. Suomalaisen naudanlihateollisuuden tarpeisiin kehitetyssä A-indeksissä tietyn ikäluokan nautojen ympäristöä mitataan ja pisteytetään. Indeksillä tuodaan esille tilakohtaisia eroja eläinten hyvinvoinnissa.</p> <p>Laskennassa käytettiin yleistä lineaarimallia sekä REML-menetelmää. Periytyvyysasteet laskettiin käyttäen kahta erilaista tilastomallia.</p> <p>Tutkimuksen tulosten perusteella lihakkuus, rasvaisuus ja teuraspaino olivat suomalaisilla ayrshire-sonneilla keskiasteisesti periytyviä ominaisuuksia. Lihakkuuden periytymisaste oli mallista riippuen 0,26–0,27, rasvaisuuden 0,28–0,30 ja teuraspainon 0,25–0,27. Ominaisuudet olivat keskenään geneettisesti ja fenotyypillisesti korreloituneita. Vahvin korrelaatio oli lihakkuuden ja teuraspainon välillä (geneettinen korrelaatio 0,57).</p> <p>Hyvinvointi on tulosten mukaan yhteydessä teurasominaisuuksiin. A-indeksi osoittautui tilastollisesti merkitseväksi kaikille teurasominaisuuksille. A-indeksin osakokonaisuudet vaikuttivat pääosin positiivisesti kaikkiin teurasominaisuuksiin, eli hyvinvoinnin parantuessa lihakkuus ja teuraspaino lisääntyivät. Ainoastaan liikuntamahdollisuuksien yhteys rasvaisuuteen oli negatiivinen, eli liikuntamahdollisuuksien paraneminen vähensi rasvaisuutta.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan sanoa, että hyvinvointia parantamalla voidaan vaikuttaa myös ruhon laatuun ja siten teuraseläimistä saatavaan tuottoon.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Kotieläinjalostus, nauta, periytyvyys, hyvinvointi, teurasominaisuudet			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Maataloustieteiden laitos ja Viikin kampuskirjasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Työtä ohjasi kotieläinten jalostustieteen professori Pekka Uimari.			

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author Miia-Riikka Hämäläinen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title The heritability of carcass qualities and their connection to on-farm welfare on Ayrshire bulls			
Oppiaine — Läroämne — Subject Animal breeding science			
Työn laji — Arbetets art — Level Master's thesis		Aika — Datum — Month and year May 2015	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 42 p.
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>In Finland approximately 80 000 kg of beef is produced annually. Most of the beef originates from the dairy industry, and only a small portion comes from farms specialised in beef production. It is therefore important that in addition to beef cattle and cross-bred animals also the dairy breeds have good carcass qualities. Only then will it be profitable for the farmer to improve animal welfare.</p> <p>In this master's thesis I studied the heritability of carcass qualities in Finnish Ayrshire bulls. The effect of on-farm welfare on carcass qualities was also evaluated. The studied carcass traits were muscularity (fleshiness), carcass weight and fatness. Animal welfare was measured with A-index, which evaluates on-farm welfare. The A-index has been developed to suit the needs of the Finnish beef production, and by measuring the environment of cows of a certain age it brings forward the differences in animal welfare between farms.</p> <p>The effect of genetics was evaluated by heritability and genetic variance. The statistical analysis was done using generalised linear models and the REML-method.</p> <p>According to the results muscularity, fatness and carcass weight have average heritability. The heritability for muscularity, depending on the model used, was 0,26–0,27. For fatness the heritability was 0,28–0,30 and for carcass weight 0,25–0,27. The traits were both genetically and phenotypically correlated; the strongest genetic correlation (0,57) was between muscularity and carcass weight.</p> <p>On-farm welfare seems to be connected to carcass qualities. Different versions were statistically significant to every carcass trait. Individual categories of the A-index had mainly a positive regression towards carcass qualities, which indicates that while welfare improves, muscularity and carcass weight increase as well. The only negative connection was found between fatness and locomotion abilities. Increased possibilities for locomotion thus decrease fatness.</p> <p>Based on the results we can deduce that by improving welfare carcass quality can be changed. This could have an impact on the income received from slaughtered animals.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Animal breeding, cattle, heritability, welfare, carcass qualities			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Department of Agricultural Sciences and Viikki Campus Library			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Supervisor(s): Professor of animal science, Pekka Uimari			

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1	Naudanlihantuotanto Suomessa	2
2.2	Tilatason hyvinvointi	6
2.2.1	Hyvinvoinnin määritelmä	6
2.2.2	ANI-, A- ja osittainen A-indeksi	6
2.3	Teurasominaisuudet	9
2.3.1	Lihakkuuden arviointi.....	9
2.3.2	Lihakkuuden periytymisaste	11
2.3.3	Rasvaisuuden arviointi ja periytymisaste.....	13
2.3.4	Teuraspainon arviointi ja periytymisaste.....	14
2.4	Hyvinvoinnin yhteys lihakkuuteen	15
3	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	18
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	18
4.1	Aineiston kuvaus	18
4.2	Tilastolliset menetelmät	19
5	TULOKSET	22
5.1	Teurasominaisuudet.....	22
5.2	Syntymä- ja teurasaika.....	24
5.3	Hyvinvoinnin ja teurasominaisuuksien yhteys	26
5.4	Teurasominaisuuksien periytymisasteet.....	28
6	TULOSTEN TARKASTELU	29
6.1	Syntymä- ja teurasaika.....	30
6.2	Teurasominaisuudet.....	30
6.3	Hyvinvointi	31
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
8	KIITOKSET	34
9	LÄHTEET	35
	LIITTEET	39
	Liite 1. A-indeksin mittarit ja pisteytys	39
	Liite 2. A-indeksin muuttujien tilastolliset tunnusluvut	41

LYHENTEET JA SYMBOLIT

σ^2	Varianssi
ANI	Animal Needs Index, eläinten hyvinvointi-indeksi
h^2	Periytymisaste eli heritabiliteetti
REML	Restricted Maximum Likelihood

1 JOHDANTO

Eläinten hyvinvointi puhuttaa niin tuottajia kuin kuluttajiaakin. Naudanlihatuotannon osalta keskustelu kuitenkin lienee vasta viriämässä. Tuottajien mahdollisuus vaikuttaa alan imagoon on vielä erittäin hyvä, etenkin kun naudanlihatuotanto Suomessa on pääosin tuottajien omistama (Herva 2014). Ala onkin jo sitoutunut edistämään eläinten hyvinvointia osana yritys vastuuta (Herva 2014).

Naudanlihan kuluttajat ovat yhä tietoisempia alan toimintatavoista, ja odottavat, että eläimiä kohdellaan hyvin. Korkean hyvinvointitason ylläpitäminen tuotantotilalla vaatii kuitenkin aikaa ja taloudellista panostusta. Kuluttajat eivät ole välttämättä valmiita maksamaan lisääntyneitä kustannuksia. Siksi on tärkeää selvittää, voidaanko eläinten hyvinvointi muuntaa korkeammaksi tuotoksi esimerkiksi parantuneen lihan laadun tai teurasprosentin myötä. Tällöin hyvinvoinnista olisi tilalle jopa rahallista hyötyä.

Lypsyrotuisia vasikoita kasvatetaan lihantuotantoon Suomessa yleisimmin useassa vaiheessa: vasikka syntyy maitotilalla, josta se myydään välityksen kautta välikasvatamoon (niin sanottu kolmivaihekasvatus) tai suoraan loppukasvatustilalle (Herva 2014). Kolmivaihekasvatus, jota naudanlihan tuotanto elinkeinona suosittelee, on Suomessa vallitseva kasvatusmenetelmä (Mälkiä 2014). Sen viimeisestä vaiheesta eli loppukasvatuksesta eläimet viedään teuraaksi noin 1,5–2 vuoden ikäisenä tai kun eläin on saavuttanut halutun teuraspainon.

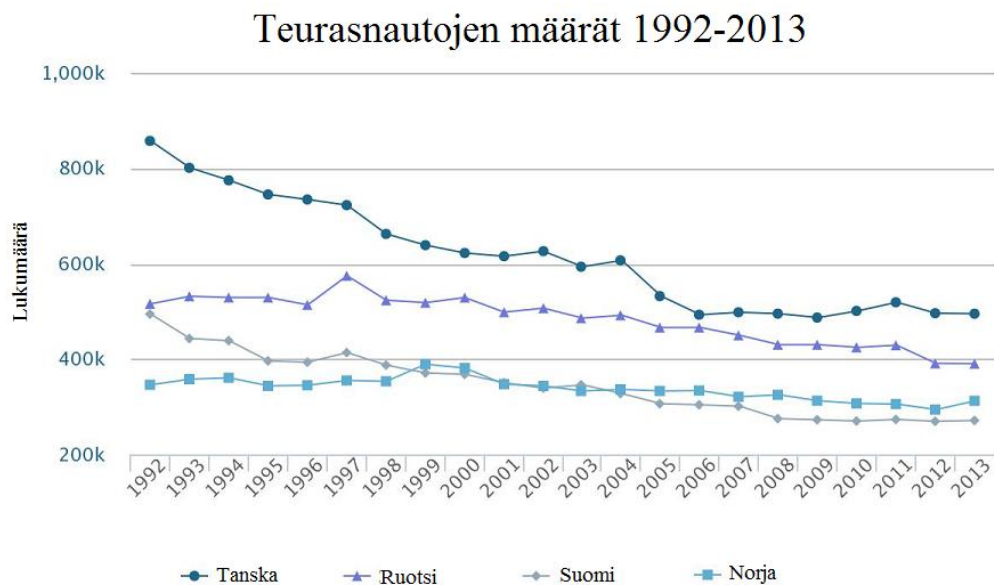
Jokaisen kasvatukseen osallistuneen tilan hyvinvointi vaikuttaa vasikan kasvuun ja kehitykseen. Vasikan lihaksisto, luusto ja hermosto kasvavat ja kehittyvät ympäristön tarjoamien mahdollisuuksien rajoissa. Liikkumistilan puute, heikko ravitsemus, sairaudet ja muut tilatason hyvinvointia heikentävät tekijät vaikuttavat suoraan kasvuun ja sitä kautta vasikan painoon ja ruhon ominaisuuksiin teurashetkellä. Tietojen saatavuuden takia syistä tässä tutkimuksessa keskitytään hyvinvointiin kuitenkin vain sillä tilalla, jolta sonni on lähetetty teurastamoon.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Naudanlihantuotanto Suomessa

Naudanlihan tuotanto on Suomessa vähentynyt viime vuosina. Vuonna 1995 naudanlihaa tuotettiin 95 miljoonaa kiloa ja vuonna 2013 enää noin 81 miljoonaa kiloa. Suomalainen lihantuotanto on siirtynyt vähärasvaisemman ja edullisemmän broilerin kasvatukseen: naudanlihan tuotannon vähentyessä suomalaisen broilerin lihan tuotanto on noussut lähes 160 %. (Ruokatieto yhdistys 2014)

Muutos näkyy myös teurastettujen eläinten määrissä (FAOSTAT 2015). Teurastettujen eläinten määrä on vähentynyt melko tasaisesti vuodesta 1992 alkaen. Suomessa muutos on ollut hieman poikkeava muihin Pohjoismaihin verrattuna. Tanskassa tuotanto on laskenut huomattavasti rajummin, kun taas Ruotsissa ja Norjassa lasku on ollut vähäisempää (kuva 1).



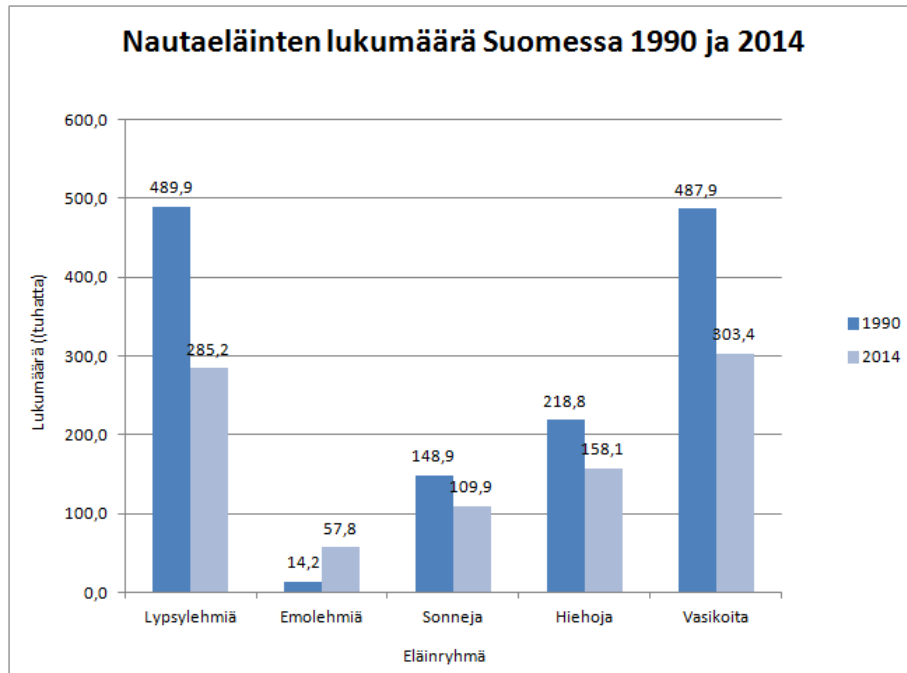
Kuva 1. Teurastettujen nautojen lukumäärät Tanskassa, Ruotsissa, Suomessa ja Norjassa vuosina 1992-2013. FAOSTAT 2015.

Vaikka naudanlihan kulutuskin on ollut laskussa, on tuotanto silti pienempää kuin kulutus. Vuonna 2013 kulutetusta naudanlihasta olikin 22 % tuontilihaa. Tuonnista noin 75 % oli Puolasta, Tanskasta, Saksasta ja Alankomaista. Naudanlihavalmisteista puolestaan tuotiin yli puolet Ruotsista. Suomesta vietiin 1,5 miljoonaa kg naudanlihaa, mikä oli 64 % enemmän kuin edellisenä vuonna. Vienti suuntautui lähinnä Ruotsiin ja Viroon. (MTT Taloustutkimus 2014)

Naudanlihan tuotanto Suomessa on voimakkaasti sidoksissa maidontuotantoon. Naudanlihasta 80 % tulee maidontuotannon sivutuotteena, minkä lisäksi noin 10 % teurasnaudoista on lypsy- ja liharodun risteytyksiä (Huuskonen ym. 2004). Maidontuotannosta teuraaksi lähetetään huonosti tuottavia, sairaita tai vanhoja lypsylehmiä, hedelmöittymättömiä hiehoja sekä vasikoita, joita ei haluta uudistukseen. Vuonna 2013 teurastetuista naudoista sonneja oli 52 %, lehmiä 32 % ja hiehoja 15 % (MTT Taloustutkimus 2014). Tuotetusta naudanlihasta 73 % on nuorta nautaa ja loput teuraslehmien lihaa (Mälkiä 2014).

Nautaeläinten lukumäärä on vähentynyt hieman kahdenkymmenen vuoden aikana (SVT 2014b, Ruokatieto yhdistys 2014). Vuonna 1995 Suomessa oli 1,1 miljoonaa nautaa, joista lypsylehmiä oli 399 000 (Ruokatieto yhdistys 2014). Vuoteen 2013 mennessä nautojen määrä oli vähentynyt tilastosta riippuen noin 900 000-912 0000 eläimeen (SVT 2014b, Ruokatieto yhdistys 2014, SVT 2015). Viime vuonna eli 2014 Suomessa oli 914 400 nautaa, joista emolehmiä oli noin 6 % (57 800 eläintä) ja 1-vuotiaita ja sitä vanhempia sonneja 12 % (109 900 eläintä). Maatalouden tilastokeskuksen (SVT 2015) mukaan vasikoiden määrä kaikkiaan Suomessa on vähentynyt huomattavasti vuodesta 1990.

Kuten nautaeläinten määrän muutoksesta jo osin nähdään (kuva 2), Suomessa on tapahtumassa suuri rakennemuutos maitotilojen luopuessa lihantuotannosta (Mälkiä 2014). Esimerkiksi emolehmien lukumäärä on yli kaksinkertaistunut vuosituhaten alusta alkaen (MTT Taloustutkimus 2014). Lypsyrotuisten vasikoiden määrä ei rakennemuutoksessa Mälkiän (2014) mukaan kuitenkaan muutu, vaan niiden kasvatus siirtyy siihen erikoistuneille tiloille. Lihanautojen kasvatukseen erikoistuneilla tiloilla on kenties lypsytiloja paremmat mahdollisuudet panostaa vasikoiden ja nuorkarjan hyvinvointiin. Tällöin rakennemuutos voisi osaltaan jopa parantaa eläinten hyvinvointia naudanlihateollisuudessa.



Kuva 2. Nautaeläinten lukumäärä Suomessa vuosina 1990 ja 2014. Sonneihin lasketaan kaikki 1-vuotiaat ja sitä vanhemmat urosnaudat. Vasikaksi lasketaan alle vuoden ikäiset naaraat ja urokset. SVT 2015.

Rakennemuutoksen lisäksi naudanlihan tuotantoon vaikuttaa tilojen määrän väheneminen. Suomessa sekä lypsy- että muuta karjataloutta harjoittavien tilojen määrä on laskenut viime vuosina. MTT Taloustutkimuksen (2014) mukaan vuonna 2013 Suomessa oli 8825 lypsytilaa ja reilut 3500 naudanlihan tuotantoon erikoistunutta tilaa. Näistä emolehmätuotantoa harjoitti 1800 tilaa (MTT Taloustutkimus 2014). Tilojen erikoistumisen määrän väheneminen voi hieman hidastua, jos lopettamispäätöksen sijasta tilalliset vaihtavat mahdollisesti paremmin kannattavaan, erikoistuneeseen tuotantomuotoon.

Koska suurin osa suomalaisesta naudanlihasta on peräisin maitotiloilta (Huuskonen ym. 2004), on naudanlihan tuotannon yhteydessä syytä tarkastella myös lypsytilojen tunnuslukuja. Ruokatieto yhdistyksen mukaan (Ruokatieto yhdistys 2014) lypsykarjatilojen tuotot ovat nousseet viime vuosina. Lypsytiloilla valtionveronalaiset tulot olivat yhteensä 58 958 euroa vuonna 2011, mikä on noin 8 % enemmän kuin muilla karjatililla, ja lähes 20 000 euroa (34 %) enemmän kuin vuonna 2005. Kaikkiaan nautatilojen tuotot vuonna 2012 olivat 23,9 % maatalouden tuotosta ja 69 % kotieläintuotannosta, joten kyse on merkittävästä taloudellisesta toiminnasta. (Ruokatieto yhdistys 2014)

Luonnonvarakeskus Luken (2015) tilastoista nähdään, että osaltaan tuottoa on lisännyt hintakehitys. Vuosien 2013 ja 2014 välillä I-luokan maidon tuottajahinta nousi 31,3 sentistä 39,8 senttiin litralta. Keväällä 2015 maidon hinta kuitenkin laski nopeasti ollen maaliskuussa enää 33,12 senttiä litralta. E-luokan maidon hinta on pudonnut samana vuonna 40,52 sentistä 35,69 senttiin litralta. Lyhytaikaisia muutoksia merkittävämpää on kuitenkin pitkän ajan kuluessa tapahtuva kehitys niin hinnoissa kuin kustannuksissakin.

Naudanlihan tuottajahinta on noussut vuoden 2005 2,1 eurosta / kg keskimäärin 3,1 euroon / kg vuoteen 2013 mennessä (Ruokatieto yhdistys 2013). Vuonna 2013 sonnilihan tuottajahinta oli 3,4 euroa / kg, lehmän lihan 2,22 euroa / kg ja hiehon lihan 2,99 euroa / kg (MTT Taloustutkimus 2014). Kuluttajalle kilo naudan paistia maksoi samana vuonna noin 16,88 euroa (MTT Taloustutkimus 2014). Toisin kuin maidon tuottajahinta, naudanlihan tuottajahinta ei merkittävästi laskenut vuoden 2015 alussa (Luonnonvarakeskus Luke 2015).

Toisaalta myös maatalouden tuotantokustannukset ovat nousseet. Lypsytiloilla kokonaistuotantokustannukset ovat nousseet vuosien 2000 ja 2011 välillä 95 % (Sinisalo 2014). Tilakoon kasvaessa samaan aikaan yhdellätoista lehmällä yksikkötuotantokustannukset ovat pysyneet kuitenkin melko muuttumattomina (Sinisalo 2014). Tilakoon kasvu on ollut erittäin nopeaa: vuonna 2000 lypsytilalla oli keskimäärin 15,9 lehmää (Sinisalo 2014), mutta jo vuonna 2013 keskilehmäluku oli 73 (Ruokatieto yhdistys 2014).

Suomen maatalousalan kehitys poikkeaa jonkin verran muista EU-maista. Tuottojen kehitys on ollut samansuuntaista: vuosien 2011 ja 2012 välillä EU:n alueella nautatilojen tuotot ovat kasvaneet noin 10 %, ja koko maatalousalan tuotto on noussut noin 28 % vuoden 2005 tasosta. Sen sijaan tuotantokustannusten kasvu EU:ssa on ollut huomattavasti maltillisempaa kuin Suomessa. Tilakoko eläinyksiköissä laskettuna on EU:ssa kasvanut vuosien 2005 ja 2012 välillä 12,6 lehmästä 14,4 lehmään (Suomessa 15,9 lehmästä 26,9 lehmään). Nautatilojen osuus maatalouden tuotosta EU:ssa on huomattavasti vähemmän kuin Suomessa: Tilojen osuus kokonaistuotosta on 8,5 % ja kotieläintuotannosta 19 %. (Euroopan komissio 2014)

2.2 Tilatason hyvinvointi

2.2.1 Hyvinvoinnin määritelmä

Tässä tutkielmassa noudatetaan laajalti hyväksyttyä määritelmää, jonka mukaan hyvinvointi on eläimen tila suhteessa sen yrityksiin sopeutua ympäristöönsä (Broom 1986). Sopeutumisella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon eläin joutuu sopeuttamaan toimintaansa, ja kuinka hyvin sopeuma auttaa sitä selviytymään ympäristössä. Eläimen ympäristöä voi mitata, jolloin hyvinvoinnille voidaan saada tieteellinen, moraalikäsitteistä vapaa arvio (Broom 1991). Tilatason hyvinvointi perustuu eläinten elinympäristön arviointiin. Tilatason hyvinvointia mittaava indeksi on siten Broomin (1991) tarkoittaman kaltainen tieteellinen hyvinvoinnin mittaustapa.

2.2.2 ANI-, A- ja osittainen A-indeksi

ANI-indeksi on tieteellinen menetelmä tilatason hyvinvoinnin mittaamiseen. Bartussek (1999) kuvaa Itävallassa vuodesta 1985 alkaen kehitettyä eläinten tarpeisiin liittyvää ANI-indeksiä (animal needs index), jolla arvioidaan eläinten hyvinvoinnin standardien noudattamista tiloilla. indeksi koostuu viidestä eri komponentista:

- mahdollisuus liikkumiseen
- sosiaalinen kontakti lajikumppaneiden kanssa
- lattian kunto
- ympäristöolosuhteet
- ihmisen antaman hoidon intensiteetti

Kuhunkin komponenttiin kuuluu lukuisia osatekijöitä, joiden mukaan tila pisteytetään. Lopullinen tulos eli ANI-indeksiluku on kaikkien osatekijöiden pisteiden summa. Maksimipistemäärä on 35, minkä vuoksi indeksin eri versioita kutsutaan myös nimillä ANI-35 tai ANI-35-L. (Bartussek 1999)

Herva ym. (2009) käyttivät ANI-indeksiä pohjana luodessaan vastaavaa indeksiä suomalaisen naudanlihateollisuuden tarpeisiin. A-indeksissä on kuusi kokonaisuutta:

- Liikkumismahdollisuudet
- Sosiaaliset interaktiot
- Makuualue
- Valo, ilmasto ja melu

- Ruokinta
- Management ja eläinten terveys

Herva ym. (2009) testasivat luomaansa A-indeksiä erilaisin teoreettisin menetelmin ja koostivat parhaiten nautatilojen eroja kuvaavista ominaisuuksista kevyemmän version eli osittaisen A-indeksin. Kasvatusolosuhteiden tärkeys eri ikävaiheissa huomioitiin tekemällä indeksistä kolme eli versiota: alle 2 kk vasikoille, 2-6 kk vieroitetuille eläimille sekä 6-24 kk ikäisille sonneille. Tässä tutkimuksessa hyödynnetään 6-24 kk ikäisten sonnien tuotanto-olojen indeksiä.

Hervan ym. (2009) alkuperäisessä A-indeksissä oli 43 mitattavaa kohtaa, ja maksimipistemäärä oli 100. Tarkempi kuvaus koko indeksin kokonaisuuksista ja niiden pisteytyksestä on liitteessä 1. 6-24 kk nautojen osittaiseen A-indeksiin otettiin mukaan 18 mittaria, jotka toivat parhaiten esiin erot hyvinvoinnissa tilojen välillä. Maksimipistemäärä osittaisessa indeksissä on 52 (taulukko 1).

Taulukko 1. Osittaisen A-indeksin mittarit ja pisteytys (Herva ym. 2009).

Mittari	Maksimi-pistemäärä
Liikkumisen vapaus, karsinan muoto	2
Liikkumisen vapaus, yhteenotot	3
Eläimen käytettävissä oleva tila	3
Mahdollisuus maata ja nousta ylös	3
Ruokinta- ja jaloittelun alueen lattian laatu	2
Ulkoilumahdollisuus talvella	2
Laidunnus- / ulkoilumahdollisuus kesällä	2
Jaloittelun rajoitus	2
Makuualueen pehmeys	6
Makuualueen puhtaus	6
Makuualueen liukkaus	2
Makuualueen kuivuus	2
Sisäilman laatu ja ilmaston kapasiteetti	4
Veto makuualueella	4
Veden saatavuus	4
Melu	2
Jalkavammat ja sairaudet	2
Lastaustilat	1
YHTEENSÄ	52

Ympäristötekijöiden vaikutusta hyvinvointiin on tutkittu paljon. Osittainen A-indeksi huomioi tutkimuksissa esille tulleet seikat pääosin hyvin. Esimerkiksi Broomin (1991) mukaan hyvinvointia heikentävät kipu, pelko, liikkumavaikeudet, turhautuminen, tietyn

toimintamahdollisuuden puute (kuten mahdollisuus imeä), ärsykkeiden puute ja toisaalta liiallinen ärsykkeiden määrä. Herva ym. (2009) osittainen A-indeksi huomioi näistä eksplisiittisesti vain liikkumavaikeudet. Muiden tekijöiden voidaan kuitenkin katsoa kuuluvan useiden A-indeksien kohtien alle: esimerkiksi jaloittelutilan puute ja tilan puute aiheuttavat turhautumista, sairaudet kipua ja veto ja melu stressiä jatkuvien ärsykkeiden vuoksi. Jonkin tietyn toimintamahdollisuuden puutetta A-indeksi ei kuitenkaan erityisesti huomioi.

Sørensen ja Fraser (2010) listaavat neljä ongelmakohtaa liittyen eläinten tilatason hyvinvoinnin arviointiin. Ensimmäinen ongelma on yleisesti hyväksytyjen kriteerien valinta, joista sekä tuottajat että kuluttajat voivat olla samaa mieltä. Tätä ei osittainen A-indeksi erityisesti huomioi, sillä indeksin ovat suunnitelleet tuottajat ja tuotantoorganisaation eläinlääkärit (Munsterhjelm ja Herva 2003). Kuluttajat eivät siten ole osallistuneet suoraan tai välillisesti indeksin tekemiseen. Mielestäni on kuitenkin lähes mahdotonta saavuttaa yleisesti hyväksytyjä kriteereitä tuotantoeläinten pidolle huomioiden kuluttajien yleinen ymmärrys eläinten tarpeista ja tuotantotilojen rajoitteista. Koska osittaisen A-indeksin mittarit käsittelevät nimenomaan kuluttajien tärkeinä pitämiä epäkohtia, kuten ulkoilumahdollisuutta ja tilan ahtautta, voidaan indeksiä mielestäni pitää myös kuluttajien näkemystä edustavana työkaluna.

Toisena ongelmana Sørensen ja Fraser (2010) mainitsevat vähittäisvaatimukset kullekin kriteerille. Sekä täydessä että osittaisessa A-indeksissä jokaiselle mittarille on määritelty minimivaatimus, joka tilan on ylitettävä saadakseen mittarista vähintään yhden pisteen (Herva ym. 2009). Esimerkiksi liikkumisen vapautta arvioivassa mittarissa 0 pistettä saa tila, jossa karsinan lyhyin sivu on lyhyempi kuin eläimen pituus kerrottuna kahdella, erillistä ruokailu- ja lepotilaa ei ole tai eläimet ovat kytkettyinä. Arvioinnin subjektiivisuus voi mielestäni kuitenkin vaikuttaa vähittäisvaatimusten tehokkuuteen. Esimerkiksi makuualueen liukkaudessa 0 pistettä saa tila, jossa lepoalue on ”liukas”. Jotta vähittäisvaatimukset todella erottelevat tiloja, on niitä arvioinnissa myös uskallettava käyttää.

Viimeiset kaksi ongelmaa Sørensenin ja Fraserin (2010) mukaan ovat tasapuolisuus ja ”väärin hälytysten” välttäminen sekä tehokkuus. Herva ym. (2009) ovat validoineet A-indeksin, ja havainneet sen yhdenmukaiseksi eli tasapuoliseksi. Toisaalta A-indeksi saattaa kompensoida liikaa, jolloin erittäin heikot tai erittäin hyvät osatekijän tulokset

tasaantuvat tilan kokonaispistemäärässä (Herva ym. 2009). Tehokkuus on huomioitu tekemällä A-indeksistä yhtä kattava mutta tiivistetty versio, osittainen A-indeksi (Herva ym. 2009).

Eräs hyvinvointi-indeksien ongelma, joka koskee myös A-indeksiä, on yleistettävyyks. Tilalla voi olla käytössä eri rakennuksia, joiden olosuhteet poikkeavat toisistaan huomattavasti, tai eläinryhmien saama hoito poikkeaa toisistaan. Myös vuodenaikavaihtelut voivat aiheuttaa poikkeamia: poikimisen aikaan keväällä nautatiloilla voi olla hyvin täyttä, kun taas kesällä tilaa vapautuu eläinten siirtyessä laitumelle. Indeksien lukemaa olisikin pidettävä hetkittäisenä arviona tilan kyvystä huolehtia mittausajankohtana tilalla olevien eläinten hyvinvoinnista.

Indeksit sopivat hyvin tilojen väliseen vertailuun, vaikka ne eivät anna yksityiskohtaista kuvaa kaikkien eläinten todellisesta hyvinvoinnista. Kaikkiaan A-indeksiä ja osittaista A-indeksiä voitaneenkin pitää toimivana työkaluna tilatason hyvinvointia arvioitaessa.

2.3 Teurasominaisuudet

2.3.1 Lihakkuuden arviointi

Lihakkuus arvioi elintarvikekäyttöön sopivan lihan osuutta teuraseläimen ruhosta. Euroopan komission (2013) asetuksessa 1234/2007 ruholla tarkoitetaan ”teurastettujen eläinten kokoruhoja, joista on laskettu veri, poistettu sisälmykset ja jotka on nyljetty”. Ruhoista on poistettu pää ylemmän niskanivelen etupuolelta, sorkat etupolvista tai kinnernivelistä, rinta- ja vatsaontelon elimet rasvoineen ja sukuelimet lihaksineen sekä utare rasvoineen. Ruhot jaetaan teuraseläinten iän ja sukupuolen mukaan ryhmiin. Tämän aineiston eläimet kuuluvat ryhmiin A, eli alle kaksivuotiaiden sonnien ruhok, ja B eli muiden sonnien ruhok. (Euroopan komissio 2013)

Euroopan komission (2013) asetuksessa lihakkuuden määritelmä on ”ruhon muotojen kehittyneisyys, erityisesti sen pääosien osalta (reisi, selkä, lapa)”. Euroopan unionin jäsenmaissa nautojen lihakkuutta mitataan SEUROP-skaalalla, joka on alun perin otettu käyttöön vuonna 1981 (taulukko 2). Luokkia oli aluksi viisi (E, U, R, O ja P), mutta vuonna 1991 lisättiin luokka S, joka on tarkoitettu pääosin kaksoislihastyypisille roduille. Suomessa on lisäksi käytössä alaluokat E+ ja E-, U+ ja U-, R+ ja R-, O+ ja O- sekä P+ ja P- (maa- ja metsätalousministeriön asetus teurasruhojen luokittelusta

92/2013, 3 §). Luokitus on tehtävä teurastamoissa kaikille ihmisravinnoksi tarkoitetuille täysikasvuisen naudan ruhoille (Euroopan komissio 2013).

Taulukko 2. EU-maissa käytettävä nautojen lihakuuden arviointiasteikko. Kuvauksissa mainitut lihakset tarkoittavat erityisesti selkää, lapaa ja reittä. (Euroopan komissio 2013)

Lihakkuusluokka		Kuvaus
S	Ylivertainen	Kaikki muodot äärimäisen paljon ulospäin kaarevat; poikkeuksellisen kehittyneet lihakset (kaksoislihastyppi).
E	Erinomainen	Kaikki muodot ulospäin kaarevista erityisen paljon ulospäin kaareviin; poikkeuksellisen kehittyneet lihakset.
U	Erittäin hyvä	Yleensä ulospäin kaarevat muodot; erittäin kehittyneet lihakset.
R	Hyvä	Yleensä suorat muodot; hyvin kehittyneet lihakset.
O	Melko hyvä	Muodot suorista sisäänpäin kaareviin; keskinkertaisesti kehittyneet lihakset.
P	Heikko	Kaikki muodot sisäänpäin kaarevista erittäin paljon sisäänpäin kaareviin; vähän kehittyneet lihakset.

Lihakkuusluokituksen tekee maaseutuviraston hyväksymä ruhonluokittaja, joka myös punnitsee ja merkitsee ruhot (Laki maataloustuotteiden markkinajärjestelystä 999/2012, 40 §). Vaikka huomioidaan ruhonluokittajien koulutus ja kokemus, arviointi on silti subjektiivista. Tämän vuoksi SEUROP-skaalaa käytettäessä tilastomallin tulisi arvioida luokittajan vaikutuksen merkityksellisyyttä. Tässä tutkielmassa arvioijavaikutusta vastaa teurastamovaikutus. Oletuksena tällöin on, että kullakin teurastamolla on vakituinen ruhonluokittaja, jolloin luokittajan vaikutus on verrattavissa teurastamovaikutukseen.

Lihakkuusluokitus yhdessä rasvaisuuden kanssa vaikuttaa ruhosta tuottajalle maksettavaan hintaan. Ruhon hintoja lihakuus- ja rasvaisuusluokissa tilastoidaan Suomessa viikkotasolla. Maaliskuun 2014 ja maaliskuun 2015 välillä sonnin ruhon keskihinta oli 391,7 euroa / 100 kg. Ruhosta, jonka lihakuus oli U ja rasvaisuus 2 (hintaluokitus U2), maksettiin keskimäärin 436,7 euroa / 100 kg, kun taas O3-hintaluokassa keskihinta oli 358 euroa. R2-luokan ruhot toivat tuottajalle keskimäärin 398,4 euroa / 100 kg. (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus Tike 2015)

Lihakkuuteen vaikuttaa moni tekijä. Hyvinvoinnin lisäksi esimerkiksi rotu, sukupuoli ja ruokinta vaikuttavat monin eri tavoin vasikan eri kudosten kasvuun. Tässä tutkielmassa käsitellään ainoastaan ayrshire-rotuisia sonnivasikoita, joten rodun ja sukupuolen vaikutuksia ei tarvitse huomioida. Käytännössä voi olla vaikeaa erotella hyvinvoinnin ja muiden tekijöiden vaikutuksia lihakkuuteen tai edes arvioida ovatko vaikutukset aina summautuvia.

2.3.2 Lihakkuuden periytymisaste

Yleisesti periytyvyyttä kuvataan ns. periytymisasteen (engl. heritability) h^2 avulla (Falconer ja Mackay 1996, 2. 122). Periytymisaste kuvaa sitä, kuinka paljon ominaisuuden kokonaisvaihtelusta johtuu perintötekijöistä. Tarkemmin määriteltynä yleisesti käytetty suppean määritelmän periytymisaste kuvaa additiivisen geneettisen varianssin eli jalostusarvoihin liittyvän varianssikomponentin osuutta kokonaisvariانسista. Koska periytymisaste on suhdeluku, se voi saada arvoja 0:n ja 1:n välillä. On huomattavaa, että periytymisaste on aina populaatiokohtainen, eli saman mitatun ominaisuuden periytymisasteen arviot voivat poiketa toisistaan eri populaatioiden välillä johtuen mm. erisuuruudesta ympäristövariانسista tai populaation geneettisen variانسsin suuruudesta.

Kirjallisuuden mukaan lypsyrotuisten nautojen lihakkuutta on arvioitu SEUROP-luokituksen lisäksi erilaisilla lineaarisilla asteikoilla. Tutkimuksissa lihakkuuden periytymisasteeksi on saatu ruotsin punaisella rodulla 0,19 - 0,45 (Stållhammar ym. 1997), brown swiss -rodulla 0,42 ja Sveitsin punavalkoisella rodulla 0,59 (de Haas ym. 2007). Lihan ja maidontuotantoon käytetyllä Czech Pied -rodulla lihakkuuden periytymisaste oli 0,41 (Bouska ym. 1999). Suomalaisessa tutkimuksessa (Parkkonen 1998) lihakkuuden periytymisasteeksi ayrshirellä saatiin 0,15 – 0,21 ja holstein-friisiläisellä 0,2 – 0,31.

Jakobsen ym. (2000) arvioivat lihakkuutta mittaamalla pitkän selkälihaksen (*longissimus dorsi*) pinta-alaa teurastetuilta lypsyrotuisilta sonneilta. Periytymisaste oli tanskalaisella mustavalkoisella rodulla 0,45 ja tanskan punaisella 0,48. Jakobsenin ym. (2000) tulokset ovat yhteneväisiä Stållhammarin (1997) ja de Haasin (2007) tulosten kanssa, vaikka koko ruhon sijasta on arvioitu vain yhtä lihasta (taulukko 3).

Hirooka ym. (1998) arvioivat lihakkuutta yhdessä rasvaisuuden kanssa käyttämällä 15-portaista asteikkoa. He tutkivat neljällä eri tilastollisella mallilla kolmea rotua: Hollannin punavalkoista, Hollannin mustavalkoista sekä piemontesea. Lihakkuuden periytymisasteeksi Hirooka ym. (1998) saivat mallista riippuen 0,05 – 0,12.

Taulukko 3. Yhteenveto tutkimustuloksista liittyen lypsyrotuisten nautojen lihakkuuden periytymisasteeseen (h^2) ja additiiviseen geneettiseen varianssiin (σ^2_A).

Rotu	h^2	σ^2_A	Lähde
Ruotsin punainen	0,19-0,45		Stållhammar ym. 1997
Brown Swiss	0,42	0,64 – 0,76	de Haas ym. 2007
Sveitsin punavalkoinen	0,59		de Haas ym. 2007
Czech Pied	0,41	0,06-0,21	Bouska ym. 1999
Suomalainen ayrshire	0,15 – 0,21		Parkkonen 1998 ^a
Suomalainen holstein-friisiläinen	0,20 – 0,31.		Parkkonen 1998 ^a
Tanskan mustavalkoinen	0,45	50,3	Jakobsen ym. 2000
Tanskan punainen	0,48	55,2	Jakobsen ym. 2000
Hollannin mustavalkoinen ja punavalkoinen	0,05 – 0,12		Hirooka ym. 1998

^a Tutkimuksessa on käytetty lihakkuuden arviointiin SEUROP-luokitusta.

Lypsyrotuisten nautojen jalostuksessa on huomioitava lihakkuuden geneettinen korrelaatio maitotuotokseen. De Haas ym. (2007) raportoivat sekä brown swissillä että Sveitsin punavalkoisella rodulla negatiivisia geneettisiä korrelaatioita lihakkuuden, tuotoksen ja maidon pitoisuuksien välillä. Korrelaatio vaihteli välillä -0,31 – -0,63, jossa negatiivisin arvo oli lihakkuuden korrelaatio maidon rasvaprosenttiin punavalkoisella rodulla (De Haas ym. 2007). Myös suomalaisella ayrshirella lihakkuuden ja maitotuotoksen välillä on havaittu olevan negatiivinen korrelaatio, -0,30 (Liinamo ym. 1999). Czech Pied –rodussa korrelaatio maidon proteiinipitoisuuden ja lihakkuuden välillä oli poikkeuksellisesti positiivinen, 0,32 (Bouska ym. 1999). Poikkeama voi johtua rodun maito-liha –tyypistä: kumpaakaan ominaisuutta ei ole jalostettu irrallaan toisesta, vaan molempia on pyritty tasaisesti parantamaan.

Kaikkiaan lihakkuus vaikuttaisi olevan lypsyrotuisilla keskiasteisesti tai jopa voimakkaasti periytyvä ominaisuus.

2.3.3 Rasvaisuuden arviointi ja periytymisaste

Rasvaisuus tarkoittaa ruhon rasvan osuutta. Euroopan komission (2013) asetuksen mukaan rasvaisuus tarkoittaa ulkoista rasvaa ruhon pinnassa ja rintaontelon sisällä. Rasvaisuutta mitataan asteikolla 1-5, jossa 1 tarkoittaa hyvin ohutta tai olematonta rasvakerrosta ja 5 hyvin paksua rasvakerrosta (taulukko 4). Jokaisen EU-jäsenmaan kaikkien hyväksytyjen teurastamoiden on luokiteltava ihmisravinnoksi tarkoitettujen naudan ruhojen asteikon mukaisesti. Ruhot luokitellaan lisäksi ikä- ja sukupuoliryhmiin samoin kuin lihakkuutta arvioitaessa.

Taulukko 4. Euroopan Unionin maissa käytettävä nautojen ruhojen rasvaisuuden luokitteluaasteikko. (Euroopan komissio 2013)

Rasvaluokka	Kuvaus
1	Ei rasvakerrosta tai hyvin ohut rasvakerros
2	Ohut rasvakerros lihakset lähes kaikkialla näkyvissä
3	Lihakset reittä ja lapaa lukuun ottamatta lähes kaikkialla rasvan peitossa; ohuita rasvakasautumia rintaontelon kalvon alla
4	Lihakset rasvan peitossa, mutta vielä osittain näkyvissä reiden ja lavan kohdalla; muutamia selviä rasvakasautumia rintaontelon kalvon alla
5	Koko ruho rasvan peitossa, paksuja kasautumia rintaontelon kalvon alla

Pabiou ym. (2011) arvioivat rasvaisuuden periytymisasteeksi kastroiduilla teurassonneilla 0,27 ja hiehoilla 0,46. Kastroiduilla sonneilla rasvaisuus on lihakkuuden kanssa hyvin heikosti korreloiva ominaisuus: fenotyypinen korrelaatio ominaisuuksien välillä on 0,03 ja geneettinen korrelaatio -0,05. Hiehoilla fenotyypinen korrelaatio on vain -0,01, mutta geneettinen korrelaatio on jopa 0,39. Pabioun ym. (2011) tutkimuksessa arviointi oli tehty digitaalisesti ruhojen kuvantamislaitteen avulla, joten arviointi on todennäköisesti ollut suomalaista silmämääräistä arviointia objektiivisempää.

Watanabe ym. (2014) tutkivat genomitietoja hyväksikäyttäen liharotuna kasvatettavan Japanin mustan rodun teurasominaisuuksien perinnöllistä vaihtelua. Tutkimukset tehtiin kastroiduilla sonneilla. Mallista riippuen he saivat EU:n rasvaluokitusta vastaavan ihonalaisen rasvan paksuuden periytymisasteeksi 0,44 – 0,66. Samallakin mallilla

riskitasosta riippuen periytymisaste vaihteli välillä 0,47 ($P < 0,001$) – 0,64 ($P < 0,01$). Tulos poikkeaa Liinamon ym. (1999) ja Pabioun ym. (2011) tuloksista, mikä johtunee Japanin mustan rodun tyypistä. Poikkeamaan voi vaikuttaa myös mittaustapa ja kastraatio. Toisaalta Watanaben ym. (2014) tulosten vaihtelevuuden vuoksi vertailuun on suhtauduttava varauksellisesti.

Muissa tutkimuksissa periytymisaste on arvioitu matalammaksi. Liinamo ym. (1999) saivat suomalaisille ayrshire-lehmille rasvaisuuden periytymisasteeksi 0,19. Parkkonen (1998) puolestaan on saanut ayrshire-sonneille rasvaisuuden periytymisasteeksi 0,14 - 0,15 ja ayrshire-hiehoille 0,10-0,13.

Ruhon rasvaisuudella on havaittu negatiivinen, keskivahva yhteys maitotuotukseen suomalaisilla ayrshire-lehmillä (Liinamo ym. 1999). Voimakkain yhteys oli ruhon rasvaisuuden ja maidon rasvapitoisuuden välillä (-0,38) (Liinamo ym. 1999). Maitotuotoksen ja rasvaisuuden geneettinen korrelaatio oli hieman lievempi, eli -0,28 (Liinamo ym. 1999). Rasvaisuudella ei havaittu geneettistä korrelaatiota teuraspainoon, mutta sillä oli lievä positiivinen geneettinen korrelaatio lihakkuuteen (0,18) (Parkkonen 1998).

Kaikkiaan rasvaisuus vaikuttaisi periytyvän korkeintaan keskiasteisesti. Rasvaisuus vaikuttaa negatiivisesti maitotuotukseen ja erityisesti maidon rasvapitoisuuteen.

2.3.4 Teuraspainon arviointi ja periytymisaste

Teuraspainolla tarkoitetaan ruhon painoa, eli EU:n määritelmän mukaan nautaa, jolta on poistettu pää, rinta- ja vatsaontelon elimet, sorkat sekä utare ja sukuelimet lihaksineen (Euroopan komissio 2013).

Liinamo ym. (1999) saivat suomalaisille ayrshire-lehmille teuraspainon periytymisasteeksi 0,40. Samaan aikaan tehdyssä julkaisemattomassa tutkimuksessa he olivat saaneet ayrshire-sonneille ja -hiehoille teuraspainon periytymisasteeksi 0,12-0,14. Ero selittyy tutkijoiden mukaan sillä, että eri sukupuolen eläimet teurastetaan erilaisessa kasvun vaiheessa. Sonnit ja hiehot ovat jo teurasiässä kasvattaneet lihaksistonsa, mutta eivät ole vielä ehtineet rasvoittua toisin kuin vanhempana

teurastetut lehmät. Parkkosen (1998) mukaan ayrshire-sonnien teuraspainon periytymisaste on 0,12 ja hiehojen 0,09 - 0,13.

Kastroitujen risteytyssonnien teuraspainon periytyvydeksi on arvioitu 0,48 ja hiehoilla 0,58 (Pabiou ym. 2011). Watanaben ym. (2014) mukaan SNP-analyysillä saatu periytymisaste kastroitujen sonnien teuraspainolle oli mallista riippuen 0,4 – 0,54.

Teuraspainolla ei vaikuta olevan negatiivista vaikutusta maitotuotukseen suomalaisilla ayrshire-lehmillä (Liinamo ym. 1999). Teuraspainon geneettinen korrelaatio lähes kaikkiin maitotuotosominaisuuksiin oli hyvin heikko ja negatiivinen: korrelaatio maitotuotukseen oli -0,04, rasvatuotukseen -0,10 ja proteiinituotukseen -0,01. Teuraspainolla on kuitenkin melko vahva, positiivinen geneettinen korrelaatio lihaksuuteen (Parkkonen 1998).

Yhteenvetona voidaan todeta, että teuraspaino on lypsyrotuisilla eläimillä korkeintaan keskiasteisesti periytyvä ominaisuus, jota siis voidaan jalostuksella hyvin kehittää. Teuraspaino ei myöskään vaikuta maitotuotukseen yhtä paljon kuin ruhon rasvaisuus ja lihaksisuus.

2.4 Hyvinvoinnin yhteys lihaksuuteen

Jokaisessa eläinkasvatuksen tuotantomuodossa on tiettyjä ominaispiirteitä, jotka voivat aiheuttaa ongelmia eläinten hyvinvoinnille. Suomalaisen naudanlihan tuotannossa hyvinvointikysymykset koskevat sekä lypsykarjatiloja, joissa suurin osa lihaksi kasvatettavista vasikoista syntyy, että erikoistuneita tiloja, joilla vasikat kasvatetaan teuraspainoonsa. Onkin tärkeää tuntea lihanautojen hyvinvoinnin haasteet sekä niiden vaikutus lihaksuuteen.

Kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin ja lihaksuuden välisiä yhteyksiä naudoilla ei ole aiemmin tutkittu (Herva 2014). Tutkimukset ovat koskeneet lähinnä yksittäisten hyvinvointiin liittyvien tekijöiden vaikutusta joihinkin teurasominaisuuksiin tai lihan laatutekijöihin. On selvää, että tutkimusteknisesti yksittäisten tekijöiden ja yksittäisten ominaisuuksien tutkiminen on helpompaa kuin laajojen kokonaisuuksien yhteyksien vertailu. Hyvinvointi on kuitenkin monitahoinen käsite. Suurten kokonaisuuksien, kuten

tilatason hyvinvoinnin ja lihakkuuden, välisten yhteyksien tutkiminen lienee siten lähempänä käytännön tilannetta lihantuotannossa.

Yksittäisistä lihan laatuun vaikuttavista tekijöistä on paljon tutkimustietoa. Esimerkiksi Mitlöchner ym. (2002) havaitsivat, että kesäkuukausina vailla auringonsuojaa ulkona olleiden nautojen lihan pH oli korkeampi ja glykogeenitaso matalampi kuin eläinten, joilla oli pääsy varjoisaan paikkaan. Mahdollisuus suojautua auringolta vähentää stressiä, jonka tiedetään heikentävän lihan laatua (Mitlöchner ym. 2002). Hervan ym. (2009) osittaisessa A-indeksissä lämpötila huomioidaan vain sisäilman osalta. Ulkoilumahdollisuus kesällä ja talvella arvioidaan myös A-indeksissä, mutta mittarit eivät huomioi ulkoilutilojen säänsuojia.

Ruokintakaukalon koolla, karsinan lattiatyypillä tai karsinan eläinmäärällä ei ole havaittu vaikutuksia ruhon teuraslaatuun (Gottardo ym. 2004, Gottardo ym. 2005). Gottardon ym. (2004, 2005) tutkimuksissa eläimille oli taattu ruokintarauha joko *ad libitum* –ruokinnalla tai eläinkohtaisilla ruokintapaikoilla. Tuotanto-olosuhteita paremmin vastaavalla rajoitetulla ruokinnalla aggressiivista käyttäytymistä olisi todennäköisesti esiintynyt, mikä olisi voinut heikentää lihakkuutta vammautumisten ja stressihormonien määrän lisääntymisen kautta. Osittaisessa A-indeksissä tila ja ruokinta-alueen lattian laatu ovat mukana erillisinä kriteereinä (Herva 2009), joten niiden vaikutus hyvinvointiin ja lihakkuuteen tulee huomioitua. Käyttäytymiskriteerit puolestaan arvioivat myös aggressiivista käytöstä ja toisaalta tilaa väistää aggressiivisia laumatovereita.

Lihanautojen kasvatukseen voi kuulua useita siirtoja tilojen välillä sekä tilalta teurastamolle. Jokaisessa siirrossa eläin voi joutua sille tuntemattomien nautojen kanssa samaan tilaan, jolloin yhteenotot ovat tavallisia. Lisäksi teurastamolla eläimiä siirrellään suurina ryhminä kuljetusautosta odotustiloihin ja sieltä tainnutukseen. Kuljetus ja käsittely ovatkin eräitä tärkeimpiä hyvinvoinnin ongelmia (Gregory 1998, s. 257). Kuljetus ja käsittely vaikuttavat kuitenkin enemmän teuraslihan laatuun kuin ruhon lihakkuuteen (Gregory 1998, s. 259). Molemmat tekijät ovat mukana osittaisessa A-indeksissä.

Sioilla hyvinvoinnin ja terveyden on havaittu olevan yhteydessä kasvuun, ruhon ominaisuuksiin ja lihan laatuun (Klauke ym. 2013). Klauke ym. (2013) löysivät

tilastollisesti merkitseviä negatiivisia korrelaatioita tiettyjen immuunipuolustukseen liittyvien proteiinien ja ruhon ominaisuuksien välillä. Kohonnut immuunipuolustuksen akuutin vaiheen proteiinien määrä sioilla heikensi teuraspainoa ja arvokkaiden ruhon osien osuutta. Klauken ym. (2013) tutkimus keskittyi fysiologisiin mittareihin ja eläinten terveyteen, jotka tässä tutkimuksessa ovat vain osana hyvinvoinnin määritelmää. On kuitenkin mahdollista, että samankaltaisia yhteyksiä lihakkuuteen voidaan löytää myös naudoilta.

On näyttöä siitä, että tilatason hyvinvointi voi vaikuttaa rasvaisuuteen ja päiväkasvuun (Herva ym. 2009, Herva ym. 2011). Herva ym. (2011) tutkivat 34362 sonnivasikkaa, joiden syntymä-, välikasvatus- tai loppukasvatustilalle oli laskettu hyvinvointi-indeksi osittaista A-indeksiä käyttäen. Hyvinvointi-indeksin vaikutus eläinten väliseen vaihteluun oli kuitenkin melko pieni: vaihtelusta kaksi kolmasosaa selittyi yksilöiden välisellä vaihtelulla ja vain neljäsosa loppukasvatustilan olosuhteilla. Syntymä- ja välikasvatustilojen hyvinvointi-indeksin merkitys vaihteluun oli vähäinen. Tarkempaan analyysiin Herva ym. (2011) jättivät siksi vain loppukasvatustilan hyvinvointi-indeksin.

Herva ym. (2011) havaitsivat osittaisella A-indeksillä olevan yhteys teuraspainoon. Tutkimus osoitti myös, että hyvinvointi on tärkein rasvaa vähentävä tekijä rasvaisuuteen taipuvaisilla suurilla sonneilla. Hervan ym. (2011) mukaan hyvinvoinnin rasvaisuutta vähentävä vaikutus johtuu lisääntyneestä liikunnasta ja vähentyneestä stressistä heikommin hyvinvoinviin eläimiin verrattuna.

A-indeksi selittää myös päiväkasvua (Herva ym. 2009). Täydellisellä A-indeksillä havaittiin lineaarinen yhteys päiväkasvuun siten, että yhden indeksipisteen lisäys vastasi 1,2 gramman lisäystä päiväkasvuun. Yksittäisistä hyvinvointi-indeksin tekijöistä erityisen merkittävästi päiväkasvuun vaikuttivat eläimen käytettävissä oleva tila, sarvien poisto / nupouttaminen sekä yksilöllinen tai ryhmäkohtainen ruokinta. Lisääntyneen tilan vaikutusmekanismia ei tutkimuksessa analysoitu. Sarvettomuus lisää päiväkasvua vähentämällä yhteenotoista syntyviä loukkaantumisia ja ruokinta optimoimalla energian ja ravintoaineiden saantia. (Herva ym. 2009)

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena on

1. Arvioida teurasominaisuuksien periytymisasteet ja geneettiset korrelaatiot ayrshire-sonnivasikoilla.
2. Selvittää teurasominaisuuksien ja tilatason hyvinvoinnin välinen yhteys ayrshire-sonnivasikoilla.

Aiempaan kirjallisuuteen perustuen tutkimushypoteesina on, että hyvinvointi ja lihakkuus ovat yhteydessä toisiinsa. Oletan hyvinvoinnin lisäävän lihakkuutta tarkoituksenmukaisen ruokinnan ja riittävien liikkumismahdollisuuksien kautta.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Aineiston kuvaus

Herva ym. (2009) kuvaa aineiston keruuta ja aineiston rakennetta tarkemmin. Tässä siitä kuvataan vain peruseriaatteet.

Atria keräsi vuonna 2003 yhteensä 55 375 lypsyrotuisen vasikan tiedot. Vasikat olivat Atrian kuljettamia eläimiä, jotka siirrettiin syntymätilaltaan loppukasvatukseen tai välikasvatukseen. Kustakin eläimestä tallennettiin lukuisia tietoja ensimmäisen ja viimeisen siirron aikana sekä teurastuksen jälkeen. Teurastamon henkilökunta merkitsi eläimille teurasiän ja teuraspainon. Eri vaiheissa kerätyt tiedot liitettiin oikeaan eläimeen korvanumeron perusteella. Aineistossa oli lisäksi vasikoiden isät, jotka oli haettu Maatalouden Laskentakeskuksen nautaeläinrekisteristä Atrian ja MTT:n yhteistyönä. (Herva 2009)

Aineistossa oleva hyvinvointi-indeksi arvioitiin kokonaista A-indeksiä (Munsterhjelm ja Herva 2003) käyttäen 523 tilalle ja niillä oleville eläimille. Vasikat yhdistettiin kerättyjen tietojen perusteella oikeaan kasvatustilaan, jonka hyvinvointi-indeksi liitettiin osaksi vasikan tietoja. Kullekin eläimelle laskettiin lisäksi osittaisen A-indeksin mukainen pistemäärä (Herva 2009).

Tähän tutkimukseen saatiin käytettäväksi vain sonnivasikoita käsittävä aineisto, jossa oli 37 823 eri eläimen havainnot. Vasikoiden tietoihin lisättiin sukutiedot viisi sukupolvea taaksepäin. Faba toimitti sukutiedot vasikan syntymätunnuksen perusteella Maatalouden Laskentakeskuksen ylläpitämän eläinrekisterin kopiosta eli neuvonnan rekisteristä. Sukutietoja haettiin vain rekisterin ayrshire-rotuisten eläinten joukosta.

Rajausvaiheessa aineistosta jätettiin tarkkojen geneettisten tunnuslukujen laskemisen mahdollistamiseksi pois ne eläimet, joille sukutietoja ei löytynyt. Lisäksi aineistosta poistettiin eläimet, joille ei ollut kaikkia teurasominaisuustietoja tai A-indeksin tuloksia. Poistojen jälkeen aineistoon jäi 8123 eläintä.

Lihakkuus oli merkitty aineistossa SEUROP-skaalan mukaisesti. Tilastokäsittelyä varten arvot koodattiin numeroarvoiksi seuraavasti:

SEUROP- luokka	S	E+	E	E-	U+	U	U-	R+	R	R-	O+	O	O-	P+	P	P-
Vastaava numeroarvo	17	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Luokittelussa ei ole arvoa S-. Lineaarisuuden säilyttämiseksi myös luokkien E ja S väliseksi on määritetty 3 yksikköä.

4.2 Tilastolliset menetelmät

Aineisto analysoitiin ja rajattiin käyttäen sovelluksia Microsoft Excel (r) 2007 SP3 MSO (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) ja IBM® SPSS® Statistics Version 22 (IBM Corporation, Armonk, NY, United States). Tilastollisten mallien muuttujien merkitsevyyttä ja mallien sopivuutta arvioitiin SPSS-ohjelmalla. Sukupuu rajattiin sovelluksella RelaX2 (Strandén 2011) ja varianssikomponentit arvioitiin laskettiin DMUv6 -ohjelmalla (Madsen ja Jensen 2013). Varianssikomponenttien arvioinnissa käytettiin AI-REML-menetelmää. Teurasominaisuuksien ja hyvinvointitekijöiden väliset korrelaatiot arvioitiin SPSS-ohjelmalla käyttäen Pearsonin korrelaatiota.

Varianssikomponenttien arvioimiseen käytettävä tilastollinen malli rakennettiin testaamalla kiinteiden tekijöiden tilastollinen merkitsevyys yleistetyllä lineaarimallilla

käyttäen backwards-valintaa. Testauksessa eläintekijää ei otettu mukaan. Malleihin otettiin mukaan vain ne muuttujat, joiden tilastollinen merkitsevyys oli $P \leq 0,05$.

Varianssikomponenttien arvioinnissa käytettiin kahta eri mallia. Mallissa 1 hyvinvointia arvioitiin kokonaisella tai osittaisella A-indeksillä merkitsevyydestä riippuen. Malli 1 oli kullekin ominaisuudelle muotoa

$$\text{liha}_{ijkl} = \mu + \text{saika}_i + \text{taika}_j + \text{tstamo}_k + b_1 * \text{tika}_1 + b_2 * \text{aind}_1 + a_i + e_{ijkl} \quad (1a)$$

$$\text{rasva}_{ijk} = \mu + \text{taika}_i + \text{tstamo}_j + \text{os_aind}_k + a + e_{ijk} \quad (1b)$$

$$\text{tpaino}_{ijkl} = \mu + \text{saika}_i + \text{taika}_j + \text{tstamo}_k + b_1 * \text{tika}_1 + b_2 * \text{aind}_1 + a_i + e_{ijkl} \quad (1c)$$

joissa

liha = eläimen lihakkuus SEUROP-luokituksella (10 luokkaa)

rasva = eläimen rasvaluokitus (5 luokkaa)

tpaino = eläimen ruhonpaino teurastuksessa (kg)

μ = populaation keskiarvo.

Kiinteät luokkamuuttujat:

saika = syntymäkuukausi * syntymävuosi (22 luokkaa)

taika = teuraskuukausi * teurasvuosi (30 luokkaa)

tstamo = teurastamo, jossa eläin on teurastettu (6 luokkaa).

Kovariaatit:

tika = ikä teurastettaessa (vuorokausina)

aind = kokonaisen A-indeksin pistemäärä

os_aind = osittaisen A-indeksin pistemäärä.

Satunnaiset muuttujat:

a = eläin, $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$

e = jäännöstekijä, $e \sim N(0, I\sigma_e^2)$.

missä A on sukulaisuusmatriisi, σ_a^2 additiivinen geneettinen varianssi, I diagonaalimatriisi ja σ_e^2 residuaalivarianssi. Periytymisaste on eri varianssikomponenttien suhde eli $h^2 = \sigma_a^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_e^2)$.

Lihakkuus, rasvaisuus ja teuraspaino analysoitiin myös mallilla, jossa A-indeksin yhteispistemäärä korvattiin osakokonaisuuksien pistemäärillä. Yhden pistemäärän sijasta analysoitiin siis kunkin osakokonaisuuden yhteispisteitä. Malleihin otettiin kuudesta kokonaisuudesta mukaan vain ne, jotka olivat ominaisuudelle tilastollisesti merkitseviä.

$$\text{liha}_{ijkl} = \mu + \text{saika}_i + \text{taika}_j + \text{tstamo}_k + b_1 * \text{tika}_1 + b_2 * \text{kok1}_1 + b_3 * \text{kok2}_1 + b_4 * \text{kok5}_1 + b_5 * \text{kok6}_1 + a_l + e_{ijkl} \quad (2a)$$

$$\text{rasva}_{ijk} = \mu + \text{taika}_i + \text{tstamo}_j + b_2 * \text{kok1}_k + b_3 * \text{kok2}_k + b_4 * \text{kok5}_k + b_5 * \text{kok6}_k + a_k + e_{ijk} \quad (2b)$$

$$\text{tpaino}_{ijklm} = \mu + \text{saika}_i + \text{taika}_j + \text{tstamo}_k + b_1 * \text{tika}_1 + b_2 * \text{kok1}_1 + b_3 * \text{kok2}_1 + b_4 * \text{kok5}_1 + b_5 * \text{kok6}_1 + a_l + e_{ijkl} \quad (2c)$$

missä

kok1 = liikkumismahdollisuudet (9 mittaria, maksimipisteet yhteensä 20)

kok2 = sosiaaliset interaktiot (5 mittaria, maksimipisteet yhteensä 11)

kok5 = ruokinta (5 mittaria, maksimipisteet yhteensä 15)

kok6 = management ja eläinten terveys (12 mittaria, maksimipisteet yhteensä 18)

Muut mallien 2a-2c muuttujat olivat samoja kuin mallissa 1.

Lisäksi laskettiin geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot ominaisuuksien välille mallin 1 mukaan kolmen ominaisuuden mallina.

5 TULOKSET

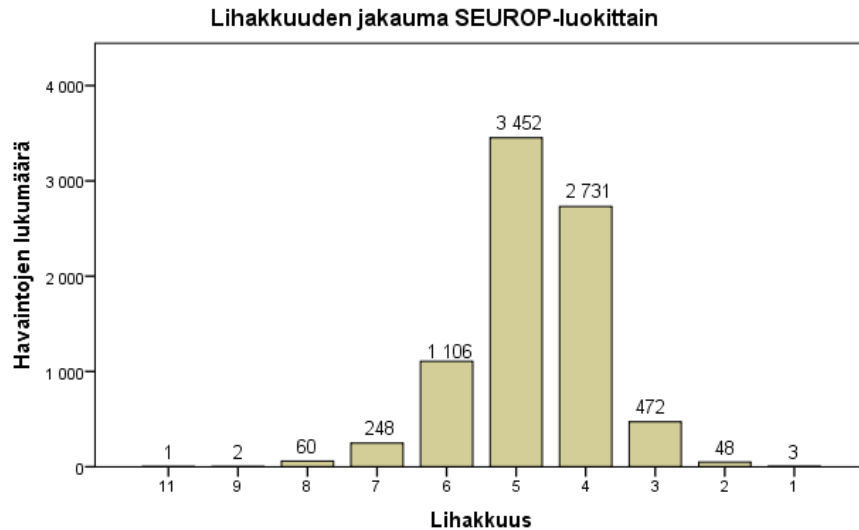
5.1 Teurasominaisuudet

Aineistoa yleisesti kuvaavat tunnusluvut on koostettu taulukkoon 5. Teuraspaino vaihteli välillä 131,5–553 kg, mikä selittyy osin suurella teurasiän vaihtelulla (282–1142 vrk). Lihakkuudessa keskiarvo oli 4,75, joka SEUROP-luokituksessa vastaa luokkien O- ja O –väliä. Rasvaisuuden keskiarvo 2,48 oli asteikon puolivälissä, eli ruhot jakautuivat melko symmetrisesti eri rasvaisuusluokkiin. Samoin sekä kokonaisessa että osittaisessa A-indeksissä keskiarvo oli hyvin lähellä mitta-asteikon puoliväliä. Vaihtelukerroin kuvaa keskihajonnan suhdetta keskiarvoon prosenteissa ilmaistuna. Vaihtelukertoimen mukaan eniten vaihtelua esiintyy osittaisessa A-indeksissä ja vähiten teurasiässä.

Taulukko 5. Aineiston tilastolliset tunnusluvut ja havaintojen lukumäärät tärkeimpien muuttujien osalta. Kaikissa muuttujissa havaintojen määrä oli 8123.

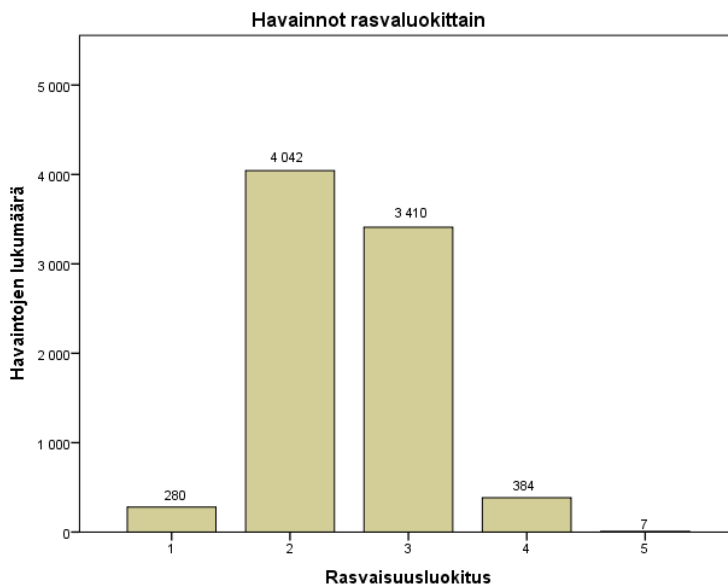
Muuttuja	Keskiarvo	Varianssi	Minimi	Maksimi	Vaihtelukerroin
Teuraspaino (kg)	328,9	1735,6	131,5	553,0	12,67
Ikä teurastettaessa (vrk)	570,3	4983,7	282	1142	12,38
Lihakkuus	4,75	0,898	1,0	11,0	19,95
Rasvaisuus	2,48	0,418	1,0	5,0	26,07
A-indeksi, 6-24 kk	64,0	85,0	42,5	89,5	14,41
Osittainen A-indeksi, 6-24 kk	26,8	76,4	13,0	50,0	32,61

Korkein aineistossa esiintyvä lihakkuusluokka oli 11, jonka luokka on U eli erittäin hyvä (kuva 3). Tässä luokassa oli yksi havainto. Matalin luokka oli 1 eli P- (heikko), jossa oli kolme havaintoa. Eniten havaintoja oli lihakkuusluokassa O, jossa oli 3452 havaintoa (42,5 % kaikista).



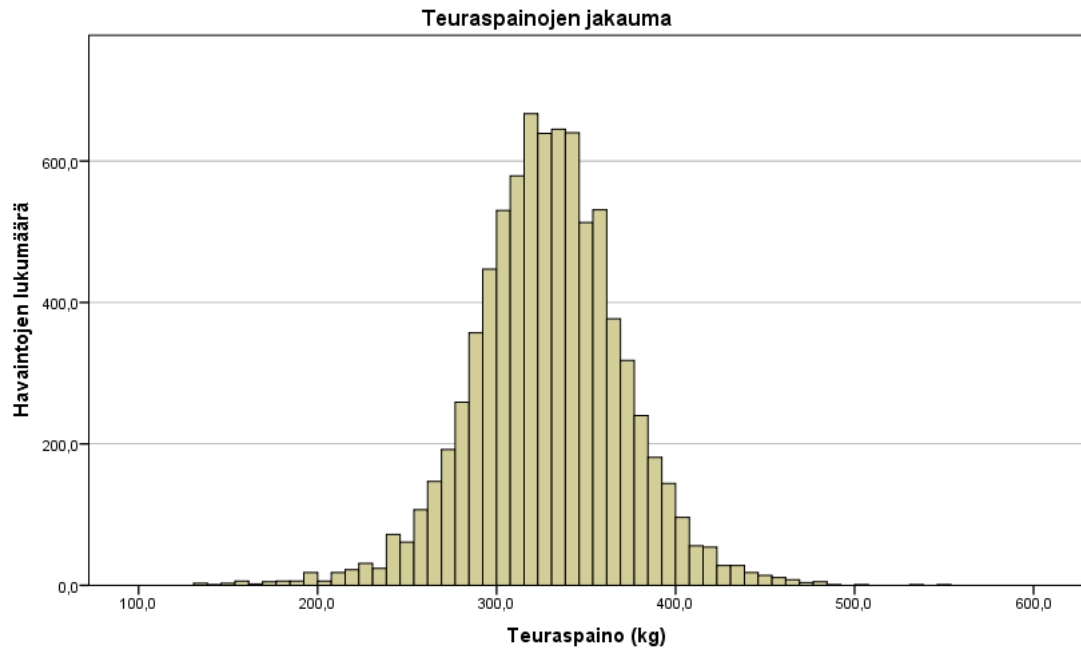
Kuva 3. Lihakkuuden jakautuminen aineistossa. 1 = P-, 2 = P, 3 = P+, 4 = O-, 5 = O, 6 = O+, 7 = R-, 8 = R, 9 = R+, 10 = U-, 11 = U, 12 = U+, 13 = E-, 14 = E, 15 = E+ ja 17 = S.

Rasvan osalta aineistossa havaintoja oli jokaisesta rasvaisuusluokasta. Eniten havaintoja oli luokassa 2 (4042 eläintä, 49,8 % havainnoista) ja vähiten luokassa 5, jossa oli seitsemän eläintä (kuva 4).



Kuva 4. Havaintojen lukumäärät rasvaisuusluokittain. Rasvaisuusluokitus on Euroopan komission (2013) asetuksen mukainen.

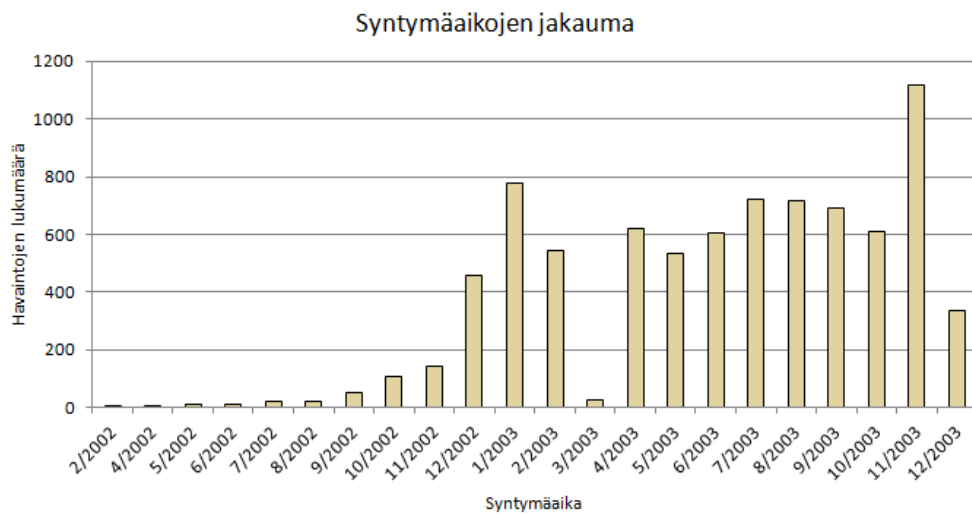
Teuraspainot olivat jakautuneet aineistossa melko normaalisti (kuva 5). Pienin teuraspaino oli 131,5 kg, joka mitattiin 424 vuorokauden ikäisenä teurastetulta sonnilta. Suurin teuraspaino oli 553 kg, ja kyseessä oli 953 vuorokauden iässä teurastettu eläin. Teuraspainon keskiarvo oli 328,9 kg.



Kuva 5. Teuraspainojen jakautuminen aineistossa.

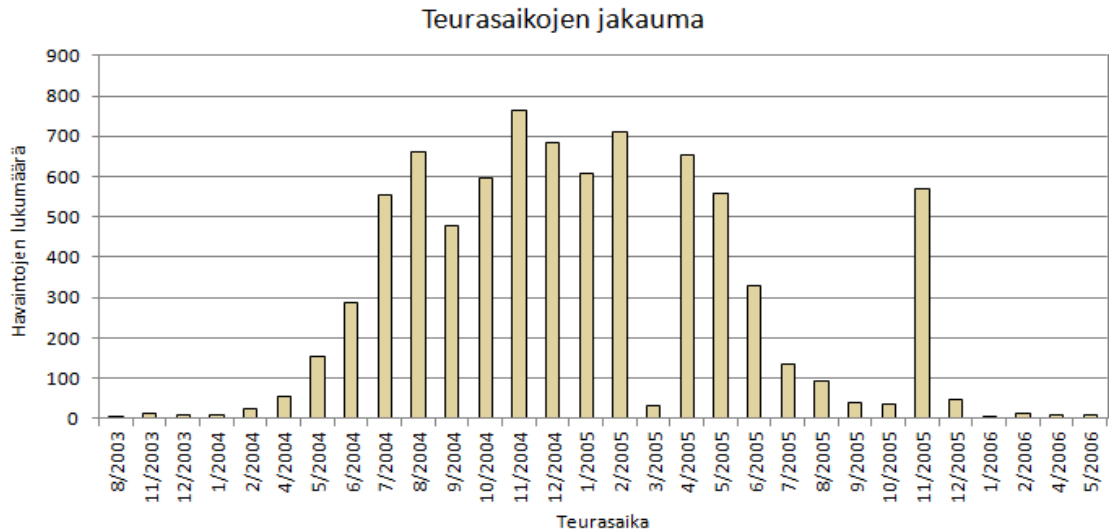
5.2 Syntymä- ja teurasaika

Aineiston eläimet jaettiin syntymäkuukauden ja -vuoden perusteella 22 luokkaan. Vanhimmat eläimet olivat syntyneet helmikuussa 2002 ja nuorimmat joulukuussa 2013 (kuva 6). Eniten aineiston vasikoita oli syntynyt marraskuussa 2003 (1120 kpl) ja vähiten helmikuussa 2002, jolloin syntyi kaksi vasikkaa.



Kuva 6. Vasikoiden syntymäaikojen jakauma kuukausittain ja vuosittain.

Eläimet jaettiin luokkiin myös teuraskuukauden ja -vuoden perusteella. Teurasaikaluoikkia oli 30 alkaen elokuusta 2003 ja päättyen toukokuuhun 2006. Eniten teurastuksia tehtiin marraskuussa 2004, jolloin teurastettiin 763 eläintä (kuva 7). Hiljaisin teurastuskuukausi oli elokuu 2003, jolloin teurastettiin kaksi huhtikuussa 2002 syntynyttä eläintä.



Kuva 7. Teurasaikojen jakauma kuukausittain ja vuosittain.

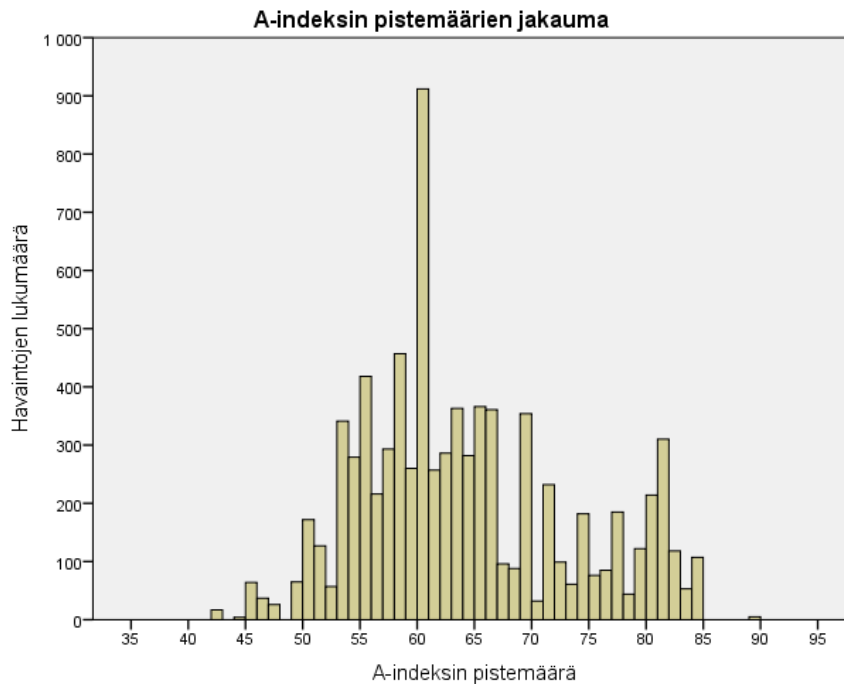
Aineiston eläimet oli teurastettu kuudessa eri suomalaisessa teurastamossa. Tässä tutkielmassa teurastamot on merkitty kirjainkoodein A-F. Kahdessa suurimmassa teurastamossa, B ja D, oli teurastettu 4105 ja 3822 eläintä eli yhteensä 97,6 % kaikista. Lihakkuuden keskiarvo teurastamoittain vaihteli välillä 4,0–5,47. Teuraspaino ja teurasikä vaihtelivat myös jonkin verran teurastamoiden välillä, joskin kahden suurimman teurastamon välillä erot olivat melko pieniä. Kaikkiaan lihakkuuden, teurasiän ja teuraspainon keskiarvot erosivat tilastollisesti merkitsevästi teurastamoiden välillä (taulukko 6).

Taulukko 6. Lihakkuuden, teuraspainon ja teurasiän keskiarvot teurastamoittain. F-testin P-arvo kertoo ANOVA-testin tuloksen kunkin muuttujan osalta, kun on testattu eroavatko muuttujan tulokset tilastollisesti merkitsevästi teurastamoiden välillä. Pienten teurasmäärien (alle 5 eläintä) vuoksi teurastamot C, E ja F on jätetty taulukosta pois. Keskiarvot ovat suluisissa.

Teurastamo	Teuraiden lukumäärä	Lihakkuuden keskiarvo	Teuraspainon keskiarvo	Teurasiän keskiarvo
A	189	5,47 (0,074)	359,4 (3,68)	628,4 (4,0)
B	3822	4,42 (0,012)	329,3 (0,65)	564,5 (1,24)
D	4105	5,02 (0,016)	327,2 (0,66)	573,3 (0,99)
P-arvo	-	205,1	27,5	37,9

5.3 Hyvinvoinnin ja teurasominaisuuksien yhteys

A-indeksin kokonaispistemäärien keskiarvo on 64 pistettä (kuva 8). Pienin indeksin arvo oli 42,5 ja suurin 89,5. Eniten eläimiä oli tiloilta, jotka olivat saaneet 60–61 pistettä (912 eläintä, 11,2 % kaikista). Vähiten havaintoja oli tiloilta, jotka olivat saaneet 44–45 pistettä (neljä havaintoa) ja 89–90 pistettä (viisi havaintoa).



Kuva 8. Histogrammi 6-24 kuukauden ikäisille sonneille tarkoitetun A-indeksin pistemääristä aineistossa.

Jos tarkastellaan osittaista A-indeksiä, jossa maksimipistemäärä on 52, on tulosten jakauma hieman erilainen. Pienin pistemäärä on 13 ja suurin 50, mutta aineiston keskiarvo 26,7 on vain hieman korkeampi kuin indeksin keskiarvo.

Teurasominaisuuksien ja A-indeksin välisiä yhteyksiä tarkasteltiin myös korrelaatioina (taulukko 7). Kaikkien teurasominaisuuksien korrelaatio kokonaiseen A-indeksiin oli positiivinen ja rasvaisuutta lukuunottamatta tilastollisesti merkitsevä 1% riskitasolla ($P \leq 0,001$). Rasvaisuus korreloi tilastollisesti merkitsevästi kaikkiin kuuteen A-indeksin kokonaisuuteen. Lihakkuuden korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä kaikkiin muihin kokonaisuuksiin paitsi makuualueeseen. Teuraspaino puolestaan korreloi merkitsevästi ainoastaan liikkumismahdollisuuksien ja ruokinnan kanssa. Vahvin yhteys korrelaatiolla mitattuna oli ruokinnan ja rasvaisuuden välillä, ja heikoin yhteys makuualueen ja

lihakkuuden välillä. Korrelaatiot olivat pääosin kuitenkin melko pieniä, joten niiden tulkintaan on suhtauduttava varauksellisesti.

Taulukko 7. Pearsonin 2-suuntaiset korrelaatiot teurasominaisuuksien ja A-indeksin versioiden sekä A-indeksin kokonaisuuksien välillä.

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Teuraspaino
Liikkumismahdollisuudet	0,047**	-0,086**	0,029**
Sosiaaliset interaktiot	-0,033**	0,163**	0,019
Makuualue	-0,002	-0,092**	0,004
Valo, ilmastointi ja melu	0,087**	-0,045**	0,021
Ruokinta	0,145**	0,206**	0,080**
Management ja eläinten terveys	-0,030**	0,087**	0,010
Kokonainen A-indeksi	0,064**	0,007	0,041**
Osittainen A-indeksi	0,033**	-0,091**	0,015

**Korrelaatio on merkittävä 1% riskitasolla

Yleistetyssä lineaarimallissa, jossa eläintekijää ei huomioitu, A-indeksin vaikutus vaihteli teurasominaisuuksittain. Lihakkuudelle ja teuraspainolle merkitseviä olivat sekä kokonainen A-indeksi ($P < 0,001$) että osittainen A-indeksi (lihakkuudelle $P < 0,001$, teuraspainolle $P = 0,013$). Rasvaisuudelle vain osittainen A-indeksi oli tilastollisesti merkitsevä ($P < 0,001$). Yleistetyn lineaarimallin merkitsevyydet olivat samansuuntaisia kuin korrelaatioiden kautta arvioidut yhteydet.

Mallissa 2 testattiin A-indeksin kuuden kokonaisuuden merkitsevyyttä eri teurasominaisuuksille ilman eläintekijää (taulukko 8). Kaikille kolmelle teurasominaisuudelle merkitseviä olivat liikkumismahdollisuudet, sosiaaliset interaktiot, ruokinta sekä management ja eläinten terveys. Toisin kuin korrelaatioita arvioitaessa, regressiossa makuualue sekä valo, ilmastointi ja melu eivät olleet merkitseviä yhdellekään ominaisuudelle. Ero voi johtua menetelmien kyvystä havaita epälineaarisia yhteyksiä: regressio mittaa vain lineaarista yhteyttä, mutta korrelaatio voi havaita myös epälineaarisen yhteyden ominaisuuksien välillä.

Taulukko 8. Lihakkuuden, rasvaisuuden ja teuraspainon sekä A-indeksin kokonaisuuksien väliset regressiokertoimet. Kaikkien regressiokertoimien $P < 0,001$.

	Lihakkuus	Rasva	Teuraspaino
Liikkumismahdollisuudet	0,018	-0,025	0,521
Sosiaaliset interaktiot	0,049	0,081	3,421

Ruokinta	0,071	0,076	4,057
Management ja eläinten terveys	0,030	0,033	1,640

5.4 Teurasominaisuuksien periytymisasteet

Mallilla 1 saatiin lihakkuudelle sama periytymisaste sekä yhden että kolmen ominaisuuden mallilla (taulukko 9). Rasvaisuuden ja teuraspainon periytymisasteet olivat kolmen ominaisuuden mallilla hieman korkeammat kuin yhden ominaisuuden mallilla. Mallilla 1 periytymisasteen keskivirhe oli jokaiselle ominaisuudelle välillä 0,036–0,039.

Taulukko 9. Lihakkuuden, rasvaisuuden ja teuraspainon geneettinen varianssi, periytymisaste ja keskivirhe mallissa 1. Keskivirheet ovat suluissa.

Ominaisuus	Malli 1 – yhden ominaisuuden malli		Malli 1 – kolmen ominaisuuden malli	
	σ^2_A	h^2	σ^2_A	h^2
Lihakkuus	0,20	0,26 (0,036)	0,20	0,26 (0,036)
Rasvaisuus	0,11	0,28 (0,039)	0,11	0,29 (0,039)
Teuraspaino	363,86	0,26 (0,038)	328,96	0,27 (0,038)

Mallilla 2 laskettiin samoin periytymisasteet ja additiiviset geneettiset varianssit kullekin ominaisuudelle käyttäen A-indeksin kokonaisuuksia hyvinvoinnin arvioimiseen (taulukko 10). Keskivirhe oli lihakkuudelle ja teuraspainolle hieman pienempi kuin rasvaisuudelle.

Taulukko 10. Lihakkuuden, rasvaisuuden ja teuraspainon geneettinen varianssi, periytymisaste ja keskivirhe mallissa 2. Keskivirheet ovat suluissa.

Ominaisuus	Malli 2	
	σ^2_A	h^2
Lihakkuus	0,20	0,27 (0,037)
Rasvaisuus	0,11	0,30 (0,040)
Teuraspaino	351,61	0,25 (0,037)

Ominaisuuksien väliset korrelaatiot laskettiin mallin 1 mukaisesti (taulukko 11). Heikoin geneettinen korrelaatio oli rasvaisuuden ja teuraspainon välillä, ja vahvin korrelaatio teuraspainon ja lihakkuuden välillä. Fenotyypiset korrelaatiot olivat melko

samansuuruisia kuin geneettiset: heikoin fenotyyppinen korrelaatio oli rasvaisuuden ja lihakkuuden välillä, ja vahvin teuraspainon ja lihakkuuden välillä.

Taulukko 11. Lihakkuuden, rasvaisuuden ja teuraspainon väliset korrelaatiot mallin 2 mukaisesti. Diagonaalien yläpuolella ovat fenotyyppiset korrelaatiot ja diagonaalien alapuolella geneettiset korrelaatiot. Geneettisten korrelaatioiden keskivirheet ovat suluisissa.

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Teuraspaino
Lihakkuus		0,29	0,62
Rasvaisuus	0,30 (0,10)		0,39
Teuraspaino	0,57 (0,07)	0,22 (0,10)	

6 TULOSTEN TARKASTELU

Käytetyt aineistot olivat suuria ja kattavia. Aineiston koon ansiosta keskivirheet olivat pieniä ja tulokset siten luotettavia. Käytetty REML-menetelmä soveltui hyvin laajojen aineistojen käsittelyyn niin yhden kuin monen ominaisuuden malleissa.

Hyvinvointi- ja teurastietoaineisto soveltuu hyvin yhdistettäväksi sukupuutietoon. Ehtona kuitenkin on, että hyvinvointidata on luotettavasti yksilöitävissä kunkin eläimen viralliseen tunnisteeseen. Tässä tutkimuksessa tunnisteena toimi eläimen syntymätunnus. Etenkin hyvinvointiaineiston yksityiskohtaisuus mahdollistaa vielä tarkemmat analyysit, mikäli hyvinvoinnin ja teurasominaisuuksien yhteyttä halutaan tarkastella esimerkiksi faktorianalyysin keinoin. Jatkossa olisi kuitenkin hyvä käyttää mahdollisimman ajantasaista tietoa teuras- ja hyvinvointiominaisuuksista. Eläinjalostuksen ansiosta teurasominaisuudet kehittyvät melko nopeasti, joten vain ajantasaiset tiedot antavat luotettavaa tietoa eläinten teurasominaisuuksista. Lisäksi maatalouden rakennemuutos on todennäköisesti muuttanut myös hyvinvointiooloja monella nautatilalla tämän tutkimuksen aineiston keräämisen jälkeen.

Aineistossa ei ollut tietoa karjoista, joista eläimet olivat lähtöisin. Jatkossa karjatekijä olisi hyvä olla analyysissä mukana. Tässä tutkimuksessa karjojen välistä eroa kuvattiin A-indeksillä, joka mittaa eroja karjojen välillä muun muassa ruokinnan ja hyvinvoinnin suhteen.

Suunnitteilla oleva uusi eläinsuojelulaki voi osaltaan tuoda myös suuria muutoksia naudanlihatuotantoon. Mikäli lain vaikutuksia eläinten hyvinvointiin halutaan selvittää, olisi tärkeää kerätä kattavaa tietoa tämän hetken hyvinvoinnista suomalaisilla nautatiloilla. A-indeksi soveltuu tähän hyvin kattavuutensa ansiosta. Tällöin tulisi kuitenkin kiinnittää huomiota hyvinvointitiedon kattavuuteen. Tietoa tulisi olla käytettävissä jokaiselta tilalta, jolla eläin on kasvanut, jotta eri tilojen merkitys hyvinvointiin ja teurasominaisuuksiin voidaan eritellä. Lisäksi tilatiedon tulisi olla käytettävissä tilavaikutuksen analysoimiseksi. Tutkimukseen osallistuvien tilojen tulisi myös olla satunnaisesti valittuja, jotta ne antaisivat todellisen kuvan naudanlihatuotannon nykytilasta.

6.1 Syntymä- ja teuras aika

Aineistossa oli havaittavissa melko selkeä vuodenaikarytmi: vasikoiden määrä lisääntyi kesää kohden ja laski syyskuun jälkeen. Toisin kuin syntyvyudessa, teurasajoissa ei ole selkeää vuodenaikavaihtelua.

Syntymäajoissa ja teurasajoissa oli yhteneviä poikkeuksia. Maaliskuussa 2003 oli huomattavan pieni syntyvyys ja maaliskuussa 2003 vähäiset teurasmäärät. Vastaavasti marraskuussa 2003 oli suuri syntyvyys ja marraskuussa 2005 korkeat teurasmäärät. Kyseessä eivät kuitenkaan ole samat eläimet. Selitys poikkeamiin lienee todennäköisemmin teurastamoiden tai tiedonkeruun järjestelyt kuin biologiset syyt.

6.2 Teurasominaisuudet

Teurasominaisuudet periytyvät tutkimuksen mukaan keskiasteisesti. Lihakkuuden osalta tulos on yhtenevä aiempien suomalaista ayrshirea ja ruotsin punaista koskevien tutkimusten kanssa (Stållhammar ym. 1997, Parkkonen 1998). Muille lypsyroduille on kirjallisuudessa esitetty sekä korkeampia (Bouska ym. 1999, Jakobsen ym. 2000, De Haas ym. 2007) että matalampia (Hirooka 1998) lihakkuuden periytymisasteita kuin mitä tässä tutkimuksessa saatiin. Myös rasvaisuus ja teuraspaino ovat tämän tutkimuksen tulosten mukaan ayrshirella keskiasteisesti periytyviä ominaisuuksia. Näidenkin osalta tulokset ovat yhteneväisiä aiempien lypsyrotuisia nautoja koskevien tutkimusten kanssa (Parkkonen 1998, Liinamo ym. 1999, Pabiou ym. 2011).

Käytännössä keskiasteinen periytyvyys tarkoittaa, että ominaisuudessa eläinten välillä esiintyvistä vaihtelusta noin 15–30 % on geneettistä. Loppuosan vaihtelusta selittävät ympäristötekijät. Koska teurasominaisuuksissa on selkeästi geneettisesti periytyvä komponentti, voidaan niihin vaikuttaa jalostusvalinnoilla.

Käytännön jalostustyössä tulee huomioida ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot. Tässä tutkielmassa teuraspainon ja lihakkuuden välille saatiin melko korkea geneettinen korrelaatio eli 0,57. Muut korrelaatiot olivat alhaisempia. Tärkeämpää lypsyrotuisilla naudoilla on kuitenkin huomioida teurasominaisuuksien korrelaatiot tuotanto-ominaisuuksiin, kuten maitotuotokseen ja maidon rasva- ja proteiinipitoisuuteen. Tuotanto-ominaisuuksia ei tässä tutkielmassa tutkittu.

Edellytyksenä tehokkaalle jalostukselle on, että populaatiossa esiintyy ominaisuuden suhteen riittävästi perinnöllistä vaihtelua eli mahdollisimman korkea periytymisaste yhdessä suuren fenotyypin vaihtelun kanssa. Lihakkuus vaihteli aineiston eläimissä erittäin hyvästä lihakkuudesta heikkoon. Lihakkuudeltaan erittäin hyviä ja erinomaisia eläimiä ei ollut lainkaan, mikä oli odotettavaakin, koska aineisto koostui vain lypsyrotuisista eläimistä. Positiivista on, että lypsyrotuisuudesta huolimatta suurin osa aineiston eläimistä oli lihakkuudeltaan luokkaa O eli melko hyviä. Rasvaisuuden osalta vaihtelua oli enemmän, sillä myös asteikon ääripäitä edustavia eläimiä esiintyi aineistossa. Keskimäärin aineiston eläimet olivat vähärasvaisia, mikä johtune osin aineiston rajaamisesta sonneihin. Teuraspainon osalta vaihtelua esiintyi myös paljon. Suurin osa eläimistä oli teuraspainoltaan 300-400 kg, mutta aineistossa oli myös ruholtaan kevyempiä ja raskaampia eläimiä. Keskimääräinen aineiston sonnien teuraspaino oli noin 8 kg pienempi kuin suomalaisten sonnien keskimääräinen teuraspaino vuonna 2013 (MTT Taloustutkimus 2014).

6.3 Hyvinvointi

Aineiston hyvinvointipistemääristä voidaan todeta tutkimukseen osallistuneiden tilojen hyvinvoinnin olleen tutkimushetkellä melko hyvä. Vaikka tuotantoeläinten oloja Suomessa pidetään yleisesti ottaen hyvinä, kaikki tilat ylittivät minimivaatimuksen vain seitsemän A-indeksin mittarin osalta (liite 2). Näitä olivat

- Mahdollisuus maata ja nousta ylös
- Ruokinta-alueen koko
- Makuualueen puhtaus

- Karkearehun saatavuus
- Eläinten hygienia
- Ruokinta- ja juottolaitteiden hygienia
- Ihon kunto

Kaikilla tiloilla eläimet siis pystyivät nousemaan ja käymään makuulle luonnollisella tavalla. Ruokinta oli järjestetty pääasiassa hyvin, sillä ruokintatilaa oli riittävästi, ruokintalaitteisto ja juottolaitteet olivat puhtaita ja karkearehun saatavuus ylitti minimivaatimuksen. Myös makuualue oli jokaisella tilalla puhdas, mikä todennäköisesti on vaikuttanut eläinten puhtauteen ja ihon hyvään kuntoon. Muiden mittareiden osalta vähintään yksi eläin on kasvatettu tilalla, joka ei täytä minimivaatimuksia yhden tai useamman A-indeksin osa-alueella.

Kokonainen tai osittainen A-indeksi oli tilastollisesti merkitsevä selittävä tekijä kaikille teurasominaisuuksille. Hyvinvoinnin ja teurasominaisuuksien yhteyttä tarkasteltiin lähemmin A-indeksin eri kokonaisuuksien kautta. Jokaiselle teurasominaisuudelle samat neljä kokonaisuutta osoittautuivat tilastollisesti merkitseväksi.

Liikkumismahdollisuuksien kokonaisuus arvioi muun muassa eläimen käytettävissä olevaa tilaa sekä ulkoilumahdollisuuksia. Liikkumismahdollisuudet vaikuttivat positiivisesti lihakuuteen ja teuraspainoon, mutta negatiivisesti rasvaisuuteen. Liikkumismahdollisuuksien parantuessa eläinten rasvaisuus siis vähenee. Onkin äärimmäisen tärkeää, että eläimille taataan riittävästi tilaa lajityypilliseen käyttäytymiseen. Nopeasti kasvavat sonnit tarvitsevat liikuntaa voidakseen hyvin. Niiden täytyy myös saada riittävästi tilaa voidakseen väistää ylempiarvoisia ja välttääkseen yhteenottoja. Oikeus liikkua tulisi olla jokaisen eläimen osalta perusedellytys, mutta tämän tutkimuksen mukaan sillä on myös selkeä vaikutus teurasominaisuuksiin.

Sosiaalisten interaktioiden kokonaisuus arvioi nupoutusta, eläinten ryhmittelyä ja ryhmäkokoja, eläinten suhdetta hoitajaansa sekä ruokintatilan kokoa. Kokonaisuus vaikutti positiivisesti kaikkiin teurasominaisuuksiin, ja oli rasvaisuudelle merkittävin A-indeksin kokonaisuus. Mitä korkeammat pisteet tila saa sosiaalisten interaktioiden kokonaisuudesta, sitä vähemmän tilalla lienee tappeluista johtuvia loukkaantumisia ja

niiden aiheuttamaa kasvun hidastumista. Lisäksi riittävä ruokintatila takaa ruokarauhan myös alempiarvoisille eläimille ja mahdollistaa eläinten hyvän, tasaisen kasvun.

Ruokinnan kokonaisuudessa pisteytetään karkea- ja väkirehun jakotapa, laatu, koostumus, annostus sekä hyvinvointiarviota edeltävä päiväkasvu. Ruokinta vaikutti kaikkiin teurasominaisuuksiin positiivisesti. Ruokinnan merkitys oli kokonaisuuksista merkittävin sekä lihakkuudelle että teuraspainolle. Ruokinnan osuutta ei tässä tutkielmassa erityisesti käsitellä; on kuitenkin selvää, että mitä parempi ruokinta on, sitä paremmat edellytykset eläimillä on kasvaa lihaksikkaiksi ja välttää rasvoittuminen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida teurasominaisuuksien periutymisasteet ja geneettiset korrelaatiot sekä teurasominaisuuksien ja tilatason hyvinvoinnin välinen yhteys ayrshire-sonnivasikoilla.

Tutkimuksen tulosten mukaan lihakkuus, rasvaisuus ja teuraspaino ovat suomalaisilla ayrshire-sonneilla keskiasteisesti periytyviä ominaisuuksia. Tulokset ovat yhteneviä aiempien tutkimustulosten kanssa. Ominaisuuksissa näyttää olevan myös melko paljon fenotyypistä vaihtelua. Tällöin lypsyrotuisten sonnien teurasominaisuuksia voidaan kehittää eläinjalostuksen keinoin. Käytännössä on kuitenkin huomioitava teurasominaisuuksien korrelaatio maidontuotantoon. Korrelaatiota tuotanto-ominaisuuksiin ei tässä tutkimuksessa erityisesti huomioitu.

Eri tilastomallien välillä oli vain pieniä eroja periytyvyysasteiden ja additiivisten geneettisten varianssien estimaateissa; kolmella yhden ominaisuuden mallilla saatiin lähes samat tulokset kuin yhdellä kolmen ominaisuuden mallilla.

Tilatason hyvinvoinnilla havaittiin yhteys teurasominaisuuksiin. Tilastollisten merkitsevyyksien sekä korrelaatioiden ja regressiokertoimien perusteella voitaneekin todeta, että hyvinvointia parantamalla voidaan vaikuttaa myös ruhon laatuun ja siten teuraseläimistä saatavaan tuottoon. Jatkossa olisikin hyvä selvittää tarkemmin, millainen taloudellinen yhteys hyvinvoinnin tärkeimpien osatekijöiden ja teurasominaisuuksien välillä on.

8 KIITOKSET

Lämpimät kiitokseni työn ohjaajalle, kotieläinten jalostustieteen professorille Pekka Uimarille sekä aineiston käyttöni antaneelle erikoiseläinlääkäri Tuomas Hervalle. Kiitos myös Faban Jouni Laurilalle, Kaija Hyppäselle ja Jukka Pösölle sukupuuaineistosta. Haluan kiittää myös tutkielman tarkastajaa Antti Kausea Luonnonvarakeskuksesta sekä kotieläinten jalostustieteen professoria Asko Mäki-Tanilaa tarkastuksesta ja arvokkaista kommentteista.

9 LÄHTEET

- Bartussek, H. 1999. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Production Science* 61: 179-192.
- Bouska, J., Stipkova, M., Barton, L. & Jirmasek, M. 1999. Genetic parameter estimates for linearly described traits and conformation evaluation of Czech Pied cattle. *Czech Journal of Animal Science* 44 (7): 289-293.
- Broom, D. M. 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal* 142 (6): 524-526.
- Broom, D. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69: 4167-4175.
- de Haas, Y. Janss, L. & Kadarmideen, H. 2007. Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 124 (1): 12-19.
- Euroopan komissio. 2013. Komission asetus (ETY) N:o 1234/2007 maatalouden yhteisestä markkinajärjestelystä ja tiettyjä maataloustuotteita koskevista erityissäännöksistä (yhteisiä markkinajärjestelyjä koskeva asetus). Asetus no 1234. Annettu 22.10.2007, muutettu 10.6.2013. Virallinen lehti L 158, s. 1. Julkaistu 21.12.2013.
- Euroopan komissio. 2014. Member states factsheet. Main agricultural indicators for all Member States. Saatavilla http://ec.europa.eu/agriculture/statistics/factsheets/pdf/eu_en.pdf, viitattu 4.8.2014.
- Falconer, D. & Mackay, T. 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4. painos. Harlow, Englanti: Pearson Education Limited. 464 s.
- FAOSTAT, 2015. Production / Livestock primary. Saatavilla <http://faostat3.fao.org/compare/E>. Viitattu 6.4.2015.
- Glauke, T., Piñeiro, M., Schulze-Geisthövel, S., Plattes, S., Selhorst, T. & Petersen, B. 2013. Coherence of animal health, welfare and carcass quality in pork production chains. *Meat Science* 95 (3): 704-7011.
- Gottardo, F., Ricci, R., Preciso, S., Ravarotto, L. & Cozzi, G. 2004. Effect of the manger space on welfare and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science* 89 (2-3): 277-285.

- Gottardo, F., Dorigo, M. & Cozzi, G. 2005. Effect of number of animals per pen on growth performance and meat quality of veal calves. *Italian Journal of Animal Science* 4 (2): 260-262.
- Gregory, N. 1998. *Animal Welfare and Meat Science*. Wallingford, Englanti: CABI Publishing. 298 s.
- Herva, T. 2014. *Animal welfare and economics in beef production*. Käsikirjoitus. Eläinlääketieteen väitöskirja. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta.
- Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A. & Peltoniemi, O. 2011. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science* 138 (1-3): 159-166.
- Herva, T., Virtala, A., Huuskonen, A., Saatkamp, H. & Peltoniemi, O. 2009. On-farm welfare and estimated daily carcass gain of slaughtered bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A – Animal Science* 59 (2): 104-120.
- Hirooka, H., Groen, A., Van der Werf, J. 1998. Estimation of additive and non-additive genetic parameters for carcass traits on bulls in dairy, dual purpose and beef cattle breeds. *Livestock Production Science* 54: 99-105.
- Huuskonen, A., Rantakangas, A., Kokkonen, J., Kauppinen, R., Kainulainen, P., Lindeberg, H. & Suhonen, P. 2004. Liharotusiemennykset osana lypsylehmien uudistusstrategiaa. MTT:n selvityksiä 68. Jokioinen: MTT. 30 s.
- Jakobsen, J., Madsen, P., Jensen, J., Pedersen, G. & Petersen, P. 2000. Genetic parameters for average daily gain, area of *m. longissimus dorsi*, feed efficiency and feed intake. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A – Animal Science* 50: 146-152.
- Laki maataloustuotteiden markkinajärjestelystä. Laki 999/2012. Annettu 28.12.2012. Finlex® sähköinen säädöstietopankki:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120999>
- Luonnonvarakeskus Luke. 2015. Maataloustuotteiden tuottajahinnat. Saatavilla <http://www.maataloustilastot.fi/maataloustuotteiden-tuottajahinnat>. Viitattu 28.4.2015.
- Liinamo, A., Ojala, M. & van Arendonk, J. 1999. Relationships of body weight and carcass quality traits with first lactation milk production in Finnish Ayrshire cows. *Livestock Production Science* 60: 271- 279.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus teurasruhojen luokittelusta. Asetus 92/2013. Annettu 6.2.2013. Finlex® sähköinen säädöstietopankki:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130092>.

- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus Tike. 2015. Naudan ruhojen hinnat Suomessa Viikko 10/2015. Saatavilla http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/naudanlihan_hintaraportti_201510_20150311_112120.pdf. Vitattu 23.3.2015.
- Madsen, P. & Jensen, J. 2013. A User's guide to DMU. A Package for Analysing Multivariate Mixed Models. Version 6, release 5.2. Saatavilla <http://dmu.agrsci.dk/DMU/Doc/Current/>. Viitattu 15.2.2015.
- Mitlöchner, F., Galyean, M. & McGlone, J. 2002. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. *Journal of Animal Science* 80: 2043-2050.
- MTT Taloustutkimus. 2014. Suomen maatalous ja maatalouselinkeinot 2014. 1. painos. Helsinki: MTT Taloustutkimus. 96 s.
- Munsterhjelm, C. & Herva, T. 2003. Hyvinvointimittarit osaksi laatutyötä? Suomen Eläinlääkärilehti 109 (2): 79-81.
- Mälkiä, P. 2014. Ternivasikkaruuhkat ovat eettinen ja taloudellinen ongelma. *KMVET* 3, 4-7.
- Pabiou, T., Fikse, W., Amer, P., Cromie, A., Näsholm, A. & Berry, D. 2011. Genetic variation in wholesale carcass cuts predicted from digital images in cattle. *Animal* 5 (11): 1720-1727.
- Parkkonen P. 1998. Maitorotuisten sonnien ja hiehojen teurasominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut. Kotieläintieteen pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos. 48 s.
- Ruokatieto yhdistys. 2013. Tietohaarukka. Tilastotietoa elintarvikealasta 2013. Helsinki.
- Ruokatieto yhdistys. 2014. Tietohaarukka. Tilastotietoa elintarvikealasta 2014. Helsinki.
- Sinisalo A. 2014. Lypsytilojen kustannukset lähes kaksinkertaistuneet. Maaseudun tulevaisuuden 2.6.2014 liite Maaseudun tiede 2/2014.
- Strandén, I. 2011. RelX2 for pedigree analysis. Manual.
- Stålhammar, H., Henningson, T. & Philipsson, J. 1997. Factors influencing ultrasonic scanning measures, muscularity scores and body measures in performance-tested dairy bulls and their usefulness as predictors of beef production ability in Friesian cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A – Animal Science* 47: 230-239.
- SVT. 2014. Alueittainen lihantuotanto. <http://tilastokeskus.fi/til/allidt/index.html>. Suomi, Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, Tike. Viitattu 2.6.2014.

- SVT. 2015. Kotieläinten lukumäärä. <http://www.maataloustilastot.fi/e-lehti-kotielaintilastot-2013/index.html>. Suomi, Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, Tike. Viitattu 4.2.2015
- Watanabe, T., Matsuda H., Arakawa, A., Yamada, T., Iwaisaki, H., Nishimura, S. & Sugimoto, Y. 2014. Estimation of variance components for carcass traits in Japanese Black cattle using 50K SNP genotype data. *Animal Science Journal* 85: 1-7.

LIITTEET

Liite 1. A-indeksin mittarit ja pisteytys

Mittari	Vaatimukset korkeimpaan pistemäärään	Vaatimukset matalimpaan pistemäärään	Maksimi -pisteet	Mukana ositt. A-indeksissä
Liikkumismahdollisuudet				
Liikkumisen vapaus, karsinan muoto	Karsinan lyhyin sivu vähintään 2,5 kertaa pidempi kuin eläin	Karsinan lyhyin sivu on lyhyempi kuin eläimen pituus kertaa kaksi, ei erillistä ruokailu- ja makuutilaa tai eläimet kytkettyinä	2	K
Liikkumisen vapaus, yhteenotot	Paljon tilaa väistämiskäyttötymiselle	Selkeitä yhteenottoja, kapeita käytäviä, umpikujia tai eläimet kytkettyinä	3	K
Eläimen käytettävissä oleva tila	Rakolattia: > 3m ² / 6-12 kk ikäinen eläin; > 3,5m ² / yli 12 kk ikäinen eläin. Kiinteä lattia: > 5 m ² / 6-12 kk ikäinen eläin ; > 6 m ² / yli 12 kk ikäinen eläin.	Rakolattia: < 2 m ² / 6-12 kk ikäinen eläin; < 2,5 m ² / yli 12 kk ikäinen eläin. Kiinteä lattia: < 3 m ² / 6-12 kk ikäinen eläin; < 4 m ² / yli 12 kk ikäinen eläin.	3	K
Mahdollisuus maata ja nousta ylös	Rakenteet tukevat normaaleja liikkeitä, ei esteitä	Ei mahdollisuutta nousta ylös luonnollisella tavalla	3	K
Ruokinta- ja jaloittelualueen lattian laatu	Ei liukas, hyvässä kunnossa, ei havaittavia puutteita	Liukas	2	K
Karsinarakenteiden kunto	Ei puutteita	Riski loukkaantumiselle	1	E
Ulkoilumahdollisuus talvella	Ainakin kolme kertaa viikossa	Ei lainkaan	2	K
Laidunnus- / ulkoilumahdollisuus kesällä	> yli 3 kuukautta	Ei lainkaan	2	K
Jaloitteluaitaus	Kiinteä ja liukumaton pinta	Suuri osa alueesta mudan tai lannan peitossa, upottavaa yli vuohisen korkeudelle, ei pääsyä ulos	2	K
Sosiaaliset toiminnot				E
Nupoutus/sarvien poisto	Kaikki eläimet ovat sarvettomia	Sarvellisia ja sarvettomia eläimiä samassa ryhmässä	2	E
Eläinten uudelleenryhmittely	Samassa ryhmässä 6 kk iästä teurastukseen saakka	Yli kaksi uudelleenryhmittelyä	3	E
Ryhmäkoko	2-10 eläintä	Yli 50 eläintä yksin tai	2	E

Ihmis-eläinsuhde	Eläimet ovat uteliaita ja rauhallisia lähestyttäessä	kytkettynä Eläimet ovat pelokkaita tai aggressiivisia lähestyttäessä	2	E
Ruokailutilan koko	> 55 cm / eläin	< 30 cm / eläin <i>ad libitum</i> – ruokinnalla, < 40 cm / eläin rajoitetulla ruokinnalla	2	E
Makuualue				
Makuualueen pehmeys	Yli 10 cm kuivikkeita	Kovat pinnat	6	K
Makuualueen puhtaus	Puhdas jakuiva	Eläimet makaavat märässä lannassa	6	K
Makuualueen liukkaus	Ei liukas	Liukas	2	K
Makuualueen kuivuus	Kuiva	Kostea	2	K
Valaistus, ilmastointi ja melu				
Sisäilman laatu ja ilmastonoinnin kapasiteetti	Hyvä, oikein säädetty ja riittävän tehokas ilmastointi	Huono sisäilma	4	K
Veto makuualueella	Vedoton makuualue	Makuualueella paljon vetoa	4	K
Veden saatavuus	Vettä kulhosta tai vastaavasta, <i>ad libitum</i>	Virtaus juomanipasta vähemmän kuin 3 l minuutissa	4	K
Veden lämpötila	15-18° C	< 10° C	2	E
Melu	< 55 dB (A)	> 65 dB (A)	2	K
Valo-ohjelma	> 80 luxia yli kahdeksan tuntia / vrk	< 40 luxia tai valaistus vain navettatyön aikana	2	E
Yövalo	Hämärä yövalaistus	Ei yövalaistusta	1	E
Päivävalo	Riittävästi ikkunoita normaalin vuorokausirytmien ylläpitoon	Ei riittävästi ikkunoita	1	E
Ruokinta				
Karkearehun saatavuus	<i>ad libitum</i>	Rajoitettu	2	E
Karkearehun laatu	D-arvo 68—70	D-arvo < 64	2	E
Väkirehuruokinnan tapa	TMR	Ei väkirehua tai ainoastaan vilja	3	E
Väkirehun osuus	40-60 %	< 30 % tai > 70 %	3	E
Annosten muodostus	Tarkka annostelu	Ei käytössä	2	E
Mittausta edeltävä ruhon päiväkasvu	> 600 g / vrk	< 500 g / vrk	3	E
Hallinta ja eläinten terveys				
Eläinten hygienia	Eläimet puhtaita	Kyljet lannan peitossa	3	E
Ruokinta- ja juottolaitteiden hygienia	Hyvä, ruokinta-alueet erillään käytävillä kulkevista traktoreista	Kontaminaation merkkejä havaittavissa	2	E
Karsinarakenteiden aiheuttamat vammat	Odotettu esiintyvyys 6-24 kk iässä < 5 %	Odotettu esiintyvyys 6-24 kk iässä > 5 %	1	E

Ihon kunto	Terve ja kiiltävä	Heikko	2	E
Jalkavammat ja sairaudet	Odotettu esiintyvyys 6-24 kk iässä < 5 %	Odotettu esiintyvyys 6-24 kk iässä > 5 %	2	K
Muut sairaudet	Odotettu esiintyvyys 6-24 kk iässä < 5 %	Odotettu esiintyvyys 6-24 kk iässä > 5 %	1	E
Sairaskirjanpito	Ajantasainen kirjanpito	Ei kirjanpitoa	1	E
Sairaskarsina	Kuivitettu karsina tai kumimatto erikseen sairaille eläimille, usein käytetty	Ei sairaskarsinaa	3	E
Eutanasia	Tarvitut laitteet ja osaava henkilöstö	Ei järjestetty, kroonisesti sairaita sonneja läsnä	1	E
Käsittelytilat	Riittävät tilat	Riittämättömät tilat	1	E
Lastaustilat	Riittävät tilat	Riittämättömät tilat	1	K

Liite 2. A-indeksin muuttujien tilastolliset tunnusluvut

Muuttuja	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta	Varianssi
Liikkumisen vapaus, karsinan muoto	0,00	2,00	1,05	0,70	0,50
Liikkumisen vapaus, yhteenotot	0,00	3,00	1,75	0,98	0,96
Eläimen käytettävissä oleva tila	0,00	3,00	1,27	0,79	0,62
Mahdollisuus maata ja nousta ylös	1,00	3,00	2,15	0,48	0,23
Ruokinta- ja jaloittelualueen lattian laatu	0,00	2,00	1,17	0,41	0,17
Karsinarakenteiden kunto	0,00	1,00	0,92	0,25	0,06
Ulkoilumahdollisuus talvella	0,00	2,00	0,06	0,28	0,08
Laidunnus- / ulkoilumahdollisuus kesällä	0,00	2,00	0,14	0,38	0,14
Jaloitteluaitous	0,00	2,00	0,16	0,46	0,21
Nupoutus/sarvien poisto	0,00	2,00	0,56	0,72	0,51
Eläinten uudelleenryhmittely	0,00	3,00	2,75	0,64	0,41
Ryhmäkoko	0,00	2,00	1,46	0,48	0,23
Ihmis-eläinsuhde	0,00	2,00	1,96	0,21	0,05
Ruokailutilan koko	1,00	2,00	1,73	0,41	0,17
Makuualueen pehmeys	0,00	6,00	1,23	2,21	4,89
Makuualueen puhtaus	2,00	6,00	4,07	1,43	2,03
Makuualueen liukkaus	0,00	2,00	1,35	0,49	0,24
Makuualueen kuivuus	0,00	2,00	1,46	0,52	0,28

Sisäilman laatu ja ilmastoinnin kapasiteetti	0,00	4,00	2,91	0,96	0,92
Veto makuualueella	0,00	4,00	2,41	0,97	0,95
Veden saatavuus	0,00	4,00	2,52	1,01	1,01
Veden lämpötila	0,00	2,00	1,28	0,53	0,28
Melu	0,00	2,00	0,83	0,71	0,50
Valo-ohjelma	0,00	2,00	1,77	0,46	0,21
Yövalo	0,00	1,00	0,86	0,34	0,11
Päivävalo	0,00	1,00	1,00	0,06	0,00
Karkearehun saatavuus	0,50	2,00	1,91	0,33	0,11
Karkearehun laatu	0,00	2,00	1,42	0,58	0,34
Väkirehuruokinnan tapa	0,00	3,00	2,40	0,80	0,65
Väkirehun osuus	0,00	3,00	2,73	0,47	0,23
Annosten muodostus	0,00	2,00	1,60	0,64	0,41
Mittausta edeltävä ruhon päiväkasvu	0,00	3,00	2,01	0,83	0,69
Eläinten hygienia	1,00	3,00	2,45	0,50	0,25
Ruokinta- ja juottolaitteiden hygienia	1,00	2,00	1,36	0,46	0,21
Karsinarakenteiden aiheuttamat vammat	0,00	1,00	0,99	0,09	0,01
Ihon kunto	1,00	2,00	1,97	0,17	0,03
Jalkavammat ja sairaudet	0,00	2,00	1,35	0,61	0,38
Muut sairaudet	0,00	1,00	0,95	0,20	0,04
Sairaskirjanpito	0,00	1,00	0,52	0,24	0,06
Sairaskarsina	0,00	3,00	1,65	1,00	1,00
Eutanasia	0,00	1,00	0,82	0,25	0,06
Käsittelytilat	0,00	1,00	0,14	0,33	0,11
Lastaustilat	0,00	1,00	0,89	0,27	0,07
