

Maitorotuisten sonnien ja hiehojen teuras- luokitukseen ja ruhopainoon vaikuttavia teki- jöitä



Pitkonen, Maija

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Hyvinkää

Maitorotuisten sonnien ja hiehojen teurasluokitukseen ja ruhopai-
noon vaikuttavia tekijöitä

Maija Pitkonen
Maaseutuelinkeinot
Opinnäytetyö
Toukokuu, 2009

Maija Pitkonen

Maitorotuisten sonnien ja hiehojen teurasluokitukseen ja teuraspainoon vaikuttavia tekijöitä

Vuosi 2009 Sivumäärä 47

Suomessa otettiin vuonna 1995 käyttöön Euroopan Unionin alueen lakisääteinen täysikasvuisten nautojen ruhojen luokitteluasteikko. Nautaeläimen ruhojen luokittelu tehdään lihakkuuden (Europ) ja rasvaisuuden (1-5) perusteella. Aiemmin jalostustavoitteet eivät huomioineet lainkaan maitorotujen lihantuotanto-ominaisuuksia, vaikka 80 prosenttia Suomen naudanlihasta tulee maitorotuisista naudoista. Liinamon (2000) tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että maidontuotanto- ja lihatuotanto-ominaisuuksien välillä oli negatiivinen korrelaatio. On todennäköistä, että maitorotuisten eläinten lihantuotanto-ominaisuudet heikkenevät entisestään, mikäli jalostussuosituksia ei muuteta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia maitorotuisten nautojen ruhon luokitus tuloksia. Tutkittavat muuttujat olivat lihakkuus, rasvaisuus ja ruhopaino. Selittäviä tekijöitä olivat rotu, sukupuoli, isä, emä, karja, teurastusikä, teurastusvuosi ja teurastuskuukausi. Aineisto koostui suomalaisten teurastamoiden teurasilmoituksista, joita oli yhteensä 69 311 kappaletta. Sonniin osuus tutkimusaineistossa oli 87 ja hiehojen 13 prosenttia. Ayrshire-rotuisia nautoja oli 47 045 ja holstein-friisiläisiä 21 106 kappaletta. Aineisto analysoitiin SAS/STAT -tilasto-ohjelmalla Maatalouden Laskentakeskus Oy:ssä. Aineistosta laskettiin keskiluvut ja hajontaluvut tutkittaville muuttujille. Selittävien tekijöiden vaikutusten arviointiin käytettiin III-tyyppin varianssianalyysiä. Fenotyyppiset korrelaatiot laskettiin käyttämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa.

Sonnit sijoittuivat pääasiallisesti lihakkuusluokkaan O tai O- ja hiehot luokkiin O- ja P+. Noin 60 % sonneista sijoittui rasvaisuusluokituksista luokkaan 2. Hiehot luokitettiin keskimäärin luokkaan 3. Hiehoilla keskihajonta oli suurempi kuin sonneilla, eli niiden rasvaisuus varioidi enemmän. Ruhopainon keskiarvo oli sonneilla 332,2 kiloa ja hiehoilla 235 kiloa. Rotu vaikutti tämän aineiston perusteella lihakkuuden ja ruhopainon keskilukuihin. Ayrshire-rotuiset eläimet luokitettiin keskimäärin 0,5 luokkaa paremmin kuin holstein-friisiläiset. Teurastusikä nostettiin lisääntyä myös eläimen lihakkuus, rasvaisuus ja ruhopaino. Sonnit teurastetaan keskimäärin 20 kuukauden iässä, kuusi viikkoa nuorempina kuin hiehot.

Tämän tutkimuksen mukaan isällä oli vaikutusta jälkeläisen teurasluokitukseen ja ruhopainoon. Emän poikimakerta ja jälkeläisten määrä poikimatapahtumassa näyttivät vaikuttavan eläimen luokitukseen ja ruhopainoon. Karja vaikutti eläimen lihakkuuteen, rasvaisuuteen, ruhopainoon ja teurastusikään. Toiseen karjaan myydyt naudat olivat keskimäärin lihakkaampia sekä vähärasvaisempia ja ruhopainoltaan raskaampia, kuin ne eläimet, jotka olivat menneet teuraaksi syntymäkarjastaan. Aineiston keskilukujen perusteella teurastuskuukausi tai -vuosi ei vaikuttanut eläimen luokitukseen tai ruhopainoon, mutta tilastollisen mallin mukaan niillä oli merkitystä.

Asiasanat: Lihantuotanto, Ayrshire, Holstein-friisiläinen, Maitorodut, Lihakkuus, Rasvaisuus, Ruhopaino, Sonnit, Hiehot

Maija Pitkonen

The factors affecting to carcass quality and carcass weight in dairy cattle bulls and heifers

Year	2009	Pages	47
------	------	-------	----

Since 1995 Finnish cattle carcasses have been classified using the European SEUROP classification system. In the SEUROP system carcasses are classified by fleshiness and fatness. The current Finnish breeding goals don't take into account characters of the dairy cattle although 80 % of the beef production is generated by them. Liinamo (2003) has shown in his studies that there exists negative correlation between milk and beef traits. In consequence, most likely dairy cattle's carcass traits will decline unless the breeding goals are to be reconsidered.

The purpose of this study was to examine the level of the sample dairy cattle carcass quality and classification. Examined factors/dependent variables were fleshiness, fatness and carcass weight. Independent variables were breed, sex, sire, dam, herd, slaughter house, slaughter year and slaughter month. The data consist of 69 311 carcasses. The used raw data was originally collected by slaughter houses. Bulls form 87 % of the carcass data and heifers form the rest 13 %. The number of Ayrshire breed animals is 47 045 and Holstein-Friesians 21 106 animals. The data was analyzed by the SAS/STAT program in the Agricultural Data Processing Centre Ltd. The means and standard deviations were calculated to examine factors from data. The influences of the explanatory factors were valued by ANOVA III. The phenotypic correlations were calculated by using the Pearson correlation coefficient.

The average fleshiness of all bulls was between the classes O and O- and of all heifers between O- and P+. About 60 % of all bulls were classified in fatness into class 2. On the average heifer carcasses were graded into class 3 in fatness. On the heifer material standard deviations in relation to fatness was larger than in the bull material, which means that heifers provide more variation than bulls in fatness. The average carcass weight of bulls was 332,2 kg and of heifers 235,0 kg. Breed did not have significant effect on the mean value of dependent variables, except in fleshiness as Ayrshire breed animals were classified 0,5 grade better in fleshiness than Holstein-Friesians. Fleshiness, fatness and carcass weight increased with animal's age. Based on the raw data the bulls were slaughtered approximately at the age of 20 months and heifers were slaughtered 6 weeks older than bulls.

Based on the mean figures in the material the slaughter month or year don't affect significantly the carcass classification and the carcass weight but according to the statistical model they do have a significant effect on the above mentioned factors. According to the analysis it seems that number of dam's parity and calf count have influence on animal's classification grade and carcass weight. The herd has effect on fleshiness, fatness and carcass weight. The slaughtered animals from born cattle were classified poorer than animals which were sold to other herd as calves. Based on the mean figures in the material the slaughter month or year don't affect significantly to the classification grade or carcass weight but according to the statistical model they do have a significant effect on the above mentioned factors.

Keywords: Beef production, Ayrshire, Holstein-Friesian, Dairy cattle, fleshiness, fatness, carcass weight, Bulls, Heifers

Sisällys

1	JOHDANTO	7
2	NAUTAELÄINTEN RUHOJEN LUOKITTELU	10
2.1	Lihakkuus	11
2.2	Rasvaisuus	13
2.3	Ruhopaino.....	15
3	TEURASTULOSTUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT	16
3.1	Aineiston kuvaus.....	17
3.2	Tutkittavat muuttujat	18
3.3	Selittävät muuttujat	18
3.4	Tilastollinen malli	19
3.5	Fenotyyppisten korrelaatioiden laskenta	20
4	NAUTAELÄINTEN RUHOJEN LUOKITUSTULOSTEN SELITTÄVIÄ TEKIJÖITÄ	21
4.1	Sukupuoli.....	21
4.2	Rotu.....	22
4.3	Ikä.....	23
4.5	Perimä.....	24
4.6	Ympäristö	25
5	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	27
5.1	Tutkittavien muuttujien keski- ja vaihteluluvut.....	27
5.1.1	Lihakkuus	27
5.1.2	Rasvaisuus	28
5.1.3	Ruhopaino	30
5.2	Selittävien tekijöiden vaikutus tutkittaviin muuttujiin.....	31
5.2.1	Rotu ja sukupuoli.....	31
5.2.2	Teurastusikä	32
5.2.3	Isä.....	33
5.2.4	Emä.....	35
5.2.5	Karja.....	35
5.2.6	Teurastuskuukausi	36
5.3	Tilastollinen testaus, varianssianalyysi.....	37
5.3.1	Tilastollinen malli	37

5.3.2 Fenotyypiset korrelaatiot	39
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	40
LÄHTEET	43
Kuvat	46
Taulukot	47

1 JOHDANTO

Suomessa naudanlihan tuotanto perustuu maidontuotantoon tarkoitettujen lehmien ja ensikoiden jälkeläisten kasvattamiseen lihaksi. Teurastetuista eläimistä on noin 80 prosenttia maitorotuisia, joista lypsylehmien osuus on hieman alle kolmannes (MMM 2002). Viime vuosisadalla naudanlihan tuotanto on pitkälti ollut riippuvainen maidontuotannon kehityksestä. Nykyisin lehmien tuotantoian lyhenemisestä johtuva poikimakertojen väheneminen on johtanut siihen, että yhä useampi lehmävasikka tarvitaan karjan uudistukseen sen sijaan, että eläin kasvatettaisiin lihaksi. Nautojen kokonaismäärän laskiessa ruhopanojen tulisi nousta, jotta lihantuotanto pysyisi nykyisessä määrässään. Jalostamalla eläinainesta lihakkaammaksi voitaisiin naudanlihantuotannon omavaraisuutta nostaa nykyisestä 90 prosentista ylöspäin.

Suomen naudanlihan kokonaistuotanto vuonna 2008 luulliseksi lihaksi muutettuna oli 73,5 miljoonaa kiloa. Laskua edellisestä vuodesta oli yhdeksän prosenttia. Naudanlihan kulutus (84,4 milj. kg) pysyi miltei samana, se laski vain kaksi prosenttia. Viennin osuus väheni 70 prosentilla, ainoastaan 1,4 milj. kiloa vietiin ulkomaille. Tuonti (14,7 milj. kg) kasvoi miltei viidenneksen ja se kattaa noin 17 prosenttia kulutuksesta. Kotimaassa tuotettuun naudanlihan määrään vaikuttavat maitorotuisien eläinten teurastusmäärät ja -painot. Teuraaksi kasvatettavien eläinten määrään vaikuttaa vuosittain syntyvien eläinten määrä ja se, kuinka moni vasikka käytetään karjan uudistukseen. Huonoina rehuvuosina teurastetaan enemmän nautoja kuin normaalisti. (Korvenoja 2009, 8; Matilda 2005.)

Naudanlihan markkinajärjestelmä luotiin 1960-luvun lopulla Euroopan Yhteisön toimesta tukemaan lihantuotantoa niin, että maidontuotantotaso ei nousisi sen myötä. Markkinajärjestelyiden tarkoituksena on vakauttaa tuottajahinnat ja pitää ne tyydyttävällä tasolla. Tuonti- ja vientijärjestelyillä (tullit ja tuontikiintiöt) pyritään säilyttämään haluttu sisämarkkinoiden hintataso. Hinta- ja interventiojärjestelmä vakauttaa markkinoita ja takaa kohtuullisen tuottajahinnantason. Näiden toimien lisäksi naudanlihan tuottajille maksetaan suoraa tukea. Vuonna 2006 Suomessa otettiin käyttöön alueellinen yhdistelmätukimalli, jonka perusteella tiloille maksetaan osa tuista alueellisena tasatukena ja osa tilakohtaisina lisäosina, joka alenee portaittain vuoteen 2016 mennessä. (Korvenoja 2009, 25-26.)

Suomen yleisin maitorotu on ayrshire. Se on kotoisin Skotlannista ja on kehitetty risteyttämällä paikallista alkuperäiskarjaa muiden rotujen kanssa. Vuonna 1877 perustettiin ayrshirodun kantakirja, the Ayrshire Cattle Society Herd Book. Ensimmäiset ayrshire-rotuiset eläimet on tuotu Suomeen vuonna 1845. Valtio tuki merkittävästi eläinaineksen tuontia Suomeen vuosien 1847-1885 välisenä aikana. Suomeen tuotiin useiden eri rotujen edustajia, mutta ayrshirea pidettiin sopivana maamme karuihin olosuhteisiin. Suomessa vuonna 2007 maitotilaneuvontaan kuuluvilla tiloilla oli 68,0 prosenttia ayrshire-rotuisia lehmiä. Lehmien keskituotos

vuonna 2007 oli 8 616 kiloa maitoa, rasvaprocentti 4,32 ja valkuaisprosentti 3,5. Lehmien keskipaino on keskimäärin 569 kiloa. (Alhainen; Faba 2002a.)

Suomen toiseksi yleisin maitorotu on holstein-friisiläinen. Se on alkuperältään alankomaalainen rotu. Friisiläisiä nautoja vietiin 1800-luvulla Pohjois-Amerikkaan ja siellä jalostuksen edistyttyä alettiin tätä kantaa kutsua holsteiniksi. Alun perin friisiläinen oli yhdistelmärotu, joka tuotti maidon ohella myös hyvin lihaa. Ensimmäiset friisiläisrotuiset eläimet tuotiin Suomeen 1960-luvulla Ruotsista ja Tanskasta. Holsteinsonnien siementä alettiin tuoda Amerikasta 1970-luvulla ja sitä käytettiin friisiläislehmien siemennykseen Suomessa. Risteytys paransi friisiläisten maidontuotanto-ominaisuuksia, mutta heikensi lihakkuutta. Risteytyksen edistyttyä eläimiä alettiin kutsua holstein-friisiläisiksi. Nykyisin Suomen holstein-friisiläiset ovat käytännössä puhdasta holstein-rotua. Vuonna 2007 oli 30,8 % tuotosseurantaan kuuluvista lehmistä holstein-friisiläisiä. Keskituotos oli 9 283 kg maitoa, rasvaprocentti 3,96 ja valkuaisprosentti 3,42 prosenttia. Lehmien keskipaino on 614 kiloa. (Faba 2002a; Matinolli 2007, 1-2.)

Pohjoismaiseen jalosteluarvosteluyhdistykseen (NAV, Nordisk Avlsværdi Vurdering) kuuluvat Suomi, Ruotsi ja Tanska päättivät ottaa käyttöön yhteisen pohjoismaisen kokonaisjalostusarvon kesällä 2008 järjestettyjen neuvotteluiden jälkeen. Yhteisen kokonaisjalostusarvon nimeksi tuli Nordic Total Merit (NTM) ja ensimmäinen arvostelu julkaistiin 15.10.2008. NTM:n tarkoituksena on toimia apuvälineenä, jotta perinnöllisesti parhaat sonnit ja lehmät löydetään populaatiosta ja karjoista. NTM suosii eläimiä, jotka ovat mahdollisimman hyviä monessa ominaisuudessa ja se pyrkii ottamaan huomioon karjakoon kasvun mukanaan tuomat vaatimukset mm. lypsettävyydessä ja poikimaominaisuuksissa. Lehmien helppohoitoisuuden ja kestävyuden edistäminen vaikuttaa suoraan lypsykarjatilan taloudellisen tilanteen paranemiseen. Suhteelliset painotukset punaisilla roduilla (FAY, SRB ja RDM) ja holstein-friisiläisillä poikkeavat hieman toisistaan, mutta kaikki ominaisuudet, joilla on osoitettu olevan taloudellista merkitystä, on otettu mukaan. NTM:n laskennassa painottuu voimakkaasti käyttö-, terveys-, ja hedelmällisyysominaisuudet. (Pösö 2008, 8-9.)

NTM koostuu 13 eri ominaisuudesta ja jokaisella ominaisuudella on oma suhteellinen painotuksensa (taulukko 1). Ennen NTM:n voimaantumista kotimainen kokonaisjalostusarvo laskettiin sonneilla viiden ominaisuuden perusteella. Tuotosindeksi on molemmilla roduilla sama eli sen painokerroin on 1.00. Hedelmällisyysindeksin painokerroin on voimakkaampi fr- (0.48) kuin ay-rotuisilla (0.28) ja sen painokerroin on noussut molemmilla roduilla. Poikimaaindeksi oli laskennassa huomioitu fr-rotuisilla jo ennen NTM:n laskentaa. Nyt se huomioidaan myös ay-rotuisten nautojen kokonaisjalostusarvoa laskettaessa. Jalkarakenteen painokerroin on pysynyt samana ayrshireillä, mutta noussut fr-rotuisilla. Utarerakenteen painokerroin laski ay-rotuisilla, mutta nousi hieman holstein-friisiläisillä. Syntymäindeksi, muut hoidot, lypsettävyys, luonne, kestävyys ovat uusia indeksejä laskennassa.

	AY		FR	
	NTM	ennen	NTM	ennen
Tuotosindeksi	1.00	0.9	1.00	1.0
Hedelmällisyysindeksi	0.28	0.3	0.41	0.3
Syntymäindeksi	0.15		0.20	
Poikimaindeksi	0.13		0.22	0.1
Utareterveys	0.35	0.3	0.46	0.5
Muut hoidot	0.13		0.16	
Runko	0.00		0.00	
Jalkarakenne	0.10	0.1	0.20	0.1
Utarerakenne	0.35	0.5	0.24	0.3
Lypsettävyys	0.10		0.11	
Luonne	0.03		0.04	
Kestävyys	0.09		0.15	
Kasvuindeksi	0.00		0.09	

Taulukko 1: NTM:n sisältämät ominaisuudet ja niiden suhteelliset painotukset sekä aikaisemmin sonnien kokonaisjalostusarvon laskemiseen käytetyt kertoimet. (Faba 2002b, Pösö 2008, 8-9.)

Tämän tutkimuksen kannalta tärkein muutos on kokonaisjalostusarvon laskennassa kasvuindeksin painokertoimen lisääminen fr-rotuisilla eläimillä. Kasvuindeksin painoksi NAV päätti laittaa punaiselle roduille 0.00, vaikka laskelmien mukaan sillä olisi taloudellista merkitystä. Viking Genetics on laskenut ja ilmoittanut jo vuoden verran käyttölistan ruotsalaisille ja tanskalaisille sonneille kasvu- ja muut hoidot -indeksin. Suurimmalta osalta suomalaisia sonneja se vielä laskematta, mutta esimerkiksi Asmo Salella kasvuindeksi oli 117 Viking Geneticsin käyttölistassa, joka oli päivitetty 7.4.2009.

Kokonaisjalostusarvon laskennassa käytetyt indeksit on standardoitu niin, että populaation keskiarvo on 100. Kaikkien eläinten saamat tulokset standardoidaan ominaisuuksittain indekseiksi. Vertailuryhmänä käytetään samanrotuisten aiemmin syntyneiden eläimien tuloksia. Suomessa indeksien keskiarvoiksi annetaan ominaisuuksittain ja roduittain 100 ja hajonnaksi 10. Tämän johdosta kaikkien samanrotuisten nautojen indeksit ovat vertailukelpoisia sukupuolesta ja iästä riippumatta. (Juga, Maijala, Mäki-Tanila, Mäntysaari, Ojala & Syväsaari 1999, 143; Viking Genetics 2009.)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia maitorotuisten nautojen ruholuokitusaineiston rakennetta sekä selvittää, millä tekijöillä aineiston tutkittavia muuttujia voitaisiin selittää. Opinnäytetyön tutkimusaineistona käytettiin suomalaisten teurastamoiden lähettämiä nautojen teurasilmoituksia. Aineisto sisälsi kokonaisuudessaan 69 311 naudan teurastiedot. Tutkimuk-

sen tarkoituksena oli osaltaan selvittää, onko eri jälkeläisryhmillä toisistaan systemaattisesti poikkeavia tuloksia. Mikäli isäsonnilla näyttäisi olevan vaikutusta jälkeläisten luokitukseen, on mallissa olleita muita selittäviä tekijöitä mahdollista käyttää tulevaisuudessa suomalaisten sonnien kasvuindeksien määrittämiseen. Opinnäytetyön ohjaajana Pro Agria Maatalouden Laskentakeskuksessa toimi jalostusagronomi Marjo Simpanen. Koulun ohjaava opettaja oli Jari Heikkonen. Opponenttina toimi Jussi Nurkka. Suuret kiitokset Faba Jalostuksen Tutkimusagronomi Jukka Pösölle, joka auttoi ja antoi hyviä neuvoja tämän opinnäytetyöprosessin aikana.

2 NAUTAELÄINTEN RUHOJEN LUOKITTELU

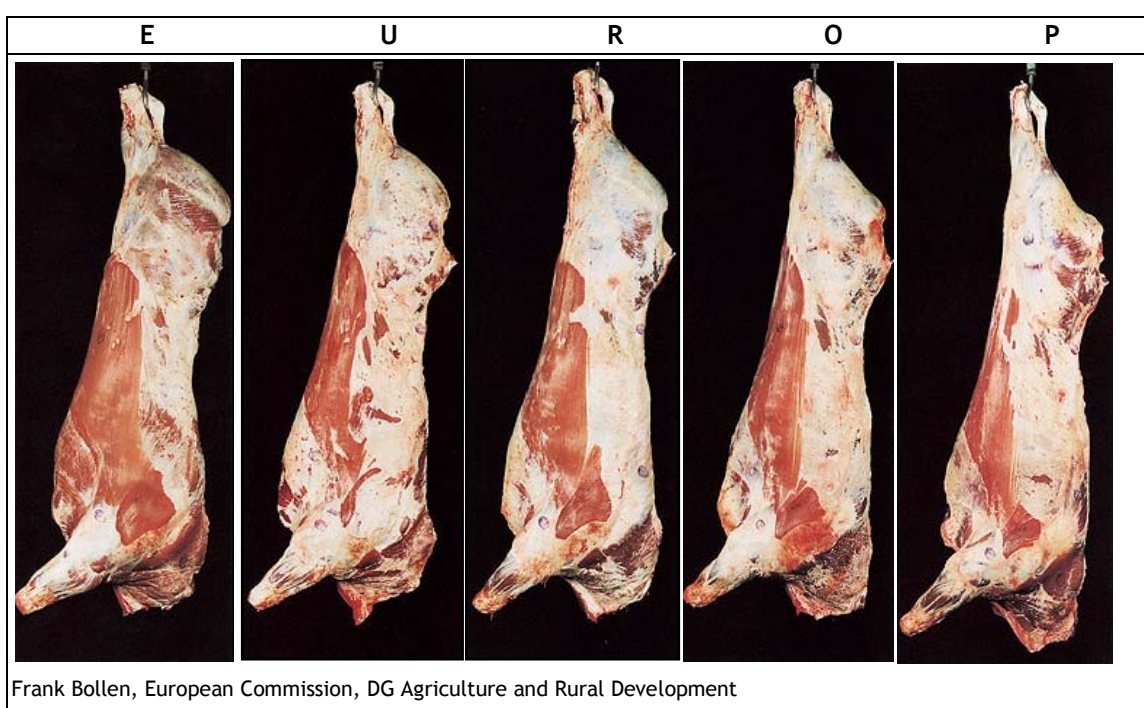
Suomessa otettiin vuonna 1995 käyttöön Euroopan Unionin alueen lakisääteinen täyskasvuisien nautojen ruhojen luokitteluasteikko. Nautaeläinten ruhojen luokittelu tehdään lihakkouden (Europ) ja rasvaisuuden (1-5) perusteella. Kahden perusteen yhteiskäyttö mahdollistaa ruhojen jaon eri laatuluokkiin. Ruholla tarkoitetaan teurastetun eläimen koko ruhoa, josta on laskettu veri, poistettu sisälmykset, irrotettu pää, sorkat, sukupuolielimet ja utare sekä joka on nyljetty. Rinteen (1996, 55) mukaan: ”Ruhon laatu on kaupallinen käsite, joka kuvaa ruhon taloudellista arvoa teurastamoteollisuudelle”. (Eurolex 2006 ja 2008.)

Ruhon luokitus, tunnistemerkitseminen ja punnitus on tehtävä tunnin kuluttua eläimen pistämisestä eli tainnutuksen jälkeisestä veren laskemisesta. Lihateollisuuden tutkimuskeskus valvoo luokitusta ja kouluttaa luokittajia Maa- ja metsätalousministeriön toimesta. Luokittajat ovat valantehneitä, teurastamoista riippumattomia ammattilaisia. Luokitus tehdään silmävaraistisesti ja se perustuu ruhon lihasten muodon ja rasvaisuuden visuaaliseen arviointiin. Tunnistemerkitseminen tehdään ruhon ulkopuolelle pysyvällä ja myrkyttömällä musteella. Ruho punnitaan ja saadusta tuloksesta vähennetään 2 %:n suuruinen kuumapainovähennys. Kuumapainovähennys tarkoittaa, että ruhon lämpimästä vähennetään 2 % ruhoa jäädyttäessä tapahtuvan painohäviön huomioimiseksi. (Lamminen 2006, 112-113; Leiponen 2002a; Tike 2008.)

Markkinahinnan toteamista varten ruhot tarjotaan luokittelijan nähtäväksi pintarasvoineen ja kaulan on oltava katkaistu eläinlääkinnällisten ohjeiden mukaisesti. Ruho esitetään ilman munuaisia, munuaisrasvaa ja lantion rasvakasautumia sekä kuve- ja pallealihaa. Ruhosta poistetaan häntä, selkäydin, takaneljänneksen kuverasva, reisilihaksen pintarasva ja kaulavaltimo. Naudanliha hinnoitellaan ruholajeittain, joihin ne jaotellaan sukupuolen ja käytön perusteella. Ruholajit jaetaan vielä ruholuokkiin ja tämän mukaan maksetaan tuottajalle kuuluva tilityshinta. (Eurolex 2006 ja 2008.)

2.1 Lihakkuus

Lihakkuus määritellään ruhon muotojen kehittyneisyyden perusteella (kuva 1). Erityisesti huomiota kiinnitetään reiden, selän ja lavan alueen lihaksiin. Suomessa on käytössä yksitoista lihakkuusluokkaa (taulukko 2). Osassa Euroopan maista on käytössä vielä lihakkuusluokka (S), joka tarkoittaa ensiluokkaista ruhoa. Tähän luokkaan pääsevät käytännössä vain Belgian Blue -rotuiset naudat, joilla on poikkeuksellisen kehittynyt kaksoislihas. EU:n jäsenvaltiot voivat käyttää S-laatu luokkaa nautakarjansa erityispiirteiden huomioon ottamiseksi. Suomessa on jaettu kolme viimeistä luokkaa vielä kolmeen alaluokkaan; tähän päädyttiin kotimaisten leikkuukokeiden perusteella. (Kiljunen 1996, 8; Eurolex 2006; Lamminen 2006, 112-115.)



Kuva 1: Europoluokitus (LTK 1).

Lihakkuusluokka	Kuvaus
E Erinomainen	Kaikki muodot ulospäin kaarevista erityisen paljon ulospäin kaareviin; poikkeuksellisen kehittyneet lihakset
U Erittäin hyvä	Yleensä ulospäin kaarevat muodot; erittäin kehittyneet lihakset
R+, R, R- Hyvä	Yleensä suorat muodot; hyvin kehittyneet lihakset
O+, O, O- Melko hyvä	Muodot suorista sisäänpäin kaareviin; keskinkertaisesti kehittyneet lihakset
P+, P, P- Huono	Kaikki muodot sisäänpäin kaarevista erittäin paljon sisäänpäin kaareviin; vähän kehittyneet lihakset

Taulukko 2: Komission asetuksen mukainen lihakkuuden Europoluokitus. (Eurolex 2006.)

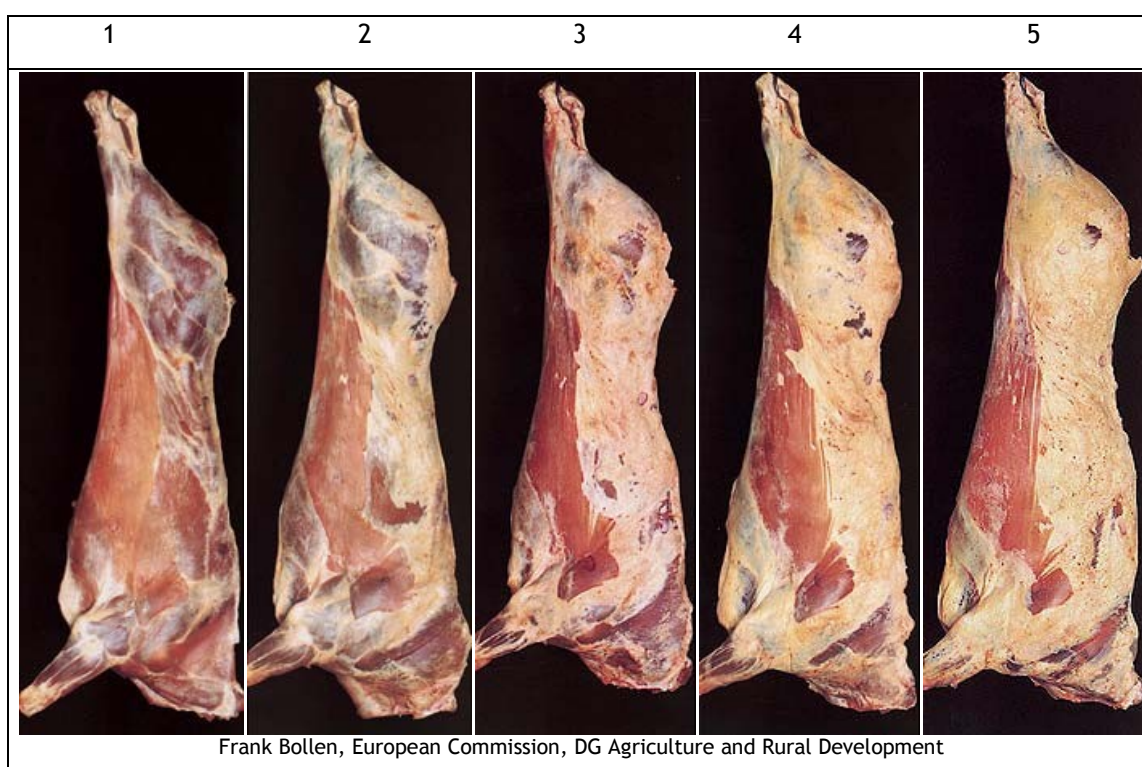
Lihaskudos jaetaan kolmeen eri pääryhmään hienorakenteensa perusteella; sileä lihas, sydänlihas ja poikkijuovainen lihas (Leiponen 2002b). Sileä lihas on juovaton, ei-tahdonalainen lihastyppi. Sitä esiintyy verisuonten ja suoliston ympärillä, hengitysteiden yms. seinämissä, kohdussa ja virtsarakossa. Sydänlihas on rakenteeltaan poikkijuovainen, ei-tahdonalainen lihas ja sitä esiintyy ainoastaan sydämessä. Poikkijuovainen lihas vastaa tahdonalaisesta liikkeestä ja on lihateknologisesti merkittävin lihaskudos. Useimmat poikkijuovaiset lihakset ovat jänneiden avulla kiinni luurangossa ja niitä nimitetäänkin luurankolihasiksi. Tahdonalaiset iholihakset kuuluvat myös poikkijuovaisten lihasten ryhmään. (Solunetti 2006.)

Lihassolu eli lihassy on poikkijuovaisen lihaksen perusyksikkö. Lihassyiden halkaisijat ovat 0,01 - 0,1 mm välillä ja pituus vaihtelee muutamasta millimetristä useisiin sentteihin. Lihas rakentuu lihassyiden muodostamista lihaskimpusta. Myofibrillit ovat lihaksen supistuvia osia ja ne muodostuvat peräkkäin olevista sarkomeereista. Sarkomeerit muodostuvat pääosin kahdesta filamentista, ne ovat aktiini- ja myosiinifilamentti. Lihassupistuksen aikana aktiini- ja myosiinifilamentit liukuvat toistensa lomiin ja sakromeeri lyhenee. Tämän johdosta filamenttien väliin muodostuu lihan sitkeyttä lisääviä poikittaissidoksia eli aktomyosiinisidoksia. Supistuksen johdosta syntyneet sidokset katkeavat lihaksen rentoutuessa. Lihassoluissa ATP (Adenosiinitrifosfaatti) on ainut lihassupistuksen energialähde ja sitä on lihaksiin varastoituna vain vähän. Teurastuksen jälkeiset kouristukset kuluttavat loppuun lihaksiin varastoituneen ATP:n ja sitä seuraa kuolonkankeus eli rigor mortis. Lihan omat entsyymit eli katalyytteina toimivat proteiinit alkavat pilkkoa aktomyosiinia ja kuolonkankeus laukeaa. (Leiponen 2002c; Manni 1999, 7.)

Lihan kemiallinen koostumus varioi suuresti ja siihen vaikuttavat mm. eläimen rotu, ruhon lihakkuus ja rasvaisuus, ruhon paino sekä ruhon osa, josta määräys tehdään. Lihaskudoksen vedensidontakyky on hyvä ja keskimäärin 64-80 % lihaskudoksesta on vettä. Lihaskudoksen proteiinit voidaan jakaa sijaintinsa ja toiminnallisen tarkoituksensa perusteella kolmeen ryhmään; rakenneproteiinit, sarkoplasmaproteiinit eli veren proteiinit ja sidekudosproteiinit. Rakenneproteiinien aktiinin ja myosiinin osuus on noin 50 % lihaksen proteiineista. Sarkoplasmaproteiinit koostuvat pääosin entsyymeistä, jotka osallistuvat solun aineenvaihduntaan ja aiheuttavat raakakypsymistä teurastuksen jälkeen. Myös happea kuljettavat hemo- ja myoglobiini ovat veren proteiineja. Erityisesti myoglobiinin määrä lihaksessa vaikuttaa sen väriin. Mitä enemmän myoglobiiniä on, sitä punaisempi on lihas. Tärkein sidekudosproteiini on kollageeni, joka on kalvojen pääasiallinen rakennusaine. Toinen tärkeä sidekudosproteiini on jänneissä esiintyvä elastiini. Nämä vaikuttavat paljon lihaksen mureuteen ja sitä kautta lihan arvoon; mitä enemmän lihaksessa on jänneitä ja kalvoja, sitä arvottomampaa se on teurastamoteollisuudelle. (Leiponen 2002c; Manni 1999, 7.)

2.2 Rasvaisuus

Rasvaisuusluokkia on viisi kappaletta (kuva 2 ja taulukko 3). Ruhon rasvaisuus määritellään ulkoisen rasvan paksuudesta ruhon pinnassa ja rintaontelon sisäpinnassa. Huomiota kiinnitetään erityisesti ruhon selkäpuolella rasvakerroksen paksuuteen. Nykyisin kuluttajat suosivat vähärasvaisia tuotteita, joten teurastamot pyrkivät hinnoittelullaan saamaan lihantuottajat kasvattamaan vähärasvaisempia eläimiä (ns. rasvavähennys). Rasvaisuuden vaikutus ruhon käyttöarvoon on noin kaksi kertaa suurempi kuin lihakuuden. (Eurolex 2006; Lamminen 2006, 115.)



Kuva 2: Rasvaisuusluokat 1-5. (LTK 1).

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

Taulukko 3: Komission asetuksen mukaiset rasvaisuusluokat 1-5. (Eurolex 2006.)

Rasvakudos on erikoistunutta sidekudosta, jonka tehtävänä on peittää, suojata ja toimia sekä lämmön säätelyssä että energiavarastona. Rasva varastoituu 90-99 %:sti triglyseridinä (koostuu glyserolista ja rasvahapoista) ja se muodostaa 60-85 % rasvakudoksen painosta. Jäljelle jäävä tilavuus on lähinnä vettä (5-30 %) sekä proteiineja. Naudoilla on kahdenlaista rasvaa, valkoista ja ruskeaa. Valkoinen eli yksilokeroinen rasvasolu on kooltaan 20-200 µm. Se sisältää yhden suuren ja yhtenäisen rasvapisaran ja vähät soluelimet ovat sen takia solun reunoilla. Vasikan rasvakudos on suurimmaksi osaksi ruskeaa monilokeroista rasvaa. Monilokeroisten solujen rasvapisarat ovat pieniä ja ne sisältävät paljon mitokondrioita ja tuottavat tästä syystä paremmin lämpöä. (Lamminen & Huuskonen 2007, 4.)

Rasvan kertymisjärjestys naudan kasvaessa on seuraava; ensin sitä kehittyy suojaksi sisäelinten ympärille, seuraavaksi lihasten väliin, sitten nahan alle pintarasvaksi ja viimeiseksi lihaksen sisään (Tauriainen 2006, 117-118). Rinteen (1996, 60) mukaan noin kahdeksan kuukauden iässä nauta saavuttaa pinta- ja sisälmysrasvakudoksen solujen lopullisen lukumäärän. Tämän jälkeen rasvakudoksen kasvu johtuu yksittäisten rasvasolujen koon suurenemisesta. Lihaksen sisäisessä rasvakudoksessa rasvasolujen määrä lisääntyy aina 14 kuukauden ikään asti. Elopainon ylitettyä sata kiloa alkaa rasvakudoksen kokonaismassa lisääntyä nopeasti (Lamminen, Huuskonen & Ala-Talo 2005). Rasvasolujen lisääntyminen ja niiden koon kasvu lisäävät rasvakudoksen määrää. Pintarasvan määrään vaikuttaa solujen koko, kun taas lihaksen sisäisen rasvan määrään vaikuttaa solujen lukumäärä.

Naudan rasvoittuminen heikentää rehun hyväksikäyttöä. Rasvakudoksen muodostumiseen kuuluu enemmän, mutta ylläpitoon vähemmän energiaa kuin vastaavaan lihaskudokseen muodostukseen ja ylläpitoon. Ruhojen rasvoittuminen lisää ruokintakustannuksia ja alentaa teuras-tamon tuottajalle maksamaa ruhon tilityshintaa. Täysikasvuisella eläimellä nahanalaista rasvaa on 20-35 % tyhjäpainosta, joka lasketaan vähentämällä ruuansulautuskanavan sisältö elopainosta (Lamminen & kump. 2005). Liiallinen ruhon rasvaisuuden vähentäminen saattaa heikentää lihan laatua. Paksu pintarasva hidastaa lihan jäähtymistä, jonka seurauksena valkuaisaineita pilkkovien entsyymien aktiivisuus lisääntyy eli teurastuksen jälkeinen kylmäsupistus vähenee ja täten lihan mureus paranee. (Manni 1999, 5, 42-43.)

Nautojen pintarasvan paksuuntuessa myös lihaksen sisältämän rasvan määrä kasvaa (Lamminen & Huuskonen 2007, 15). Tätä lihaksen marmoroitumista arvioidaan visuaalisesti asteikolla yhdestä viiteen, 1 on vähän ja 5 on paljon. Honkavaaran (2005, 67) mukaan marmoroitumistas-te $1,8 \pm 1,1$ on tyypillinen maitorotuisille naudoille. Marmoroituminen on toivottu ominaisuus, sillä sitä pidetään syöntilaatua parantavana ominaisuutena (Rinne 1996, 59). Sen on todettu parantavan lihan makua, mehukkuutta ja mureutta (Manni 1999, 5). Lihan makua ei voi astia ilman rasvaa, sillä se toimii makuaineiden varastona.

2.3 Ruhopaino

Ruhopaino eli teuraspaino on eläimen elopaino, josta on vähennetty eläimen ruuansulatuskanava ja sen sisältö, sekä sisäelimiä, veren, nahan, pään ja jalkojen paino (Lamminen 2006, 109). Tilityspaino on tuottajalle tilitetty ruhon paino, josta vähennetään tarvittaessa ruhon hylättyjen osien yhteispaino (Evira 2008). Rajalan (1993, 199) mukaan ruhopaino on ayrshire-rotuisilla hiehoilla 47-48 % ja sonneilla 50-51 % elopainosta. Elopaino voidaan mitata punnitsemalla eläimet vaa'alla tai mittaamalla eläimen rinnanympäryys ja tulkitsemalla vastaus elopainotaulukosta.

Kärjen (1996, 38, 42-43) tekemän selvityksen mukaan syntymäpainon ja aikuiselopainon välinen korrelaatio on positiivinen ja arvoltaan korkeahko. Hänen mukaansa korrelaatiokerroin kasvaa aina viidenteen poikimakertaan saakka. Hiehot saavat keskimäärin pienempiä vasikoita, riippumatta niiden elopainosta. Lammisen (2006, 107) mukaan sopiva nettopäiväkasvu on maitorotuiselle lihahiehelle 450-550 grammaa ja liharotuiselle naudalle 800-1300 grammaa. Nettopäiväkasvu lasketaan vähentämällä ruhopainosta syntymä- tai välityspaino kerrottuna luvulla 0,45 ja jakamalla saatu loppusumma kasvatuspäivien lukumäärällä. Rajalan (1993, 177) mukaan naudan elopainon noustessa heikkenee rehuhyötysuhde eli rehutarve jokaista tuotettua lihakiloa kohden kasvaa.

Ravinnonsaantia rajoittamalla on mahdollista vaikuttaa nautojen kasvuun kahdella eri tavalla. Mannin (1999, 5) mukaan ”korvaava kasvu tarkoittaa kasvun nopeutumista eläinten ravinnonsaannin rajoituksesta aiheutuneen hitaamman kasvuvaiheen jälkeen”, kun taas ”taantuva kasvu on puolestaan ravinnon saannin rajoituksesta johtuvaa kasvun hidastumista nopean alkukasvun jälkeen”. Korvaavan kasvun tarkoituksena on säästää sonnien kasvupotentiaali loppukasvatukseen, jolloin normaalisti lihaksen muodostus alkaisi heiketä ja rasvan kertyminen ruuhon lisääntyä. Taantuvan kasvun periaatteella eläimiltä vähennetään rehun syöttöä teurasajankohdan lähestyessä.

Honkavaaran (2005, 62, 70) mukaan maitorotuisilla teurassonneilla kolmivaihekasvatustapa nostaa ruhopainon yli 350 kiloon. Kolmivaihekasvatuksessa vasikat kerätään syntymätiloilta välikasvatamoihin, joista ne siirretään noin puolivuotiaina loppukasvatamoon. Tuottajat pyrkivät tasaiseen, nopeaan kasvuun. Tällöin pintarasvan muodostumisen ja yleensä ruhon rasvoittumisen riski kasvaa. Honkavaaran tekemä tutkimus arvioi ruhopainon ja ruokinnan vaikutusta ruhon kaupalliseen arvoon. Tutkimuksen mukaan sonnien ruhopainon kasvaessa 288 kg:sta 380 kg:aan ruhon arvo kasvoi, mutta ruhosta saatu kilohinta aleni. Honkavaaran mukaan maitorotuisten sonnien optimaalinen ruhopaino on todennäköisesti 280-320 kg vaiheilla.

Ruhopainon taloudelliseen optimiin on EU-kauden aikana vaikuttanut eläimen painoon ja/tai ikään sidotut kotieläintuet. Siirtymäkaudella vuosina 1995-2000 raja oli 220 kg ja 15 kk. Vuonna 1996 taloudellisesti optimaalinen ruhopaino oli 230 kg, toteutunut keskiarvo koko maassa oli 275 kg. Agenda 2000 -kaudella Suomi sai maksaa teurastetuille naudoille palkkiota ja lisäpalkkiota. Lisäpalkkion raja hiehoille oli 160 kg ja sonneille 270 kg. Ruhopainon taloudellinen optimi oli kauden puolivälissä 270 kg ja toteutunut keskiarvo kirjanpitoiltoilla oli 320 kg. Tutkijoiden ennusteet ruhopainon laskusta eivät ole osoittautuneet oikeiksi. Nykyisessä alueellisessa yhdistelmätukimallissa teurastettujen eläinten palkkioiden raja kulkee hiehoilla 170 kg:ssa ja sonneilla 220 kg:ssa. Taloudellinen optimiruhopaino on noussut jo yli 300 kg:aan. (Korvenoja 2009, 21-27.)

Kansallista kotieläintalouden tukea maksetaan teurashieholle koko maassa ja teurassonneille sekä -härille Pohjois-Suomessa, tukialueilla C3 ja C4. Eläimen on oltava tuen hakijan hallinnassa teurastusta edeltävän 90 vuorokauden aikana yhtäjaksoisesti 60 vuorokautta. Ruhon tulee olla todettu lihantarkastuksessa ihmisravinnoksi kelpaavaksi ja täyttää vähimmäispainovaatimus, joka on hiehoilla 170 kg ja sonneilla ja härillä 220 kg. EU:n maksamaa eläinpalkkiota voi hakea sonneille sekä härille koko maassa. Sonnipalkkiota voi hakea vain kerran sen elinaikana, kun taas härille palkkiota voi hakea kahdesti. Lisäksi EU maksaa tuotantopalkkiota teurastetuille urospuolisille nautaeläimille, joiden ruhopaino on \leq 330 kg sekä hiehoille, joiden ruhopaino on vähintään 220 kg. (Mavi 2008, 88, 100.)

3 TEURASTULOSTUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT

Tämän tutkimuksen aineisto koostui teurastamoiden lähettämistä teurasilmoituksista, joita oli yhteensä 69 311 kappaletta. Naudat oli teurastettu suomalaisissa teurastamoissa 1.6.2007-22.2.2009 välisenä aikana. Aineisto koottiin tietokantatauluista, joihin oli kirjattu teurastamoilta vastaanotettuja tietoja sekä eläinten perus- ja sukulaisuustietoja. Teurastamoiden lähettämään dataan voitiin siis yhdistää tietoja useista eri neuvontaorganisaatioiden tietokantatauluista. Tutkimuksessa käytettyyn aineistoon lisättiin seuraavat tiedot: Eläimen isä, emä, emän poikimakerta, jälkeläisten määrä poikimisessa ja syntymäkarja.

Nautojen teurastiedot saapuvat Maatalouden Laskentakeskukseen teurastamoiden lähettämienä datasanomina, joista ne kirjataan neuvonnan tietokantoihin. Tiedon luovuttamista määrittävien säännösten mukaan nautarekisteriin ilmoitettuja tietoja ei voi käyttää suoraan neuvonnan tarpeeseen. Näin ollen tässä opinnäytetyössä käytettiin ainoastaan neuvontaorganisaatioiden hallitsemia tietoja. Koko teurastietoa ei käytetty, vaan siitä rajattiin joukko eläimiä pois rodun ja osin sukupuolen perusteella. Tarkastelun kohteeksi tässä tutkimuksessa valittiin rodusta ayrshire ja holstein-friisiläinen. Lehmät ja vasikat rajattiin pois tutkitavasta aineistosta. Tarkastelun kohteeksi valittiin sonnit ja hiehot. Aineiston rotujakauma

noudatti tarkkailuun kuuluvien lehmien kanssa samaa jakaumaa, ayrshireja oli 47 045 ja holstein-friisiläisiä 21 106 kappaletta. Sonniin teurastietoja oli 59 071 kappaletta. Niiden osuus aineistossa oli 87 prosenttia.

Aineiston alustavan analysoinnin perusteella päätettiin, mitkä arvot ja tekijät rajattiin pois lopullisesta tutkimuksesta. Aineisto päätettiin tutkia osaluokkina, jotka muodostettiin rodun ja sukupuolen perusteella. Osaluokiksi muodostuivat ay-sonnit ja fr-sonnit sekä ay-hiehot ja fr-hiehot. Tähän jaottelutapaan päädyttiin Parkkosen (1996) ja Liinamon (2000) tekemien tutkimusten perusteella. Aineiston keskiluvut ja hajontaluvut laskettiin SAS/STAT-ohjelman avulla.

Aineiston selittävät muuttujat luokiteltiin tilastollisen mallin laskentatarkkuuden parantamiseksi. Aineiston analysointia varten luotu tilastollinen malli koostui kiinteistä tekijöistä sekä satunnaistekijöistä. Aineisto analysoitiin osa-aineistoittain, joten sukupuoli ja rotu olivat aineiston kiinteitä tekijöitä. Muita luokiteltuja tekijöitä tilastollisen mallin laskennassa olivat isä ja teuraskarja (=satunnaistekijät) sekä teurastamo, emän poikimakerta, teurastuskuukausi, jälkeläisten määrä poikimisessa ja ikäluokka (=kiinteät tekijät). Fenotyyppiset korrelaatiot tutkittavien muuttujien välille laskettiin käyttämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa.

3.1 Aineiston kuvaus

Tutkimuksessa käytetty aineisto koostui teurastamoiden lähettämien teurassanomien sisällöstä. Teurastamoalan toimijan on ilmoitettava nautaeläimen ruhotiedot seitsemän vuorokauden kuluessa teurastuspäivästä Maatalouden Laskentakeskukseen. Ruholajin ja merkkilihan (esim. luomuliha) ilmoittaminen on vapaaehtoista, mutta suositeltavaa, jos tiedot ovat saatavilla. (Evira 2008.)

Teurastusilmoitus sisältää seuraavia tietoja;

- teurastuspäivä
- eläimen EU-tunnus
- eläimen myyjän tilatunnus
- keräilyaika
- hävitystapa (jos kuollut ennen teurastusta)
- teurastusnumero (ruhon käsittelynumero)
- ruhopaino
- hylätyn osan paino
- tilityspaino
- ruhon laatuluokka eli lihakuus
- rasvaluokka

Tutkittavasta aineistosta rajattiin pois ruholajin perusteella lehmät, härät, mullit, ruohovasikat ja pikkuvasikat. Maitorotuisten lehmien teurastusilmoitukset rajattiin pois tutkimuksesta, koska niitä ei ole ensisijaisesti kasvatettu lihantuotantoa varten. Härkiä oli aineistossa 21 kappaletta. Otos oli niin pieni, että siitä saadun tiedon perustella ei voinut tehdä oletuksia. Mullien, ruoho- ja pikkuvasikoiden saamat luokitustulokset ja ruhopainot eivät anna edustavaa

kuvaa yksilöistä, joten myös ne rajattiin pois aineistosta. Tutkittaviksi ryhmiksi valittiin hiehot (naaras, ei poikunut), nuoret ja vanhat sonnit (uros, paino yli 130 kg). Aineistosta ne voitiin poimia tunnuksilla A, B ja E.

Alustavan analysoinnin perustella pystyttiin toteamaan mitkä tekijät rajattiin pois varsinaisesta tutkimuksesta. Lihakkuus oli tutkittava tekijä, joten hylätyt ruhot (HY = 90 kpl) ja ruhot joilta puuttui arvostelu (999 = 9 kpl) poistettiin aineistosta. Aineistosta rajattiin pois myös kaksi ruhoa, joilta ei löytynyt rasvaisuusluokitusta (999 = 2 kpl) sekä ruhot, joiden ruhopainoa ei ilmoitettu (00,00 kg = 2 kpl). Sukupuoli oli tutkimuksen selittävä tekijä, ja sen johdosta härkien (21 kpl) tiedot poistettiin tutkimuksesta. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia lihan tuotantoeläimien teuraslaatua, joten yli 1000 vrk vanhojen eläimien tiedot rajattiin pois aineistosta. Kokonaisuudessaan aineistosta rajattiin pois 1160 kpl teurasilmoitusta, joten hylättyjen teurasilmoitusten osuus oli kaksi prosenttia koko aineistosta.

3.2 Tutkittavat muuttujat

Tutkittavia muuttujia ovat lihakkuus, rasvaisuus ja ruhopaino (taulukko 4). Lihakkuus ilmaistiin aineistossa Europ-luokituksen mukaisilla kirjaintunnuksilla. Tutkimuksen tilastollisen luonteen takia lihakkuusluokituksen mukaiset kirjaimet (Europ) muutettiin vastaamaan numeroita 11-0. Numeeriseksi muutettuna Europ-luokitusta voidaan käyttää muuttujana ja laskea lihakkuudelle keski- ja hajonta-arvoja. Rasvaisuusluokan arvoja 1-5 käytettiin sellaisenaan tutkimuksessa. Teurastamoiden ilmoittamat ruhopainot huomioitiin yhden kilon tarkkuudella.

Lihakkuus	E	U	R+	R	R-	O+	O	O-	P+	P	P-	HY
	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Rasvaisuus	1		2		3			4		5		
Ruhopaino	Paino ilmoitetaan 1 kg:n tarkkuudella											

Taulukko 4: Tutkittavat muuttujat ja niiden saamat arvot.

3.3 Selittävät muuttujat

Tutkimuksen selittäviä muuttujia (taulukko 5) olivat rotu, sukupuoli, teurastusikä, isä, emän poikimakerta, poikimisesta syntyneiden vasikoiden määrä, teurastus- tai kasvatuskarja, teurastusvuosi ja teurastuskuukausi. Tutkittaviksi roduiksi valittiin ayrshire ja holstein-friisiläinen. Aineistossa rodut olivat tunnuksilla 1=ayrshire ja 3=holstein-friisiläinen. Aineistossa esiintyi kolme eri sukupuolta, lehmä, sonni ja häikä. Sukupuoli itsessään ei ollut riittävän tarkka valintaperuste selittäväksi muuttujaksi. Tutkimukseen valittiin naudat ruholuokan perusteella. Valitut luokat olivat A nuori sonni, B vanha sonni ja E hieho. Nuorten ja vanhojen

sonnien aineisto yhdistettiin, joten jäljelle jäi kaksi tutkittavaa sukupuolta, jotka olivat aineistossa tunnuksilla 0=sonni ja 1=hieho.

Teurastusikä vuorokausina laskettiin aineistosta vähentämällä syntymäaika teurastusajasta. Isän kantakirjanumero tarkistettiin syntymätunnuksen perusteella Faba Jalostus Oy:n ylläpitämästä WWWSonni-palvelusta. Emän syntymätunnus, poikimakerta ja poikimatapahtuman jälkeläismäärä haettiin toisesta rekisteristä ja yhdistettiin aineistoon. Teurastusvuosi (2007-2009) ja teurastuskuukausi (1-12) määritettiin teurastuspäivän perusteella.

Määre	Arvo	Selite										
Rotu	1	Ayrshire										
	3	Holstein-Friisiläinen										
Sukupuoli	0	Sonni										
	1	Hieho										
Teurastusikä	Ikä vuorokausina											
Isä	Isän syntymätunnus											
Emä	Emän syntymätunnus											
Karja	Syntymäkarja	Teuraskarja										
Teurastusvuosi	2007	2008	2009									
Teurastuskuukausi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Taulukko 5: Selittävien muuttujien numeeriset arvot.

3.4 Tilastollinen malli

Tilastollista mallia varten aineiston selittävät tekijät luokiteltiin, jotta laskenta voitiin suorittaa kiinteiden tekijöiden avulla. Mallin muodostamisessa huomioitiin ainoastaan vuoden 2008 teurasilmoitukset. Vuosille 2007 ja 2009 ei ollut kerääntynyt havaintoja kaikille kuukausille, joten ne päätettiin jättää pois vääristävän vaikutuksen johdosta. Tämän karsinnan johdosta havainnoista jäi mallin ulkopuolelle noin yksi neljäsosa teurasilmoituksista. Parkkonen (1998, 7) käytti tutkimuksessaan eläinmallia varianssikomponenttien ja kiinteiden tekijöiden välisten erojen arvioimiseen.

Tässä tutkimuksessa käytetty tilastollinen malli koostuu seuraavasti;

$$\begin{array}{l}
 \text{Lihakkuus} \\
 \text{Rasvaisuus} \\
 \text{Ruhopaino}
 \end{array}
 =
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Isä, teuraskarja, teurastamo, emän poikimakerta,} \\
 \text{teurastuskuukausi, jälkeläisten määrä poikimisessa ja} \\
 \text{ikäluokka}
 \end{array} \right.$$

Kaikki varianssikomponentit (lihakkuus, rasvaisuus ja ruhopaino) arvioitiin yhden ominaisuuden mallilla osa-aineistoista. Aineistolle tehtiin varianssianalyysit SAS/STAT-ohjelmistolla. Sen avulla voidaan tutkia samanaikaisesti usean normaalijakautuneen populaation keskiarvojen välisiä eroja. Tässä tutkimuksessa käytettiin III-tyyppin varianssianalyysimallia eli kaksisuuntaista varianssianalyysiä, jota kutustaan myös sekamalliksi. Tähän testiin päädyttiin, koska kiinteiden tekijöiden yhteisvaikusta ei tiedetä ja eikä tutkita tässä tutkimuksessa. Laajan aineiston testauksen kanssa on huomioitava se tosiasia, että kiinteät tekijät osoittautuvat useammin tilastollisesti merkitsevämmiksi kuin suppeampaa aineistoa käytettäessä. Todellisuudessa ero kiinteän luokan sisällä, esimerkiksi sen keskiarvojen välillä, voi olla pieni. (Ranta, Rita & Kouki 1999, 224-225, 264.)

Taulukossa 6 esitetään, mitä arvoja tilastollisen mallin tekijät voivat saada. Esimerkiksi osa-aineiston ay-sonnit mukaan oli merkitty eläimille isiksi 874 eri sonnia. Tässä aineistossa eri teuraskarjoja oli lukuisia, esimerkiksi ay-sonneja oli viety teuraaksi yhteensä 1 964 eri tilalta. Tilastollisen mallin laskennassa käytetty aineisto koostui kahden eri teurastamon lähettämistä tiedoista. Tutkimusten mukaan emän poikimakerta vaikuttaa syntyvän vasikan kokoon ja tätä kautta eläimen teuraspainoon. Sen johdosta tilastollisen mallin laskentaan otettiin mukaan emän poikimakerta. Teurastusvuosi koskettiin rajaamaan vain vuonna 2008 tulleita teurastusilmoituksia. Kiinteän rajauksen vuoksi ajankohtaa määriteltiin vain kuukausi-tekijän avulla. Jälkeläisten määrä poikimisessa voi vaikuttaa vasikoiden syntymäpainoon ja tätä kautta eläimen aikuispainoon. Eläimet on teurasiän perusteella luokiteltu kahteenkymmeneen eri ikäluokkaan.

Tekijä	Arvot																			
Poikimakerta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
Teurastuskuukausi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
Jälkeläisten määrä	1	2	3																	
Ikäluokka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Taulukko 6: Tilastollisen mallin kiinteiden tekijöiden luokittelussa saamat arvot.

3.5 Fenotyyppisten korrelaatioiden laskenta

Fenotyyppiin eli yksilön kaikkien havaittavien ominaisuuksien kokonaisuuteen vaikuttaa yksilön vanhemmiltaan perimien geenien kokonaisuus sekä ympäristötekijät. Korrelaatiokerroin mittaa muuttujien välisen lineaarisen riippuvuuden voimakkuutta (Ranta & kump. 1999, 431). Korrelaatiokertoimien avulla arvioitiin, miten vahva fenotyyppinen korrelaatio oli lihakkuuden, rasvaisuuden ja ruhopainon välillä. Fenotyyppisten korrelaatioiden laskentaan käytettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa.

4 NAUTAEÄINTEN RUHOJEN LUOKITUSTULOSTEN SELITTÄVIÄ TEKIJÖITÄ

Ruhon laadun selittäviä tekijöitä ovat rotu, sukupuoli, teurastusikä, isä, emä, karja, teurastusvuosi ja teurastuskuukausi. Sukupuolen vaikutus ruhon laatuun on huomattava. Erot sonnien eduksi ilmenevät kasvunopeudessa, rehun hyväksikäytössä sekä ruhon koostumuksessa. Sonnit luokituvat pääsääntöisesti lihakuusluokkaan O ja ovat vähärasvaisempia kuin hiehot tai lehmät. Sonnin voi kasvattaa myös korkeampaan ruhopainoon kuin hiehon. Hiehojen ruokintaa pitää rajoittaa rasvoittumisen vuoksi, joten sonnit saavuttavat teuraskypsyyden aikaisemmin. Siksi eläinryhmän viettämä aika tuotantorakennuksessa on lyhempi ja tuotanto laskennallisesti kannattavampaa.

Maitorotuisista naudoista puhdasrotuiset friisiläiset kasvavat nopeammin ja kookkaammiksi kuin ayrshiret. Holsteingeenien lisääntyminen friisiläisessä rodussa on kuitenkin heikentänyt sen kasvukykyä ja on vaikuttanut erityisesti lihakuuden laskuun. Rotu vaikuttaa siihen, missä vaiheessa eläin alkaa rasvoittua. Liharodut voidaan kasvattaa korkeampiin ruhopainoihin kuin maitorodut ilman ruhojen rasvoittumisongelmaa. Aikuispainoltaan suurikokoiset liharodut, esim. charolais, simmental, limousin kasvavat nopeasti ja rasvoittuvat hitaammin kuin hitaasti kasvavat pienikokoiset rodut kuten aberdeen angus, hereford ja highland cattle. (Huuskonen 2006, 62-63; Lamminen & kump. 2007, 2, 10.)

Naudan keskimääräinen teurasprosentti on noin 45-65 ja se vaihtelee rodusta, iästä ja sukupuolesta riippuen. Teurasprosentti lasketaan jakamalla ruhopaino elopainolla ja tulos kerrotaan sadalla. Maitorotuisilla naudoilla teurasprosentti on alhaisempi kuin liharotuisilla, koska ne ovat vähemmän lihakkaita. Teurasominaisuuksien paraneminen saattaisi nostaa lehmän ylläpitokustannuksia, sillä tehtyjen tutkimusten mukaan lehmien lihakuuden ja elopainon lisääntyminen johtaa ylläpitoenergian kasvuun (Parkkonen 1998, 40). MTT:n tekemässä ”Kestävä lehmä” -hankkeen loppuraportissa todettiin, että suuri elopaino rasittaa lehmien hyvinvointia ja täten lyhentää niiden elinikää. Elopainon merkitys kestävyteen oli ayrshire- ja holstein-friisiläis-rotuisille lehmille tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). (Toivakka & Mäntysaari 2006, 75-82.)

4.1 Sukupuoli

Sukupuolen vaikutus ruhon laatuun on Kiljusen (1996, 18,51) mukaan merkitsevä. Hänen saamiensa tutkimustulosten perusteella sonnien ja hiehojen välillä oli merkitsevä ero ($p < 0,001$) lihakuudessa, nettokasvussa ja rasvaisuudessa. Hänen mukaansa sonnit olivat nettokasvultaan parempia ja rasvattomampia kuin hiehot. Lammisen (2006, 2) tekemän päätelmän mukaan hiehon kasvattaminen yli 400 kg:n elopainoon lisää rasvoittumisriskiä. Parkkosen (1998, 26) tekemän tutkimuksen mukaan sukupuolten väliset erot olivat merkitseviä kaikissa ominai-

suuksissa (ruhopaino, lihakkuus ja rasvaisuus). Hänen mukaansa sukupuoli vaikuttaa enemmän laatuun kuin rotu ja sukupuolten väliset teurasominaisuuksien erot suurenevat eläinten iän myötä.

Liinamon (2000, 17, 27-28) tekemän tutkimuksen mukaan hiehojen saamat arvot lihakkuudesta olivat yhden luokan alhaisempia kuin keskimäärin sonneilla. Tämä selittää sen seikan, että hiehojen ruhopaino oli noin 70 kiloa alhaisempi kuin sonneilla, joiden ruhopaino oli keskimäärin 273 kiloa. Suurin osa ay-sonneista sijoittuu rasvaisuudessa luokkaan 2, kun taas hiehojen rasvaisuus vaihteli. Hiehot olivat keksimäärin 0.5 astetta rasvaisempia kuin sonnit. Hiehot rasvoittuvat iän myötä enemmän, joten sukupuolen vaikutus ruhon rasvaisuuteen kasvaa iän myötä. Hiehojen vaihtelevammat rasvaisuusluokitustulokset mahdollistavat rasvaisuuden tarkemman ennusteen jalostusarvosteluun. Liinamo toteaa väitöksessään, että on tärkeä ottaa molemmat sukupuolet osaksi tutkimusta.

Sonni saavuttaa jokaisen kilon aina 200 kilon ruhopainoon saakka alhaisemmalla rehunkulutuksella kuin härkä tai hieho (Huuskonen 2006, 62). Sonni tuottaa yhden teuraskilon 10-15 % pienemmällä energiamäärällä kuin härkä. Hieho tarvitsee 12-18 % enemmän ravintoa kuin sonni teuraskilon tuottamiseen. Hiehot alkavat rasvoittua voimakkaammin saavutettuaan sukukypsyyden, siihen vaikuttaa enemmän hiehon elopaino kuin ikä (Rajala 1993, 174). Ruokinnan voimakkuudella voidaan vaikuttaa siihen, milloin hiehon ensimmäiset kiimat ilmenevät. Rajalan (1993, 174) mukaan hiehon elopainovälillä 150-300 kg päiväkasvu ei tulisi ylittää 700 grammaa päivässä.

Ruotsissa on alettu kastroida maitorotuisia sonnivasikoita nuorina häräksi ja kasvattaa niitä luonnonlaitumilla teurasikään saakka. Ruotsin maatalousyliopiston Skaran tutkimusasemalla tehdyssä tutkimuksessa (Johansson 2008) on päädytty seuraavaan tulokseen: Kaksinkertainen väkirehuannos ja viiden kuukauden loppukasvatuskausi luonnonlaitumien jälkeen antavat härälle parhaan lisäkasvun. Tämän kasvatusmallin mukaan tuottaja on oikeutettu korkeampiin eläinpalkkioihin kuin sonneja kasvattamalla, lisäksi tuottaja voi hakea suurempaa ympäristötukea luonnonlaitumille. Myös Suomessa härälle voi hakea palkkiota kaksi kertaa yhden sonnipalkkion sijaan (Mavi 2008, 88, 100). Kastratio alentaa päiväkasvua noin kymmenen prosenttia ja lisää ruhon rasvoittumista verrattuna sonneihin (Huuskosen 2006, 62; Lamminen & kump. 2007, 2).

4.2 Rotu

Kiljusen (1996, 42, 51-52) mukaan isän rotu vaikutti tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,001$) ruhon laatuun ja rasvaisuuteen. Hänen tekemänsä tutkimuksen mukaan liharotuisten isien jälkeläiset luokitettiin paremmin kuin maitorotuisten jälkeläiset. Maitorotuisista friisiläiset

luokittuivat lihakkuudessa ayrshirejä paremmin, mutta niiden ruhot olivat rasvaisempia. Kiljunen toteaa tutkimuksessaan, että holsteinosuuden lisääntyminen friisiläiseläimen perimässä heikensi ruhon lihakkuutta tilastollisesti merkittävästi ($p < 0,001$), mutta muihin ruhon laatuominaisuuksiin sillä ei ollut vaikutusta.

Myös Parkkosen (1998, 26, 38) mukaan holsteingeeneisuuden lisääntyminen on heikentänyt friisiläisten eläinten lihakkuutta ja täten myös lihakkuusluokittumista. Parkkosen saamien tulosten mukaan teuraat, joiden perimässä oli yli 70 % holsteingeenejä, luokittuivat 0.7 lihakkuusluokkaa huonommin kuin friisiläisrotuiset. Parkkonen toteaa yhteenvedossaan, että friisiläisrotuisten eläinten ruhot olivat keskimäärin painavampia, lihakkaampia ja rasvaisempia kuin ay-rotuisten eläinten ruhot.

Liinamon (2000, 17) saamien tuloksien mukaan fr-sonnien ruhopaino (280 kg) oli keskimäärin 10 kiloa enemmän kuin ay-sonnien (taulukko 7). Hiehoilla ero oli keskimäärin 8 kiloa näiden kahden rodun välillä. Merkittävä on se seikka, että fr-hiehot olivat rasvaisempia kuin ay-hiehot. Sonnien välille Liinamo ei löytänyt tilastollisesti merkityksellistä eroa rasvaisuudessa rodusta huolimatta. Liinamon mukaan erityisesti ayrshire-rodusta olisi mahdollista löytää hyvien tuotosominaisuuksien lisäksi hyvää ruhon laatua periyttäviä sonneja keinosiemennyskäyttöön.

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino, kg
Ay-sonni	4,43	2,15	270
Fr-sonni	4,75	2,19	280
Ay-hieho	3,50	2,69	201
Fr-hieho	3,85	2,81	209

Taulukko 7: Liinamon (2000) tutkimuksen tunnusluvut.

4.3 Ikä

Nautaeläimen kasvu hidastuu sen saavutettua sukukypsyyden noin kuuden kuukauden iässä. Saavutettuaan sukukypsyyden alkaa lihaskudoksen kasvu hidastua rasvakerroksen kasvuun verrattuna. Luiden suhteellinen osuus ruhossa pienenee ja rasvan osuus kasvaa (Rinne 1996, 64). Hiehot saavuttavat sukukypsyyden eli rasvoittumispisteen nuorempina kuin sonnit. Naudat teurastetaan sukukypsyyden saavuttamisen loppuvaiheessa eli noin kahden vuoden ikäisinä. Täysikasvuina pidetään neljän vuoden ikäistä nautaeläintä. (Lamminen & Kump. 2006, 5-6.)

Maitorotuisten lehmien poikimista ei ole sidottu mihinkään vuodenaikaan, vaan vasikoita syntyy ympäri vuoden. Tämän takia kotimaista naudanlihaa ja maitoa on saatavilla ympäri vuo-

den. Emolehmätuotannossa pyritään ajoittamaan poikima-aika yleensä kevääseen ja sen takia liharotuisten nautojen teurasajankohta on pääosin syksyllä. Teuraskypsyyttä ei määritellä pelkästään iän tai elopainon perusteella. Teuraskypsyys arvioidaan silmävaraisesti seuraamalla naudan lihakkuuden ja rasvaisuuden kehittymistä. Lihakkuuden arvioinnissa otetaan huomioon kylkiluiden, ristiselän, hännänjuuren ja lapaluiden harjan lihakkuus. Rasvaisuus arvioidaan hännän tyven, rintaröyhelön ja kylkiluiden päältä. Eläin on teuraskypä, kun ruho on ohuen pintaraskan päällystämä. Tämän lisäksi paistit, selkä ja lavat ovat pyöristyneet. (Edu 2007; Lamminen 2006, 109,116.)

Liinamon (2000, 17) käyttämässä aineistossa eläimet teurastettiin keskimäärin 18,5 kuukauden iässä. Fr-rotuiset naudat teurastettiin keskimäärin 0,5 kuukautta nuorempina kuin ay-rotuiset naudat. Rasvaisuus erityisesti hiehoilla ja lihakkuus sonneilla kasvoivat iän myötä. Kiljusen (1996, 37) aineiston mukaan eläimet teurastettiin keskimäärin 16 kuukauden ikäisinä ja 474 kg elopainossa. Rinteen (1996, 64, 92) mukaan ruhon laatuun vaikuttaa keskeisesti eläimen ikä teurastettaessa, sillä naudan vanhetessa lihaksen myoglobiini- ja rasvapitoisuus suurenee sekä lihas sitkistyy kollageenin rakenteen lujittumisen vuoksi.

4.5 Perimä

Perintö- ja ympäristötekijät vaikuttavat naudan kasvunopeuteen (Lamminen 2006, 109-110, 116). Perinnölliset tekijät jaetaan kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin ominaisuuksiin. Tuotosominaisuudet ovat määrällisiä mitattavia ominaisuuksia. Periytymisasteen vaikutus jaotellaan seuraavasti: Alhainen $h^2 \leq 0,1$, keskinkertainen $0,1 \leq h^2 \leq 0,4$ ja korkea $h^2 \geq 0,4$ (Juga & kump. 1999, 69). Niskanen (2006, 186) esittää, että lihan laadulla olisi 0.3-0.5, ja teurasprosentilla 0.5-0.7 periytymisaste. Rajalan (1993, 219) mukaan periytymisasteet ovat kasvukyvylle 0.25-0.5 ja rehunkäyttökyvylle 0.3-0.4. Lihantuotantokyvyn periytyvyys on hänen mukaansa suhteellisen korkea, joten jalostustyöllä voisi saavuttaa tuloksia kohtuullisen nopeasti.

Parkkosen (1998, 27-29) tekemässä progradu-työssä ”Maitorotuisten sonnien ja hiehojen teurasominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut” saatiin seuraava tulos: Ruhopainon periytymisaste oli 0.00-0.12, lihakkuuden periytymisaste oli 0.16-0.31 ja rasvaisuuden periytymisaste oli 0.08-0.20. Kiljunen (1996, 49) päätyi tutkimuksessaan samansuuntaisiin tuloksiin lihakkuuden (0.38) ja rasvaisuuden (0.18) periytyvyyden suhteen. Hän esitti myös, että kasvun ja lihakkuuden välillä on voimakas geneettinen korrelaatio (0.43). Sen mukaan nopeasti kasvavat eläimet olisivat lihakkaampia kuin hitaasti kasvavat. Rasvaisuuden ja kasvun välillä hän ei havainnut yhtä vahvaa geneettistä korrelaatiota (0.23).

Parkkonen (1998, 31-34) sai ruhopainon ja lihakkuuden väliseksi geneettiseksi ja fenotyyppiseksi korrelaatioksi ay-sonnilla ja -hiehoilla 0.66 sekä fr-hiehoilla 0.65. Fr-sonnit poikkesivat

aineistosta, sillä geneettinen korrelaatio oli vain 0.38. Parkkonen totesi, että useimmissa tutkimuksissa geneettinen korrelaatio ominaisuuksien välillä on arvioitu hieman korkeammaksi kuin fenotyyppinen korrelaatio. Ruhopainon ja rasvaisuuden fenotyyppinen korrelaatio oli hiehoilla (ay 0.59, fr 0.68) korkeampi kuin sonneilla (ay 0.36, fr 0.42). Geneettinen korrelaation ruhopainon ja rasvaisuuden suhteen oli alhainen, ay-sonneilla 0.16 ja muilla eläinryhmillä ei löytynyt korrelaatiota juuri lainkaan. Lihakkuuden ja rasvaisuuden väliset korrelaatiot olivat pienempiä kuin ruhopainon ja lihakkuuden väliset arviot. Parkkonen toteaaakin, että jalostusvalinta hyvän ruhopainon tai lihakkuuden suhteen vaikuttaa rasvaisuuteen vain vähän.

Liinamon (2000, 27-28) mukaan nuorten ay- ja fr-rotuisten teurasnautojen ruhopainoa ja ruhon laatua on mahdollista parantaa jalostuksella. Ruhon laatua parantavien tekijöiden mukaanottaminen jalostusohjelmaan on Liinamon mielestä tärkeää. Hänen mukaansa parantunut kunto eli lisääntynyt ruhon rasvaisuus ja lihakkuus, voivat vähentää maidontuotannon aiheuttamaa stressiä korkeatuottoisten lehmien elimistölle. Liinamon tutkimuksen aikaan jalostustavoitteissa ei huomioitu lihantuotanto-ominaisuuksia lypsyrotuisilla eläimillä. Hän arvioi, että negatiivisesti korreloiva perinnöllinen yhteys maidontuotannon ja ruhon laatuominaisuuksien välillä tulisi heikentämään entisestään lehmien lihakkuutta ja rasvaisuutta tulevaisuudessa.

MTT:n tekemän tutkimuksen ”Liharotusiemennykset osana lypsylehmien uudistusstrategiaa” (Huuskonen, Rantakangas, Kokkonen, Kauppiainen, Kainulainen, Lindeberg & Suhonen 2004, 7) tarkoituksena oli selvittää liharotusiemennysten lisäämisen mahdollisuuksia ja esteitä lypsykarjatiljoilla. Teurastamot haluaisivat lisää liharoturisteytyksiä, sillä niiden kasvu- ja laatuominaisuudet ovat paremmat kuin maitorotuisilla naudoilla. Tutkimuksesta saatujen tulosten mukaan maidontuottaja tarkastelee ensisijaisesti vain oman tilansa tuotantoa ja tämän johdosta useimmille tuottajille on aivan yhden tekevää, lähteekö vasikka välitykseen risteytyseläimenä vai maitorotuisena. 1970-luvulla aloitetun Maito-liha-ohjelman tarkoituksena oli, että heikoin 15 %:a lehmistä olisi siemennetty liharotuisilla sonneilla. Ohjelman alkuaikoina liharotusiemennyksiä tehtiin noin 7 %, vuonna 2001 niitä oli enää 4,1 prosenttia.

4.6 Ympäristö

Tauriaisen (2007, 30-31) mukaan ympäristövaikutuksen voi jakaa systemaattisiin ja satunnaisiin tekijöihin. Systemaattinen tekijä pitää sisällään karjan vaikutuksen. Ympäristömuuntelua aiheuttaa karjakohtaisesti mm. ruokinta, hoito, tuotanto-olosuhteet ja yleisesti teurastusvuosi ja -kuukausi. Systemaattisten tekijöiden vaikutusta voidaan arvioida ja korjata jalostusarvoa laskettaessa. Jalostusarvo kuvaa eläimen perinnöllistä tasoa ja kertoo millainen perimä kyseisellä eläimellä tietyissä ominaisuuksissa on. Tuotantoympäristö saattaa vaikuttaa saa-

tuun arvosteluun yhteisen isän periyttämää tuotantokykyä enemmän, mikäli eläinten arvostelut perustuvat sukulaisten tuloksiin eri tiloilla (Juga & kump. 1999, 180).

Parkkosen (1998, 10) tekemässä tutkimuksessa karjan koon vaikutusta teurasominaisuuksiin tutkittiin luokittelemalla karjat viiteen luokkaan tilalta lähetettyjen teuraiden lukumäärän perusteella. Ruhopainoon vaikutti perinnöllisten tekijöiden lisäksi tuotantoympäristö ja erityisesti karjanomistajien käsitys sopivasta teurastuspainosta. Karja vaikutti ruhon lihakuuteen vähemmän kuin ruhopainoon. Karja vaikutti enemmän fr-rotuisten kuin ay-rotuiste eläinten ruhojen rasvaisuuteen. Liinamon (2000, 18) saamien tutkimustulosten mukaan karja vaikuttaa tuntuvasti ruhon laatuun. Ruhon painon vaihtelu karjojen välillä oli noin puolet fenotyypin vaihtelusta. Karjan vaikutus rasvaisuuteen oli pienempi ja se selitti 23-47 % vaihtelusta. Karjan vaikutus selitti 20-26 % fenotyypin vaihtelusta lihakkuusluokassa.

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa (Mossberg & Danielsson 1993) selvitettiin vuodenajan vaikutusta naudankasvuun. He tulivat seuraavaan tulokseen: Keväällä valon lisääntyminen kiihdyttää kasvua ja vähentää rasvan muodostumista. Valon määrän lisääntyminen saa aikaan hormonaalisia muutoksia, joilla on todettu olevan yhteyttä eläimen kasvuun ja rehunsyönnin lisääntymiseen. Vaikuttavia hormoneja on useita, mm. melatoniini, prolaktiini, sukupuolihormonit ja tyroksiini. Keskikesällä teurastettujen nautojen ruhot olivat rasvattomampia kuin vuoden vaihteessa teurastettujen, ero oli 1,6 prosenttia. Parkkonen (1998, 21) havaitsi teurastuskuukausien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja kaikkiin ominaisuuksiin (ruhopaino, lihakkuus ja rasvaisuus).

Valaistuksella on todettu olevan vaikutusta lihahiehokasvuun (Kauppinen, Nylander, Pekkanen, Huuskonen, Tuomisto, Martiskainen & Mononen 2004, 83-97). Lehmävasikoiden ja hiehojen kasvunopeuden on todettu paranevan, kun valojakson pituus on ollut talvella 16 tuntia. Päivittäiset kasvut paranivat 10-15 prosenttia verrattuna hiehoihin, joiden valojakson pituus oli ollut 9-12 tuntia. Sonnien kasvuun päivän pituus ei vaikuttanut. Sukukypsillä hiehoilla pitkä päivä lisäsi rehunsyöntiä ja vähensi ruhon rasvaisuutta sekä nosti kokonaislepoaikaa.

Rinteen (1996, 64, 73, 92) mukaan ruokinnan vaikutus lihan laatuun ei ole kovin suuri, jos perusrehut ovat hyvänlaatuisia ja tarvenormit täyttyvät. Rajalan mukaan (1993, 183, 242-243) naudankasvuun sukupuoli vaikuttaa ruokinnan suunnitteluun ja toteutukseen, sillä eri ryhmillä on erilaiset kasvutaipumukset. Sonnien kasvutaipumus tulisi hyödyntää voimakkaalla, väkirehuvaltaisella ruokinnalla. Ihanteellinen sonnien kasvusaika on noin 14-18 kuukautta ja ruhopainotavoite 300-350 kiloa. Hiehojen ja härkien ruokinta tulisi järjestää halvoilla karkearehuilla. Rehun laatu ja rehuannoksen koostumus vaikuttavat voimakkaasti rehuhyötysuhteen edullisuuteen. Kasvunopeus ja rehuhyötysuhde ovat taloudellisesti tärkeitä ominaisuuksia,

nopeasti tavoitepainon saavuttanut nauta kuluttaa rehua vähemmän kuin hitaasti kasvanut ja tuotantotilojen käyttö tehostuu eläinryhmien vaihtuessa nopeasti.

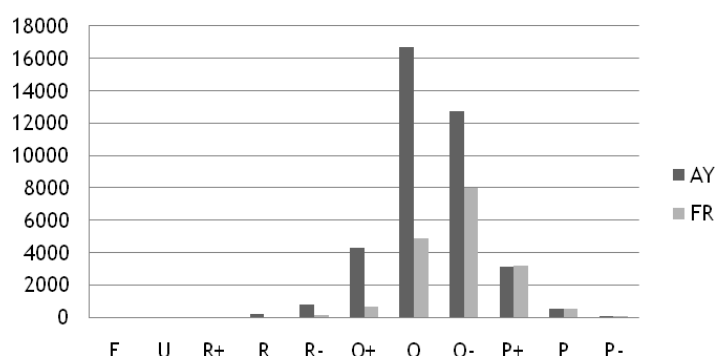
MTT:n tekemän ”Lihanautojen kylmäkasvatus” - hanke tutki maitorotuisen sonnien sopeutumista ympärivuotiseen ulkokasvatukseen. Kehittämishankkeen loppuraportti julkaistiin vuonna 2003 (Toim. Huuskonen). Sen mukaan maitorotuisia eläimiä voidaan kasvattaa kylmissä ympäristöissä ilman, että tuotantotulokset muuttuvat oleellisesti. Fr- ja ay-sonneja kasvatettiin kolmessa eri tuotantomuodossa, jotka olivat parsinavetta, pihatto, sekä metsätarha. Tuotantotutkimustulosten mukaan fr-rotuisilla sonneilla ruhopaino oli keskimäärin 413,6 kg, mikä oli selvästi suurempi kuin teurastettavilla eläimillä yleensä. Myös voimakas ruokinta nosti fr-sonnien rasvaisuusluokan (4,4) korkeaksi. Ay-sonnien ruhopaino oli 307,5 kg. Rasvaisuusluokka parsinavetassa kasvaneilla ay-sonneilla oli 2,9 ja kylmissä tuotanto-olosuhteissa 2,2. Rasvaisuudessa muodostui tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,02$) näiden kahden eri tuotantotavan välille. Teurasprosentti oli fr-sonneilla 54 ja ay-sonneilla 51.

5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

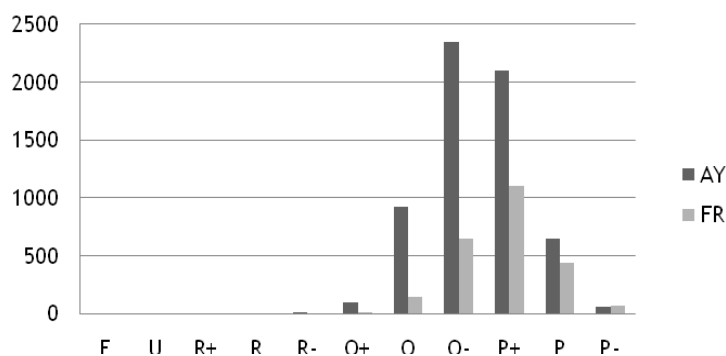
5.1 Tutkittavien muuttujien keski- ja vaihteluluvut

5.1.1 Lihakkuus

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty, kuinka aineiston eläinten lihakkuusluokitustulokset jakautuvat ro-dun ja sukupuolen perusteella eri luokkiin. Tämän perusteella voitiin päätellä, että yleisin oli lihakkuusluokka O (O+, O ja O-) ja siihen luokitui 80 prosenttia kaikista nautoista. Sonneista 47 242 kpl eli 85 % sijoittui lihakkuusluokkaan O. Hiehojen luokitustulokset sijoittuvat tasaisesti luokkiin O (n= 4144) ja P (n=4392). Korkeampiin lihakkuusluokkiin E, U ja R luokitui vain 1076 nautaa.



Kuva 3: Sonnien lihakkuusluokitustulokset.



Kuva 4: Hiehojen lihakuusluokitus tulokset.

Taulukossa 8 esitetään lihakkuuden keskiarvo koko aineistosta ja osa-aineistoittain. Sen mukaan ay-rotuiset naudat luokittuivat paremmin kuin fr-rotuiset. Ay-sonnit luokittuivat parhaiten saaden luokitukselta keskimäärin arvon O. Fr-sonnit luokittuivat niitä heikommin, niiden keskiarvo ja moodi olivat molemmat O-. Ay-hiehot saivat keskiarvoltaan korkeampia luokitus tuloksia kuin fr-hiehot. Ay-hiehojen yleisin frekvenssi oli lihakuusluokka O- eli sama luokka mihin fr-sonnitkin yleisimmin luokittuivat. Keskihajontaluvut eivät poikenneet paljon toisistaan. Fr-hiehoilla hajonta oli kaikkein pienintä.

Lihakkuus

	Keskiarvo	Moodi	Keskihajonta
Koko aineisto	4,33	4	1,03
AY -sonnit	4,63	5	0,96
FR -sonnit	4,12	4	0,91
AY -hiehot	3,60	4	0,95
FR -hiehot	3,16	3	0,89

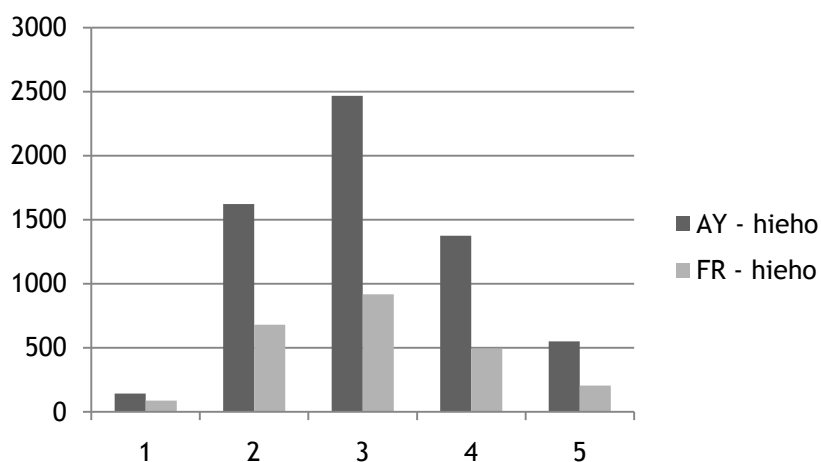
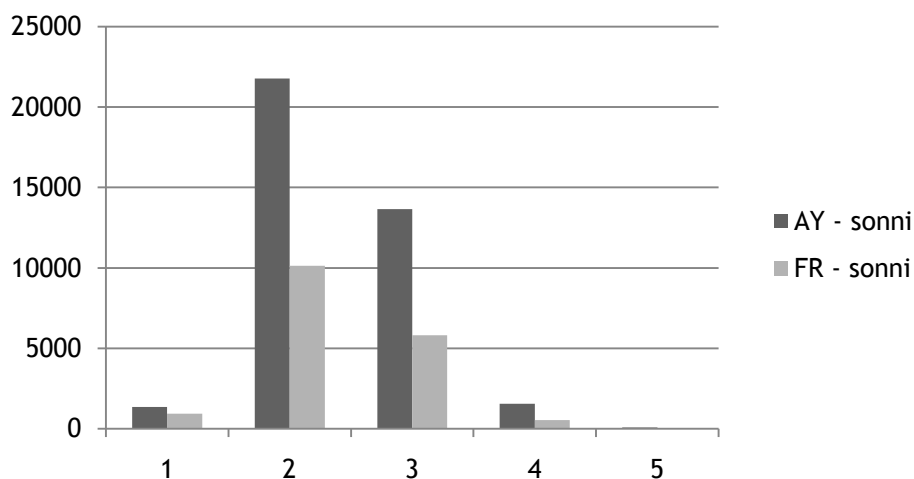
Lihakkuus	E	U	R+	R	R-	O+	O	O-	P+	P	P-	HY
	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Taulukko 8: Aineiston lihakkuuden tunnusluvut.

5.1.2 Rasvaisuus

Koko aineiston rasvaisuuden yleisin frekvenssi oli luokka 2 (kuva 5). Suurin osa sonnien rasvaisuusluokituksista sijoittui luokkaan 2. Kaikista havainnoista 56 prosenttia oli tässä luokassa. Toiseksi yleisin luokka sonneilla oli 3, siihen luokittui niistä 36 %. Hiehojen saamat rasvaisuusluokitukset varioivat laajemmin ja luokat jakaantuivat hieman tasaisemmin. Yleisin rasvai-

suusluokka oli hiehoilla 3 eli 39 prosenttia sijoittui tähän luokkaan. Rasvaisuusluokka 1 edustaa hyvin ohutrasvaista ruhoa ja luokka 5 hyvin paksun rasvakerroksen omaavaa eläintä. Ruhon vähärasvaisuus on tavoiteltu ominaisuus.



Kuva 5: Rasvaisuusluokitus jaoteltuna sukupuolen ja rodun perusteella.

Taulukossa 9 esitellään rasvaisuusluokituksen keski- ja hajontaluvut tämän tutkimuksen aineistosta. Koko aineiston keskiarvo 2,48 sijoittuu rasvaluokitusasteikon (1-5) keskivälille. Hiehot, rodusta huolimatta, luokittuivat keskimäärin yhtä luokkaa heikompaan arvoon kuin sonnit. Hiehoilla oli myös keskihajonta suurempi kuin sonneilla eli niiden rasvaisuus varioi enemmän. Rasvaisuusluokat jakaantuvat tasan viiteen luokkaan kokonaislukujen perusteella, joten keskiarvo tämän tutkittavan muuttujan kohdalla on suuntaa antava arvo.

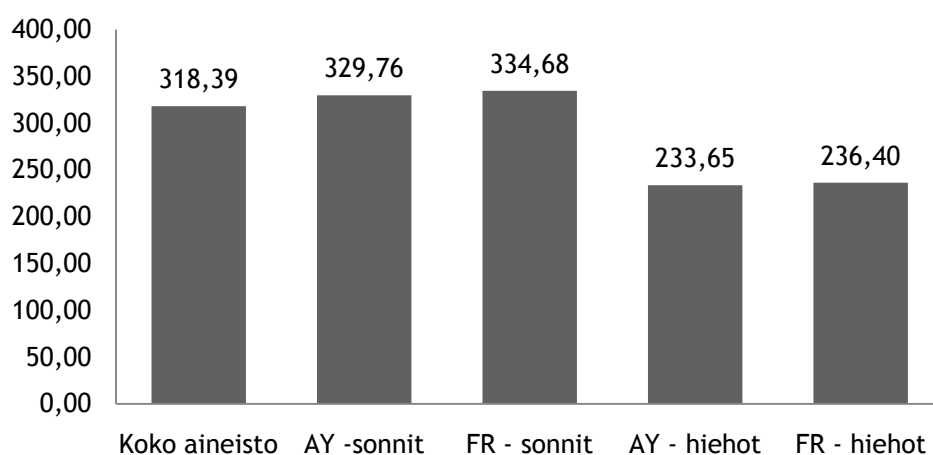
Rasvaisuus

	Keskiarvo	Moodi	Keskihajonta
Koko aineisto	2,48	2	0,72
AY -sonnit	2,40	2	0,63
FR - sonnit	2,34	2	0,63
AY -hiehot	3,06	3	0,96
FR - hiehot	2,98	3	0,98

Taulukko 9: Aineiston rasvaluokituksen tunnusluvut.

5.1.3 Ruhopaino

Kuvassa 6 esitetään koko aineiston ruhopainojen keskiarvot osa-aineistokohtaisesti. Huomioitavaa on, että ruhopainot olivat varsin tasaiset samaa sukupuolta koskevissa aineistoissa, mutta fr-sonnit ja -hiehot luokittuivat lihakkuudessa ay-nautoja heikommin. Kirjallisuuden mukaan korkeampi ruhopaino korreloi positiivisesti lihakkuuden kanssa, mutta tämän aineiston suhteen asia ei ole niin selvä. Hiehot ovat ruhopainoltaan noin 100 kiloa kevyempiä kuin sonnit.



Kuva 6: Osa-aineistojen ruhopainojen keskiarvot kiloina.

Taulukossa 10 esitetään ruhopainojen keskiarvot, moodi ja keskihajonta. Aineisto koostuu miltei 90 %:sti sonnien teurastiedoista, joten koko aineiston keskiarvoon 319,39 kg hiehojen noin sata kilogrammaa heikommat tulokset eivät ole vaikuttaneet paljon. Aineiston keskihajonta ei poikkea paljon osa-aineistoittain. Sonnien aineistossa yleisimmät frekvenssit olivat keskiarvoa korkeammat, kun taas hiehojen aineistossa asia oli käänteinen. Ruhopainojen keskiarvot eivät poikkea paljon toisistaan sukupuolen perusteella luokiteltuna.

Ruhopaino

	Keskiarvo	Moodi	Keskihajonta
Koko aineisto	318,39	331	60,32
AY -sonnit	329,76	341	50,50
FR - sonnit	334,68	350	51,64
AY -hiehot	233,65	220	48,22
FR - hiehot	236,40	213	47,76

Taulukko 10: Aineiston ruhopainon tunnusluvut.

5.2 Selittävien tekijöiden vaikutus tutkittaviin muuttujiin

5.2.1 Rotu ja sukupuoli

Rotu vaikutti tämän aineiston perusteella lihakkuuden ja ruhopainon keskilukuihin (taulukko 11). Rotu ei juuri vaikuttanut naudan rasvaisuusluokitukseen, ero oli todella pieni. Koko populaation perusteella ayrshire-rotuiset naudat ovat lihakkaampia ja rasvaisempia kuin holstein-friisiläiset. Ay-rotuiset naudat saivat keskimäärin 0,5 luokkaa paremman lihakkuusluokituksen tuloksen kuin fr-rotuiset. Tulosten perusteella ay-sonnit saavuttivat miltei saman ruhopainon lyhyemmässä ajassa kuin fr-sonnit. Ay-hiehot olivat muutaman kilon keveämpiä ja teurasusiältään keskimäärin 18 vuorokautta vanhempia kuin fr-hiehot.

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
AY	4,12	2,73	282
FR	3,64	2,66	285

Taulukko 11: Koko aineisto jaettuna rodun perusteella tutkittaviin muuttujiin.

Aineiston perusteella sonnit olivat lihakkaampia, rasvattomampia ja ruhopainoltaan raskaampia kuin hiehot (taulukko 12). Sukupuoli vaikutti rotua enemmän naudan saamaan teuraslaattia kuvaavaan luokitukseen. Keskiarvon perusteella ay-sonnien yleisin lihakkuusluokitus oli O. Fr-sonneilla yleisin ruholuokka oli O-. Ay-hiehojen lihakkuusluokituksen saamat tulokset olivat luokissa O- tai P+ ja fr-hiehoilla P+. On hyvä huomioida, että ay-hiehojen lihakkuusluokituksen moodi O- oli sama kuin fr-sonneilla. Yleisin rasvaluokka sonneilla oli 2 ja hiehoilla 3. Sonnien ruhot painoivat miltei sata kiloa enemmän kuin hiehojen. Hiehot saavuttivat tavoitellun teuraspainon hitaammin kuin sonnit, sillä niiden kasvua tuli rajoittaa. Hiehot teurastettiin keskimäärin viisi viikkoa myöhemmin kuin sonnit.

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Sonnit	4,36	2,39	333
Hiehot	3,38	3,02	235

Taulukko 12: Koko aineisto jaettuna sukupuolen perusteella tutkittaviin muuttujiin.

5.2.2 Teurastusikä

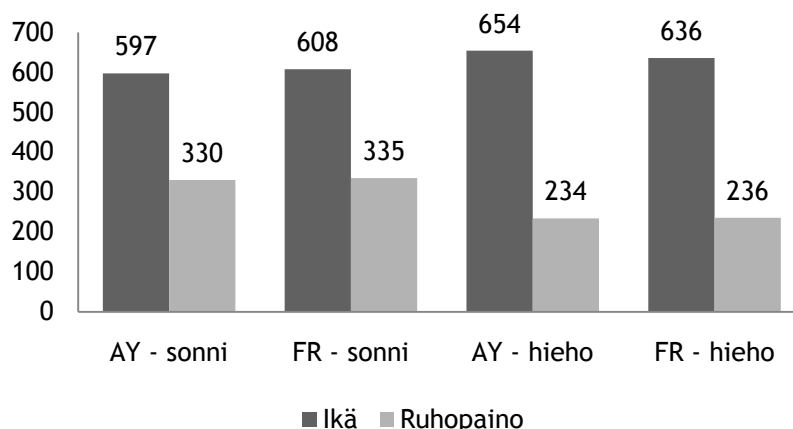
Koko aineiston teurasiän keskiarvo oli 613 vuorokautta eli reilut kaksikymmentä kuukautta (taulukko 13). Aineiston mukaan ay-sonnit teurastettiin nuorempina kuin fr-rotuiset sonnit. Fr-sonnit teurastettiin 11 vuorokautta vanhempina kuin ay-sonnit, kun taas fr-hiehot teurastettiin keskimäärin 18 vuorokautta nuorempina kuin ay-hiehot. Korkein teurastusikä oli ay-hiehoilla, ne teurastettiin keskimäärin 22 kuukauden iässä. Ay-sonnien ja ay-hiehojen teurastusiän välinen ero oli 57 vuorokautta.

Teurastusikä			
	Keskiarvo	Moodi	Keskihajonta
Koko aineisto	613	573	102
AY -sonnit	597	573	81
FR - sonnit	608	585	93
AY - hiehot	654	571	143
FR - hiehot	636	632	150

Taulukko 13: Teurastusiän keskiluvut aineistoittain.

Teurastusiän keskihajonta oli suuri tässä tutkimuksessa. Keskihajonnan suuri vaihtelu kertoo, että aineiston eläimet oli teurastettu hyvin eri-ikäisinä. Sonnien aineistossa keskihajonta oli pienempi verrattuna hiehojen aineistoihin. Huomioitavaa on myös se, että aineistosta poistettiin yli 1000 vuorokautta vanhojen eläinten tiedot, koska tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lihatuotantoon tarkoitettujen tuotantoeläinten ruhonlaadun ominaisuuksia.

Kuvassa 7 esitetään eläinten ruhopainon ja teurastusiän välistä yhteyttä. Eläimen elopaino kasvaa eläimen vanhetessa. Suurempi luku kuvaa eläimen teurasikää vuorokausina. Pienempi luku on osa-aineistojen keskimääräiset ruhopainot kiloina. Ruhopaino oli korkeampi holstein-friisiläisillä naudoilla. Eroa oli kuitenkin vain muutamia kiloja. Tutkimuksen mukaan ay-rotuiset naudat teurastettiin vanhempina kuin holstein-friisiläiset. Ero sonneilla oli yhdeksän vuorokautta ja hiehoilla 18 vuorokautta holstein-friisiläisten eduksi. Aineiston perusteella holstein-friisiläiset saavuttavat korkeamman ruhopainon lyhyemmässä ajassa kuin ayrshiret.



Kuva 7: Aineiston nautojen keskimääräiset teurastusiät ja ruhopainot.

5.2.3 Isä

Tässä tutkimuksessa käytetyn aineiston perusteella voidaan todeta, että isällä voi olla sekä positiivista että negatiivista vaikutusta jälkeläisen ruhon luokitustulokseen sekä ruhopainoon. Seuraavassa taulukossa 14 on eriteltyä aineiston viisi eniten käytettyä sonnia ja niiden vaikutus jälkeläisten saamiin luokituksiin ja ruhopainoon. Päättely tehtiin vertaamalla sonnin jälkeläisryhmän saamaa keskiarvoa osa-aineiston keskiarvoon. Arvo on saanut tunnuksen (+), jos arvo oli suurempi kuin keskiarvo ja arvon (-), jos saatu keskiarvo on ollut pienempi kuin osa-aineiston keskiarvo. Rasvaisuusluokituksen arvon pieneneminen vaikuttaa luokitukseen positiivisesti.

Ayrshire	Lihakkuus		Rasvaisuus		Ruhopaino	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
	4,63	3,6	2,4	3,06	329,76	233,65
41531 Puralan Orkko	-0,3	-0,13	-0,16	-0,25	-9,51	-9,34
41605 Pärepuusaaren Osandur	-0,17	-0,2	+0,02	+0,12	+0,9	5,7
41611 Ruokoniemen Orava	-0,14	-0,2	-0,16	-0,47	-10,27	-21,94
41638 Niemelän Ooppium	+0,11	+0,11	+0,04	+0,06	+4,92	2,79
41713 Hyötylän Piuha	+0,01	-0,02	-0,07	-0,22	-7,37	-22,57

Taulukko 14: Aineiston keskiarvojen erotukset ay-sonneilla ja -hiehoilla suhteessa isän jälkeläisryhmän tuloksiin.

Puralan Orkon (NTM +10) jälkeläiset saivat osa-aineiston keskiarvoa hieman matalamman arvon lihakkuudesta ja ruhopainosta. Hiehojen saama rasvaisuusluokitusarvo oli hieman keskiarvoa parempi. Pärepuusaaren Osandurin (NTM +20) jälkeläiset tässä aineistossa saivat keskimääräistä matalamman keskiarvon lihakkuudessa molemmissa sukupuolissa. Rasvaluokitus ja

ruhopaino vastasivat sonneilla aineiston keskiarvoa. Sitä vastoin hiehoilla rasvaisuus ja ruhopaino olivat hieman keskimääräistä korkeammat.

Ruokoniemen Orava (NTM +14) periyttää tämän aineiston perusteella keskimäärin lihakkuudessa heikommin luokitettavia jälkeläisiä. Jälkeläisten rasvaisuusluokitus oli keskimääräistä parempi ja ruhopaino pienempi molemmilla sukupuolilla. Niemelän Ooppiumin (NTM +24) jälkeläiset luokitettiin keskimäärin paremmin lihakkuudessa. Ruhon rasvaisuudessa ne edustivat aineiston keskiarvoa ja olivat ruhopainoltaan hieman keskimääräistä raskaampia. Hyötylän Piuhan (NTM +23) jälkeläiset vastasivat lihakkuudessa osa-aineistojen keskiarvoa. Sen jälkeläiset luokitettiin rasvaluokituksessa keskimäärin paremmin rasvaisuudessa ja olivat ruhopainoltaan keveämpiä kuin osa-aineiston keskiarvo.

Taulukkoon 15 on kerätty se, miten isä vaikuttaa naudan lihakkuuteen, rasvaisuuteen, ruhopainoon ja teurastusikään holstein-friisiläisillä naudoilla. Tuontisonneille oli jo saatavilla kasvuindeksit. Huomioitavaa on, että jokaisen sonnin jälkeläisryhmän keskiarvo oli suurempi ruhopainossa kuin osa-aineistojen keskiarvot. Huitin Naksos (NTM +14) periyttää tämän aineiston perusteella osa-aineistojen keskiarvoa vastaavaa lihakkuutta ja rasvaisuutta. Lapskallion Ooren (NTM +11) naaraspuoliset jälkeläiset saivat keskimääräistä huonomman rasvaisuusluokituksen.

VAR Elvis (NTM +24) ja F Engard (23) vaikuttivat molemmat positiivisesti tämän aineiston jälkeläisten ruhopainoihin ja lihakkuuteen sekä negatiivisesti rasvaisuusluokitukseen, vaikka F Engårdin kasvuindeksi oli vain 87. Var Elviksen kasvuindeksi oli 104. Ränneslöv (NTM +31) periyttää keskimääräistä lihakkuutta ja rasvaisuutta urospuolisille jälkeläisilleen. Hiehojen aineiston mukaan Ränneslövin jälkeläiset olivat keskimääräistä lihakkaampia ja rasvaisempia sekä ruhopainoltaan suurempia. Ränneslövin kasvuindeksi oli 107. (Viking Genetics 2009.)

Holstein-friisiläinen		Lihakkuus		Rasvaisuus		Ruhopaino	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀
		4,12	3,16	2,34	2,98	334,68	236,4
92567	Huitin Naksos	+0,12	-0,04	-0,02	-0,02	+3,51	+9,76
92625	Lapskallion Oore	+0,08	+0,20	+0,07	-0,11	+8,34	+6,37
94034	VAR Elvis	+0,07	+0,16	-0,02	+0,20	+7,98	+18,45
94036	F Engard	+0,27	+0,34	+0,09	+0,19	+18,37	+15,33
94130	Ränneslöv	-0,01	+0,25	-0,02	+0,27	+4,58	+7,03

Taulukko 15: Aineiston keskiarvojen erotukset fr-sonneilla ja -hiehoilla suhteessa isän jälkeläisryhmän tuloksiin.

5.2.4 Emä

Emän tiedot otettiin osin mukaan tutkimukseen. Emän syntymätunnuksen perusteella teurasilmoituksista koostuvaan aineistoon pystyttiin lisäämään tutkittaviin muuttujiin vaikuttavia tekijöitä. Rekisteritietojen perusteella selvitettiin emän poikimakerta sekä jälkeläisten määrä poikimistapahtumassa. Tutkimusten mukaan emän poikimakerta vaikuttaa syntyvän vasikan kokoon ja tätä kautta eläimen aikuispainoon. Osa-aineistojen keskiarvoja tutkimalla poikimiskerran vaikutusta ei pystynyt osoittamaan.

Jälkeläisten määrä poikimisessa vaikutti näkyvimmin osa-aineistojen keskiarvoissa (taulukko 16). Koko aineistossa oli 2517 kaksosvasikkaa. Hiehojen aineistossa kaksosten määrä oli prosentuaalisesti suurempi (ay 13 % ja fr 23 %) kuin sonneilla (ay ja fr 4 %). Kaksospoikimisessa yhdessä sonnivasikan kanssa syntyneiden lehmävasikoiden tiinehtyminen on huonoa, joten niitä ei yleensä käytetä karjan uudistamiseen, vaan kasvatetaan lihaksi. Kaikki kaksosvasikat olivat ruhopainoltaan keveämpiä kuin yksin syntyneet. Hiehojen aineistossa rasvaisuusluokitus oli parempi kaksosvasikoilla. Sonneilla jälkeläisten määrä poikimatapahtumassa ei tee eroa lihakuuteen eikä rasvaisuuteen. Aineistossa oli myös muutamia kolmosvasikoita. Niiden tulokset poistettiin vertailusta, koska havaintoja oli liian vähän mitään päätelmiä varten.

AY - sonnit

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
ka	4,63	2,4	329,76
1	4,61	2,39	330,4
2	4,52	2,39	324,89

FR - sonnit

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
ka	4,12	2,34	334,68
1	4,1	2,33	335,31
2	4	2,34	325,96

AY - hiehot

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
ka	3,6	3,06	233,65
1	3,66	3,12	237,12
2	3,35	2,77	215,18

FR - hiehot

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
ka	3,16	2,98	236,4
1	3,18	3,09	241,52
2	3,01	2,77	224,15

Taulukko 16: Poikimiskerran jälkeläisten määrän vaikutus tutkittaviin muuttujiin.

5.2.5 Karja

Karjalla on suuri vaikutus lihakuuteen, rasvaisuuteen, ruhopainoon ja teurastusikäen (taulukko 17). Syntymäkarjastaan teuraaksi menneet sonnit luokitteivat keskimäärin heikommin ja olivat ruhopainoltaan keveämpiä kuin ne sonnit, jotka oli myyty toiselle tilalle. Hiehojen ai-

neistossa syntymätalalta teuraaksi menneet eläimet luokittuivat heikommin, mutta olivat ruhopainoltaan suurempia ja teurastusiältään vanhempia kuin toiselle tilalle myydyt eläimet.

Teuraskarja

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino	Teurasikä
Koko aineisto	4,45	2,41	330	613
AY -sonnit	4,68	2,39	334	617
FR - sonnit	4,17	2,35	340	608
AY -hiehot	3,67	2,93	233	590
FR - hiehot	3,25	2,92	277	572

Syntymäkarja

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino	Teurasikä
Koko aineisto	3,99	2,68	291	635
AY -sonnit	4,45	2,27	316	608
FR - sonnit	3,95	2,32	320	604
AY -hiehot	3,58	3,18	242	686
FR - hiehot	3,11	3,07	246	673

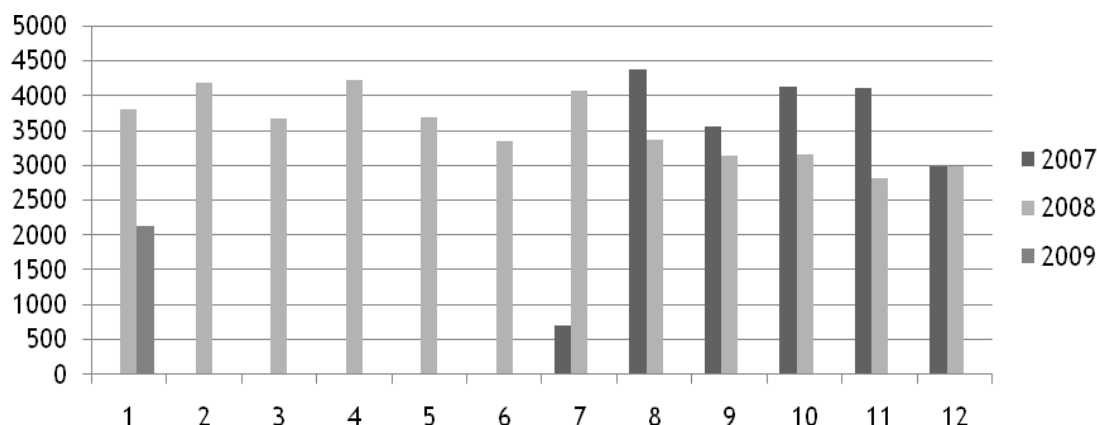
Kaikki karjat

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino	Teurasikä
Koko aineisto	4,33	2,48	318	613
AY -sonnit	4,63	2,40	330	597
FR - sonnit	4,12	2,34	335	608
AY -hiehot	3,60	3,06	234	654
FR - hiehot	3,16	2,98	236	636

Taulukko 17: Keskiarvojen vertailu eri karjojen välillä.

5.2.6 Teurastuskuukausi

Teurastuskuukausi ei vaikuttanut merkittävästi aineiston nautojen lihakkuuteen, rasvaisuuteen tai ruhopainoon. Kuvassa 8 näkyy kuinka aineiston teurastusten määrät ajoittuivat ajankohdalle 1.6.2007-22.2.2009. Ainoastaan vuodelle 2008 oli teurasilmoituksia saatu jokaiselle kuukaudelle. Vuosien 2007 ja 2009 teurasilmoitukset rajattiin pois tilastollisen mallin laskennasta, etteivät ne vääristäisi tulosta. Teurasmäärissä keskihajontaa vuonna 2008 eri kuukausien välillä oli 473 kappaletta.



Kuva 8: Teurasilmoitusten kappalemäärät ajanjaksolla 1.6.2007-22.2.2009.

Sonnipalkkiota voi hakea vuodessa neljä kertaa. Tilallapitoaika on kaksi kuukautta alkaen hakemuksen jättöpäivää seuraavasta päivästä. Sonnipalkkiohakuajkojen perusteella ei ole tässä aineistossa havaittavissa selviä nousuja teurasmäärissä. Vuonna 2008 sonnipalkkiohakemusten jättöpäivät olivat 4-18.2.2008 (eläin teuraaksi huhtikuussa), 16-30.4.2008 (eläin teuraaksi kesäkuussa), 4-18.8.2008 (eläin teuraaksi lokakuussa) ja 10-24.11.2008 (eläin teuraaksi tammikuussa vuonna 2009).

5.3 Tilastollinen testaus, varianssianalyysi

5.3.1 Tilastollinen malli

Tilastollisesti erittäin merkitseviä tekijöitä suhteessa tutkittaviin muuttujiin oli sonnien aineistossa isä, teuraskarja, teurastuskuukausi sekä ikäluokka (taulukko 18). Teurastamo oli ainoa tekijä, jolla ei ollut vaikutusta yhteenkään tutkittavaan muuttujaan. Emän poikimakerralla ei ollut lainkaan tai sillä oli vain vähän tilastollista merkitsevyyttä ay-sonnien lihakkuus- ja rasvaisuusluokitukseen, mutta se vaikutti erittäin merkitsevästi puolestaan ruhopainoon. Sonnien aineistossa jälkeläisten määrällä poikimakerrassa ei ollut tutkimuksen mukaan vaikutusta niiden rasvaisuuteen.

Tilastollinen malli	AY-sonni			FR-sonni		
	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Isä	***	***	***	***	***	***
Teuraskarja	***	***	***	***	***	***
Teurastamo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Emän poikimakerta	n.s.	*	***	***	n.s.	**
Teurastus kuukausi	***	***	***	***	***	***
Jälkeläisten määrä	***	n.s.	***	**	n.s.	***
Ikä luokka	***	***	***	***	***	***

n.s. ei tilastollista merkitsevyyttä, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Taulukko 18: Selittävien tekijöiden tilastollinen merkitsevyys sonnien aineistoissa.

Hiehoja koskevassa aineistossa teurastamolla ja emän poikimakerralla ei ollut tutkittaviin muuttujiin tilastollista merkitystä (taulukko 19). Isän vaikutus oli hiehojen aineistossa heikompi kuin sonneilla. Teuraskarjan vaikutus ruhon laatuominaisuuksiin ja ruhopainoon oli molemmilla roduilla tilastollisesti erittäin merkitsevä. Isällä oli erittäin merkitsevä vaikutus ay-hiehojen aineistossa. Isän merkitys ei ollut yhtä selvä fr-hiehoilla. Teurastuskuukausi vaikutti ay-hiehoilla erittäin merkitsevästi nautojen lihakkuuteen ja rasvaisuuteen sekä vähän ruhopainoon. Fr-hiehoilla teurastuskuukauden merkitys ei ollut tilastollisesti lainkaan merkitsevä tai sillä oli vain vähän vaikutusta. Emän jälkeläisten määrä poikimiskerrassa vaikuttaa ay-hiehojen ruhon laatuominaisuuksiin ja ruhopainoon tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Poikimiskerran jälkeläisten määrän vaikutus fr-hiehoilla ei ole tilastollisesti merkitsevä suhteessa niiden lihakkuuteen.

Tilastollinen malli	AY-hieho			FR-hieho		
	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Isä	**	***	***	**	n.s.	**
Teuraskarja	***	***	***	***	***	***
Teurastamo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Emän poikimakerta	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
Teurastus kuukausi	***	***	*	n.s.	*	n.s.
Jälkeläisten määrä	***	***	***	n.s.	*	**
Ikä luokka	***	***	***	**	***	***

n.s. ei tilastollista merkitsevyyttä, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Taulukko 19: Selittävien tekijöiden tilastollinen merkitsevyys hiehojen aineistoissa.

5.3.2 Fenotyyppiset korrelaatiot

Fenotyyppiset korrelaatiokertoimet testattiin osa-aineistoittain tutkittavista muuttujista (lihakkuus, rasvaisuus ja ruhopaino). Tilastollisesti erittäin merkitsevän tuloksen rajana oli tässä tutkimuksessa $p < 0.0001$. Tutkittavat muuttujat kaikissa osa-aineistoissa korreloivat positiivisesti keskenään. Korrelaation painotukseen vaikutti enemmän sukupuoli kuin rotu. Sonneilla (taulukko 20) ruhopainon kasvu korreloi lihakkuuden nousun kanssa, kun taas hiehoilla (taulukko 21) ruhopainon kasvu lisäsi eläimen rasvaisuutta. Lihakkuuden ja rasvaisuuden välillä oli koko aineiston heikoin korrelaatio.

AY - sonnit

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Lihakkuus	1	0.30	0.64
Rasvaisuus	0.30	1	0.37
Ruhopaino	0.64	0.3	1

FR - sonnit

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Lihakkuus	1	0.28	0.57
Rasvaisuus	0.28	1	0.43
Ruhopaino	0.57	0.43	1

Taulukko 20: Fenotyyppien korrelaatiokertoimet sonnien aineistosta.

AY - hiehot

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Lihakkuus	1	0.46	0.55
Rasvaisuus	0.46	1	0.69
Ruhopaino	0.55	0.69	1

FR - hiehot

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Ruhopaino
Lihakkuus	1	0.43	0.45
Rasvaisuus	0.43	1	0.74
Ruhopaino	0.45	0.74	1

Taulukko 21: Fenotyyppien korrelaatiokertoimet hiehojen aineistosta.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tutkittavat muuttujat olivat ruhon lihakkuus- ja rasvaisuusluokitus sekä ruhopaino. Tutkimuksen selittäviä muuttujia olivat rotu, sukupuoli, teurastusikä, isä, emä (poikimakerka ja poikimisen jälkeläismäärä), karja, teurastusvuosi ja teurastuskuukausi. Tutkimuksen keskeinen tavoite oli määrittää, miten selittävät muuttujat vaikuttavat naudan lihakkuuteen, rasvaisuuteen, ruhopainoon.

Tässä tutkimuksessa käytetyn aineiston eläinten luokitustuloksissa ja ruhopainoissa oli tapahtunut muutosta Liinamon (2000) saamiin tuloksiin verrattuna (taulukko 22). Ay-rotuisilla sonneilla ja hiehoilla oli havaittavissa positiivista kehitystä suhteessa lihakkuuteen ja ruhopainoon. Lihakkuusluokan keskiarvo oli noussut sonneilla 0,2 ja hiehoilla 0,1 yksikköä asteikolla 1-11. Ruhopainoon sonneilla oli tullut keskimäärin 50 kiloa lisää ja hiehoille 12 kiloa. Lihakkuuden ja ruhopainon kasvu nostaa väistämättä eläimen rasvaisuutta. Ay-sonnien keskiarvo rasvaisuudessa oli lisääntynyt 0,25 ja hiehoilla 0,37 yksikköä asteikolla 1-5. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että ay-rotuisten eläinten lihakkuus ja ruhopaino ovat parantuneet ja rasvaisuus lisääntynyt.

Fr-rotuisilla eläimillä oli havaittavissa selkeä lihakkuusluokitustulosten heikkeneminen verrattuna Liinamon saamiin tuloksiin. Sonneilla lihakkuusluokituksen keskiarvo oli pudonnut 0,63 ja hiehoilla 0,69 yksikköä. Tähän on syynä holsteingeeniosuuden lisääntyminen, joka on vähentänyt eläinten lihakkuutta. Rasvaisuus oli lisääntynyt sonneilla 0,15 ja hiehoilla 0,17 yksikköä lihakkuuden laskusta huolimatta. Tämä seikka on selitettävissä molemmilla sukupuolilla ruhopainon lisääntymisellä. Sonneilla ruhopaino oli lisääntynyt 54 kiloa ja hiehoilla 27 kiloa.

	Lihakkuus	Rasvaisuus	Teuraspaino
AY -sonnit	0,2	0,25	60
FR - sonnit	-0,63	0,15	54
AY -hiehot	0,1	0,37	12
FR - hiehot	-0,69	0,17	27

Taulukko 22: Tutkittavien muuttujien keskiarvojen erotukset.

EU:n maksaman teurastettujen eläinten tuotantopalkkion ruhopainojen rajana on sonneilla 350 kg ja hiehoilla 220 kg. Tuotantopalkkion avulla pyritään kannustamaan tuottajia kasvatamaan eläimiä korkeampiin teuraspainoihin. Tämän aineiston eläimistä palkkioon oli oikeutettuja 20 209 kappaletta eli noin yksi viidesosa kaikista eläimistä. Ay-sonneista neljännes oli ruhopainoltaan ≤ 350 kiloa. Fr-sonneista vain 7 prosenttia kuului tuotantopalkkion piiriin. Hie-

hoilla jakaumat olivat tasaisemmat, 220 kilon ruhopainorajan ylitti noin kolmannes eläimistä. Tästä aineistosta tehdyn tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että ruhopainot ovat nousseet 12-60 kiloa Liinamon (2000) tekemän tutkimuksen jälkeen.

Toiseen karjaan myydyt naudat olivat keskimäärin lihakkaampia ja vähärasvaisempia kuin ne eläimet, jotka myytiin teuraaksi syntymäkarjastaan. Tämän perusteella voidaan päätellä, että ne tilat, jotka harjoittavat pääasiallisesti lihantuotantoa, kasvattivat lihantuotantoon tarkoitettuja eläimiä vastaamaan haluttua ruhon laatua ja korkeampaan teuraspainoon. Syntymäkarjaan jätetyt ja maidontuotantoon tarkoitettuja hiehot olivat noin 100 vuorokautta vanhempia teuraaksi mennessään kuin lihantuotantoon tarkoitettuja ja toiselle tilalle myydyt hiehot. Tilalle pitoon jääneet hiehot siemennetään reilun vuoden iässä ja niiden odotetaan poikivan noin kahden vuoden iässä. Jos niitä ei saada tiineeksi kohtuullisen ajan kuluessa, ne laitetaan teuraaksi.

Tilastollisen mallin mukaan isällä, teuraskarjalla, teurastuskuukaudella ja ikäluokalla oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus sonnien aineiston tutkittaviin muuttujiin. Teurastamo oli ainut tekijä, jolla ei ollut mitään vaikutusta. Emän poikimakerta ei vaikuttanut ay-sonnien lihakuuteen ja fr-sonnien rasvaisuuteen. Jälkeläisten määrä poikimisessa ei vaikuttanut eläinten rasvaisuuteen. Hiehojen aineistossa oli enemmän vaihtelevuutta suhteessa tutkittaviin muuttujiin. Teurastamolla sekä emän poikimakerralla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Teurastuskuukausi vaikutti ay-hiehojen lihakuuteen ja rasvaisuuteen erittäin merkitsevästi, mutta sillä oli vähäinen tilastollinen merkitys niiden ruhopainoon. Fr-hiehoilla teurastuskuukausi ei vaikuttanut lihakuuteen eikä ruhopainoon lainkaan, mutta vähän eläimen rasvaisuuteen. Jälkeläisten määrä oli ay-hiehoilla erittäin merkitsevä kaikissa tutkittavissa muuttujissa, mutta fr-hiehojen aineistossa sillä ei ollut suurta merkitystä. Hiehoilla tilastollisesti erittäin merkitseviä selittäviä tekijöitä olivat teuraskarja ja ikäluokka. Ay-hiehoilla isän vaikutus lihakuuteen oli merkitsevä ja rasvaisuuteen sekä ruhopainoon erittäin merkitsevä. Fr-hiehoilla isä vaikutti lihakuuteen ja ruhopainoon merkitsevästi, mutta rasvaisuuteen sillä ei ole tilastollista merkitsevyyttä.

Ruhopainon ja lihakuuden väliseksi fenotyypiseksi korrelaatioksi arvioitiin tässä tutkimuksessa 0.45-0.64. Korrelaatio oli voimakkaampi sonnien aineistossa. Parkkonen (1996) sai tekemässään tutkimuksessa fenotyypiseksi korrelaatiokertoimeksi 0.54-0.65. Sonnien aineiston korrelaatiokertoimet olivat yhtenevät Parkkosen tutkimuksen kanssa (ay 0.64 ja fr 0.57). Hiehojen aineistossa korrelaatiokertoimet olivat Parkkosen saamia tuloksia matalammat. Fenotyypinen korrelaatio oli ay-hiehoilla 0.55 ja fr-hiehoilla 0.45. Ruhopainon ja rasvaisuuden välinen fenotyypinen korrelaatio vaihteli arvojen 0.38-0.74 välillä. Hiehojen aineistossa ruhopaino korreloi erittäin voimakkaasti rasvaisuuden kanssa. Ay-hiehoilla korrelaatio oli 0.69 ja fr-hiehoilla 0.74. Sonnien saamat arvot (ay 0.38 ja fr 0.42) eivät poikenneet Parkkosen tulok-

sista. Lihakkuuden ja rasvaisuuden välillä oli tutkittavien ominaisuuksien heikoin fenotyyppinen korrelaatio. Parkkosen mukaan korrelaatio vaihteli 0.26-0.44 välillä. Hiehojen aineistossa (ay 0.46 ja fr 0.43) korrelaatio oli voimakkaampi kuin sonneilla (ay 0.30 ja fr 0.20).

LÄHTEET

Alhainen. Historia. (Viitattu 4.3.2009).

<http://www.ayrshire-finland.com/historia/historia1.html>

Edu 2007. Opetushallituksen tuottama maksuton verkkomateriaali; Teuraskypsyys. Viitattu 8.1.2009.

<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/naudanlihantuotanto/>

Eurolex 2006. Tulostettu 15.1.2009.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:214:0001:0006:FI:PDF>

Eurolex 2008. Tulostettu 15.1.2009.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:337:0003:0030:FI:PDF>

Evira 2008. Nautaeläinten teurastusilmoituslomakkeen täyttöohjeet. Tulostettu 15.1.2009.

www.evira.fi/attachments/elaimet_ja_terveys/lomakkeet/teurastusilmoituksentayttoohje.pdf

Faba 2002a. Lypsyrodut. Viitattu 4.3.2009.

<http://www.faba.fi/jalostus/lypsykarja/rodut/>

Faba 2002b. Jalostustoiminta. Viitattu 20.4.2009.

<http://www.faba.fi/jalostus/lypsykarja/jalostustoiminta/>

Honkavaara, M. 2005. Teuraspainon ja ruokinnan vaikutus ruhon kaupalliseen arvoon. Teoksessa Pihamaa, P. & Huuskonen, A. (toim.) 2005. Uusien naudanlihantuotantomenetelmien talous. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy. 62-71.

<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts75.pdf>

Huuskonen, A. (Toim.). 2003. Lihautojen kasvatus kylmissä tuotantoympäristöissä. MTT:n selvityksiä 53. Helsinki: Data Com Finland.

<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts53.pdf>

Huuskonen, A., Rantakangas, A., Kokkonen J., Kauppinen, R., Kainulainen, P., Lindeberg, H. & Suhonen, P. 2004. Liharotusiemennykset osana lypsylehmien uudistusstrategiaa. MTT:n selvityksiä 68. Data Com Finland Oy.

<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts68.pdf>

Huuskonen, A. 2006. Lihautojen ravinnontarve, rehut ja ruokinta. Teoksessa Tauriainen, S. (toim.) 2006. Naudanlihantuotanto. Jyväskylä: Gummerus Oy, 109-117.

Johansson, S. 2008. Slutgödning av stutar. Viitattu 8.1.2009.

<http://www.lantbruksforskning.se/filearchive/5/5257/0253002%20Hessle%20Slutg%C3%B6dning%20av%20stutar.pdf>

Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. & Syväsaari, J. 1999. Kotieläinjalostus. Suomen kotieläinjalostusosuuskunta.

Kauppinen, R., Nylander, C., Pekkanen, S., Huuskonen, A., Tuomisto, L., Martiskainen, P., & Mononen, J. 2004. Valon vaikutus tuotantoon naudoilla. Teoksessa Huuskonen, A. (toim.) 2004. Ympäristötekijöiden vaikutukset lihanautojen kasvuun ja hyvinvointiin. MTT:n selvityksiä 54. Data Com Finland Oy, 83-97.

<http://www.mtt.fi/met/pdf/met54.pdf>

Kiljunen, J. 1996. Naudan kasvuominaisuuksien ja teurastuloksen väliset yhteydet. Kotieläinten jalostustieteen pro gradu - työ. Helsinki: Yliopistopaino

- Korvenoja, J. 2009. Naudanlihan tuotannon kehitys ja tulevaisuus Suomessa. Taloustieteen Laitos, Maatalouspolitiikka; Kandidaatin tutkielma. Viitattu 7.1.2009.
<http://www.mm.helsinki.fi/mmtal/mae/opiskelu/docs/KandityoKorvenoja.pdf>
- Kärki, S. 1996. Lypsyrotuisten vasikoiden syntymäpainon perinnölliset tunnusluvut ja yhteydet muihin ominaisuuksiin. Kotieläinten jalostustieteen pro gradu - työ. Helsinki: Yliopistopaino
- Lamminen, P., Huuskonen, A. & Ala-Talo, J. 2005. Miten nauta rasvoittuu? Artikkelilehdessä Lihatalous 1/2005.
- Lamminen, P. 2006. Kasvan naudan kehitys teuraskypsyyteen. Teoksessa Tauriainen, S. (toim.) 2006. Naudanlihantuotanto. Jyväskylä: Gummerus Oy, 109-117.
- Lamminen, P., Huuskonen, A. & Volanto, P. 2006. Ruokinnan intensiivisyyden vaikutus maitorotuisten hiehon kasvuun ja ruhon laatuun. Tulostettu 7.12.2008.
<http://www.smts.fi/pos06/1202.pdf>
- Lamminen, P. Huuskonen, A. 2007. Naudan rasvoittumiseen vaikuttavat tekijät - kirjallisuusselvitys. Tulostettu 7.12.2008.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Hankkeet/Naudanlihantuotannon%20kehitt%E4minen%20Pohjois-Suomessa/Tuloksia/kirjallisuusselvitys.pdf>
- Leiponen, M. 2002a. Naudan teurastus. Lihateollisuusopisto kouluttaa: Osa 1. Tulostettu 15.1.2009.
http://www.ltk.fi/images/stories/Artikkelisarja/osa1_naudanteurastus.pdf
- Leiponen, M. 2002b. Lihaksen rakenne ja kemiallinen koostumus. Lihateollisuusopisto kouluttaa: Osa 4. Tulostettu 15.1.2009.
<http://www.ltk.fi/images/stories/Artikkelisarja/osa4_lihaksen_rakenne.pdf
- Leiponen, M. 2002c. Naudan leikkuu. Lihateollisuusopisto kouluttaa: Osa 8. Tulostettu 15.1.2009.
http://www.ltk.fi/images/stories/Artikkelisarja/osa8_naudan_leikkuu.pdf
- Liinamo, A-E. 2000. Breeding for Carcass Traits in dairy Cattle. Helsinki: Yliopistopaino
- Manni, K. 1999. Väkirehuannoksen jaksotuksen vaikutus naudanlihantuotantoon kahdella väkirehuasolla. Kotieläinten jalostustieteen pro gradu - työ. Helsinki: Yliopistopaino
<https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/3109/vakirehu.pdf?sequence=1>
- Matilda. 2005. Maataloustiedote 3/2005. Tulostettu 12.12.2008.
www.matilda.fi/pls/portal30/rportal.matilda_julkaisut.showfile?docid=898&versio=1150200791&fileid=2836
- Matinolli, M. 2007. Holsteinjalostus Suomessa 1977-1989. Viitattu 4.3.2009.
<http://www.holstein-finland.com/tiedostot/Historia1.pdf>
- Mavi 2008. Hakuopas 2008. Helsinki: Edita Prima Oy.
- MMM 2002. Kotimaisen naudanlihantuotannon elvyttämistä selvittävä työryhmä; Loppuraportti. Tulostettu 15.1.2009.
http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2002/tr2002_2.pdf
- Mossberg, I., Danielsson, D.A. 1993. Tjuren växer ej av mat allena - den biologiska klockan styr mer än vi tror. Tulostettu 16.2.2009.
http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/fakta_husdjur/FHD93-10/FHD93-10.HTM
- Niskanen, S. 2006. Tilatason jalostus. Teoksessa Tauriainen, S. (toim.) 2006. Naudanlihantuotanto. Jyväskylä: Gummerus Oy, 185-198.

Parkkonen, P. 1998. Maitorotuisten sonnien ja hiehojen teurasominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut. Kotieläinten jalostustieteen pro gradu - työ. Helsinki: Yliopistopaino.

Pösö, J. 2008. NTM - Pohjoismainen kokonaisjalostusarvo. Artikkelinä Nauta- lehdestä 4/2008.

Rajala, H. 1993. Nautakarjatalous. Rauma: West Point Oy.

Rinne, M. 1996. Ruokinnan vaikutus naudanlihan laatuun. Teoksessa Jokela, M. & Rinne, M. 1996. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja; Sarja A 7; Sian ja naudan ruokinnan vaikutus lihan laatuun.

Ranta, E., Rita, H. & Kouki, H. 2005. Biometria. Helsinki: Yliopistopaino.

Solunetti. 2006. Yleistä lihaskudoksesta. Viitattu 19.1.2009.

<http://www.solunetti.fi/fi/histologia/lihaskudos/>

Tauriainen, S. 2006. Naudanlihan laatuun vaikuttavat tekijät. Teoksessa Tauriainen, S. (toim.) 2006. Naudanlihantuotanto. Jyväskylä: Gummerus Oy, 117- 120.

Tauriainen, S. 2007. Mittaa ja valitse - Lypsykarjan jalostuksella tuloksiin. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Tike 2008. Laatuseloste; Lihan kokonaistuotanto. Viitattu 8.1.2008.

http://www.mmmtike.fi/fi/index/tilastojatietopalvelut/tilastot/laatuselosteet/lihan_kokonaistuotanto.html

Toivakka, M., Mäntysaari, E. 2006. Sonnien kestävyysindeksien ennustaminen tuotanto-, terveys-, ja rakenneominaisuuksien jalostusarvoilla. Teoksessa Heikkilä, A-M. 2006. Kestävä lehmä - Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyuden taloudellinen merkitys. MTT:n selvityksiä 112. Strålfors Information Logistics Oy. 75-82.

<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts112.pdf>

Viking Genetics 2009. Parningsguide. Viitattu 20.4.2009.

<http://www.vikinggenetics.com/sv/>

Kuvat

Kuva 1: Europ-luokitus (LTK 1).	11
Kuva 2: Rasvaisuusluokat 1-5. (LTK 1).....	13
Kuva 3: Sonniien lihakkuusluokitustulokset.	27
Kuva 4: Hiehojen lihakkuusluokitustulokset.....	28
Kuva 5: Rasvaisuusluokitus jaoteltuna sukupuolen ja rodun perusteella.	29
Kuva 6: Osa-aineistojen ruhopainojen keskiarvot kiloina.	30
Kuva 7: Aineiston nautojen keskimääräiset teurastusiät ja ruhopainot.	33
Kuva 8: Teurasilmoitusten kappalemäärät ajanjaksolla 1.6.2007-22.2.2009.	37

Taulukot

Taulukko 1: NTM:n sisältämät ominaisuudet ja niiden suhteelliset painotukset sekä aikaisemmin sonnien kokonaisjalostusarvon laskemiseen käytetyt kertoimet.	9
Taulukko 2: Komission asetuksen mukainen lihakkuuden Europ-luokitus.	11
Taulukko 3: Komission asetuksen mukaiset rasvaisuusluokat 1-5.	13
Taulukko 4: Tutkittavat muuttajat ja niiden saamat arvot.	18
Taulukko 5: Selittävien muuttujien numeeriset arvot.....	19
Taulukko 6: Tilastollisen mallin kiinteiden tekijöiden luokittelussa saamat arvot.	20
Taulukko 7: Liinamon (2000) tutkimuksen tunnusluvut.	23
Taulukko 8: Aineiston lihakkuuden tunnusluvut.	28
Taulukko 9: Aineiston rasvaluokituksen tunnusluvut.	30
Taulukko 10: Aineiston ruhopainon tunnusluvut.	31
Taulukko 11: Koko aineisto jaettuna rodun perusteella tutkittaviin muuttujiin.	31
Taulukko 12: Koko aineisto jaettuna sukupuolen perusteella tutkittaviin muuttujiin...	32
Taulukko 13: Teurastusiän keskiluvut aineistoittain.....	32
Taulukko 14: Aineiston keskiarvojen erotukset ay-sonneilla ja -hiehoilla suhteessa isän jälkeläisryhmän tuloksiin.	33
Taulukko 15: Aineiston keskiarvojen erotukset fr-sonneilla ja - hiehoilla suhteessa isän jälkeläisryhmän tuloksiin.	34
Taulukko 16: Poikimiskerran jälkeläisten määrän vaikutus tutkittaviin muuttujiin.....	35
Taulukko 17: Keskiarvojen vertailu eri karjojen välillä.	36
Taulukko 18: Selittävien tekijöiden tilastollinen merkitsevyys sonnien aineistoissa. ...	38
Taulukko 19: Selittävien tekijöiden tilastollinen merkitsevyys hiehojen aineistoissa. ..	38
Taulukko 20: Fenotyypin korrelaatiokertoimet sonnien aineistosta.	39
Taulukko 21: Fenotyypin korrelaatiokertoimet hiehojen aineistosta.....	39
Taulukko 22: Tutkittavien muuttujien keskiarvojen erotukset.	40