

**AGRICULTURAL  
ECONOMICS  
RESEARCH  
INSTITUTE**  
Finland

Research reports

**LANTBRUKS-  
EKONOMISKA  
FORSKNINGS-  
ANSTALTEN**

Undersökningar

# **Väkirehutason ja ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys naudanlihantuotannossa**

Veli-Pekka Nissi ja Kyösti Pietola

# **Ruokinnan vaikutus naudanlihantuotannon kannattavuuteen**

Veli-Pekka Nissi, Marketta Rinne ja  
Kyösti Pietola



TUTKIMUKSIA 237

# **Väkirehutason ja ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys naudanlihan- tuotannossa**

Veli-Pekka Nissi ja Kyösti Pietola

# **Ruokinnan vaikutus naudanlihantuotannon kannattavuuteen**

Veli-Pekka Nissi, Marketta Rinne ja  
Kyösti Pietola

ISBN 951-687-050-3  
ISSN 1239-8799

Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 1999

## Esipuhe

Naudanlihantuotannon kannattavuus heikkeni EU-jäsenyyden aiheuttaman tuottajahintojen alenemisen seurauksena siinä määrin, että varsinkin pienissä tuotantoyksiköissä on laajalti jouduttu luopumaan tuotannosta. Koko alalla on ollut uudistettava tuotantostrategioita ja pohdittava edullisempia tuotantomenetelmiä. Naudanlihan tuotanto on Suomessa perustunut suurimmaksi osaksi maidontuotannon ohessa saataviin maito- ja yhdistelmärotuisiin vasikoihin. Keskeisin kustannuserä naudonlihan tuotannossa on rehuksustannus. Sen alentamismahdollisuudet ovat sidoksissa pohjoihin tuotanto-oloihin, joille leimallista on kilpailijamaita alempi satotaso ja pitkä sisäruokintakausi varastointikustannuksineen.

Julkaisun ensimmäisessä artikkelissa on selvitetty väkirehutason ja sen jaksottamisen vaikutusta naudon kasvuun ja tuotannon taloudelliseen tulokseen. Tutkimus perustuu Maatalouden tutkimuskeskuksessa tehtyjen ruokintakokeiden tuloksiin. Tutkimuksen lähtökohtana on, että nauta pystyy ainakin osittain korvaamaan heikommalla ruokinnalla menettämänsä kasvua rehun energiapitoisuuden noustessa. Toisena lähtökohtana on, että voimakkaalla alkuruokinnalla saavutettu suuri kasvunopeus kostaatuu loppuruokinnassa kasvua hidastavasti ja rehuhyötysuhdetta alentavasti. Tulosten mukaan runsaammalla väkirehuruokinnalla saavutettiin parempi teurasarvo ja parempi taloudellinen tulos kuin niukemmalla väkirehuruokinnalla. Toisaalta tutkimus osoitti, että niukalla väkirehuruokinnalla väkirehun jaksottaminen loppuruokinnalle kannatti paremmin kuin tasaisen niukka väkirehuruokinta. Sitä vastoin runsaalla väkirehuruokinnalla jaksotuksesta ei ollut hyötyä.

Väkirehuruokinnan jaksottamisen taloudellista merkitystä koskeva artikkeli perustuu mmyo Veli-Pekka Nissin tekemään maatalouden liiketaloustieteen pro gradu -opinnäytetyöhön. Sen ovat ohjanneet professori Matti Yläalo Helsingin yliopiston Taloustieteen laitoksessa ja MMT Kyösti Pietola Maatalouden taloudellisessa tutkimuslaitoksessa.

EU-jäsenyyden myötä tapahtunut viljan hinnan aleneminen muutti viljaväki-rehun ja nurmirehun hintasuhdetta viljalle edulliseen suuntaan. Koska nurmirehun tuotantokustannuksia ei ole voitu vastaavasti alentaa, taloudellisesti optimaalinen ruokinta sisältää aiempaa enemmän rehuviljaa. Nurmirehuvaltainen ruokinta on nähty biologisesti nautaeläimille sopivaksi, mutta muuttuneessa hinta- ja kustannusympäristössä tämä biologinen optimi on vaarantumassa. Julkaisun toisessa artikkelissa on tähän liittyen yhdessä Maatalouden tutkimuskeskuksen Eläinravitsemuksen tutkimusalan kanssa erilaisten ruokintavaihtoehtojen vaikutuksia naudonlihan tuotannon taloudelliseen tulokseen. Yhteistutkimuksen tulokset on raportoitu oheisen julkaisun ensimmäisessä artikkelissa. Raportin ovat laatineet MMM Veli-Pekka Nissi ja MMT Kyösti Pietola MTTL:sta sekä MMM Marketta Rinne MTT:sta.

Tutkimuksessa on ruokintakokeitten tulosten perusteella selvitetty väkirehun määrän ja nurmisäilörehun sulavuuden vaikutusta maitorotuisten sonnien lihan tuottoon. Väkirehun määrä koeryhmissä oli enimmillään noin 50-75 % kokonaisrehumäärästä. Määrä osoittautui eläinten fysiologian kannalta jo liian suureksi, sillä lihantuoton voitiin tutkimuksessa todeta kääntyvän laskuun. Kuitenkin taloudelliselta kannalta tarkasteltuna kannattavuus lisääntyi edelleen näinkin väkirehuvaltaisella ruokinnalla. Tulos on monilta osin lisäpohdintoja herättävä, sillä naudanlihan tuotanto on Suomessa perustunut naudan fysiologian huomioon ottaen terveelliseen nurmirehuun, mikä aikaisemmassa hinta- ja kustannusympäristössä oli myös taloudellisesti kannattavinta. Toisaalta varsinkin pohjoisimmilla naudanlihan tuotannon alueilla nurmen tuotanto on lähes ainoa mahdollinen rehuviljan alhaisten satojen takia. Nurmirehuun perustuva naudanlihan tuotanto edellyttääkin rehuviljan ja nurmisäilörehun välisen kustannusvääristymän oikaisemista tilakohtaisilla tuilla, mikä oli keskeinen kohta myös Agenda 2000 -uudistuksesta neuvoteltaessa.

Helsingissä kesäkuussa 1999

Jouko Sirén  
ylijohtaja

Maija Puurunen  
tutkimusjohtaja

# Sisällysluettelo

## Väkirehutason ja ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys naudanhantuotannossa

Veli-Pekka Nissi ja Kyösti Pietola

1. Johdanto .....	8
1.1. Tutkimuksen tausta .....	8
1.2. Tutkimusongelmat ja tutkimuksen tavoitteet.....	9
2. Naudan ruokinnan biologis-taloudellinen tarkastelu .....	10
2.1. Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti .....	10
2.2. Eläimen kasvu ja rehun hyväksikäyttö .....	13
2.3. Kasvatusaika .....	16
2.4. Teurastulokset ja ruhojen laatu .....	17
3. Kompensatorinen kasvu .....	18
3.1. Kompensatorisen kasvun voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä .....	18
3.1.1. Ruokinnan rajoittamisen kesto ja ankaruus sekä kasvua rajoittava ravintoaine .....	19
3.1.2. Naudan ikä, koko ja kasvu rajoituksen aikana .....	20
3.2. Kompensatorisen kasvun mahdollistavat tekijät .....	20
3.3. Kompensatorisen kasvun vaikutus kasvatusaikaan .....	21
3.4. Kompensatorisen kasvun vaikutus ruhon laatuun .....	22
4. Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmät .....	22
4.1. Tutkimusaineiston yleiskuvaus .....	22
4.2. Tutkimusaineiston kuvaus tutkimusongelman kannalta .....	24
4.2.1. Rajoitetun ja vapaan ruokinnan jaksot .....	25
4.2.2. Rajoituksen voimakkuus ja rehun syönti.....	26
4.2.3. Naudan elopaino, kasvu ja teuraslaatu eri koeryhmissä.....	31
4.3. Katetuottolaskelmien laskentaperusteet .....	32
5. Naudan tasaisen, korvaavan ja taantuvan kasvun malli.....	35
5.1. Mallin rajaaminen .....	35
5.2. Kasvu selitettävänä muuttujana .....	35
5.3. Kasvua selittävät rehupanosta kuvaavat muuttujat.....	35
5.4. Tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua selittävät muuttujat .....	36

6. Tulokset .....	37
6.1. Mallin kyky selittää tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua .....	37
6.2. Ruokinnan taloudellinen merkitys naudanlihantuotannossa .....	43
6.2.1. Niukan ja runsaan väkirehutason suhteellinen kannattavuus .....	43
6.2.2. Ruokinnan jaksottaminen samoilla rehuartikkeleilla .....	45
6.2.3. Ruokinnan jaksottaminen eri rehuartikkeleilla .....	49
7. Yhteenveto ja johtopäätökset .....	54
Kirjallisuus .....	57
Liitteet .....	60

## **Ruokinnan vaikutus naudanlihantuotannon kannattavuuteen**

Veli-Pekka Nissi, Marketta Rinne ja Kyösti Pietola

1. Johdanto .....	68
2. Tutkimuksessa käytetty aineisto .....	69
3. Tulokset .....	71
3.1. Yksisuuntaiset varianssianalyysit .....	71
3.1.1. Väkirehumäärän vaikutus lihatuottoon ja rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen .....	71
3.1.2. Säilörehun D-arvon vaikutus lihatuottoon ja rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen .....	75
3.2. Lihatuottoa kuvaavan regressioyhtälön määrittäminen .....	77
3.2.1. Ikäryhmä 1 .....	78
3.2.2. Ikäryhmä 2 .....	80
3.2.3. Ikäryhmä 3 .....	81
3.3. Regressioyhtälön määrittäminen ruokintakokeen koeryhmiä vertailemalla .....	83
3.3.1. Väkirehumäärän vaikutus lihatuottoon .....	83
3.3.2. Säilörehun D-arvon vaikutus lihatuottoon .....	85
4. Johtopäätökset .....	88
Kirjallisuus .....	90

## **Väkirehutason ja ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys naudanhantuotannossa**

Veli-Pekka Nissi & Kyösti Pietola

### **Gains from utilizing compensatory growth characteristics of ayshire bulls**

**Abstract.** This study estimates gains from utilizing compensatory growth characteristics of bulls in beef production under the Finnish production conditions. The data are animal experiments in which bulls are fed using alternative sequences of concentrated, high energy feeds. The growth period of the sample animals was split into two periods: early period and late period. When feeding ratios are averaged over the animals' full growth period data have two levels of energy feeds: low and high. But conditional on the average energy feed level the sub periods can have either below average, average, or above average of energy feeds. The compensatory growth characteristics are observed in the groups in which the energy feed is first below average and then above average. In the economic analysis, the efficient sequencing of feeding ratios accounts for seasonally varying feed prices.

The results suggest that under the Finnish production conditions there are only limited possibilities to gain from compensatory growth characteristics of bulls. Even if a large seasonal variation in feed prices exists, the low price pasture period is so short in Finland that only very limited benefits can be generated through an efficient sequencing of feeding ratios. The compensatory growth characteristics could be used to substantially increase returns only conditional on low average energy feed ratios. Nevertheless, under current prices low energy feed ratios are not optimal. High energy feed levels distributed over the bull's full growing period will generate the highest returns.

---

**Index words:** Compensatory growth, ayshire bulls, economics, Finland

---



# 1. Johdanto

## 1.1. Tutkimuksen tausta

Naudanlihan tuottajan markkinaympäristö muuttui ratkaisevasti vuoden 1995 alussa kun Suomi liittyi Euroopan Unioniin: väki- ja karkearehujen hinnat ja hintasuhteet muuttuivat sekä naudanlihan tuottajahinta aleni voimakkaasti. Koska naudanlihan tuotantokustannukset ovat Suomessa selvästi korkeammat kuin EU maissa keskimäärin, naudanlihantuotannon sopeutuminen uuteen markkinaympäristöön on ollut vaikeaa ja naudanlihan omavaraisuus on Suomessa laskenut. Naudanlihantuotannon jatkuminen Suomessa nykyisillä hintasuhteilla vaatii sellaista uusien tuotantomenetelmien ennakkoluulotonta kehittämistä, joilla voidaan alentaa naudanlihan tuotantokustannuksia ja korottaa teurasruhojen arvoa.

Nauta voidaan kasvattaa tiettyyn, tavoiteltuun teuraspainoon ja ruhon laatuun useilla eri rehuyhdistelmillä. Rehuyhdistelmien valinnassa eräs keskeisin tekijä on ruokinnan väki- ja karkearehun keskinäinen suhde eli väkirehutaso. Naudan kasvurytmiin ja ruhon laatuun voidaan oleellisesti vaikuttaa myös jaksottamalla ruokintaa eri tavoin eläimen eri elin- ja kasvuvaiheisiin. Ruokinnan jaksotuksella saadaan aikaan tasaista, korvaavaa tai taantuvaa kasvua. Tasaaisella kasvulla tarkoitetaan kasvunopeutta, johon päädytään jakamalla käytettävä rehumäärä tasaisesti koko kasvatuskaudelle. Korvaavalla eli kompensatorisella kasvulla tarkoitetaan naudalla ilmenevää poikkeuksellisen nopeaa ja rehun hyväksikäytöltään tehokasta kasvamista ravinnonsaanniltaan niukan ruokintakauden jälkeen. Taantuva kasvu on puolestaan hidastunutta kasvua, joka seuraa ruokinnaltaan voimakkaan alkukasvatuskauden jälkeen kun ruokintaa jälleen alennetaan. Korvaavan ja taantuvan kasvuominaisuuden hyödyntäminen ruokintaa jaksottamalla voi olla yksi ratkaisu taloudellisen tuloksen parantamiseksi naudanlihantuotannossa. Ruokintaa jaksottamalla voidaan vaikuttaa rehukustannukseen etenkin, jos rehujen hinnoissa on runsaasti kausivaihtelua.

Nykyisin tunnetaan jo lukuisia tekijöitä, jotka vaikuttavat naudan kykyyn sopeutua ravinnon saannissa ilmeneviin rajoituksiin ja rajoituksen jälkeiseen erittäin nopeaan kasvukauteen. Nämä yksittäiset tekijät ja niiden yhteisvaikutukset määräävät kompensoinnin asteen eli tason, jolla nauta pystyy korvaamaan menettämänsä kasvua. Ruokinnan jaksottamisen on myös todettu vaikuttavan ruhon teuraslaatuun ja teuraskypsyyden saavuttamiseen kuluvaan aikaan. Nämä ovat rehukustannuksen lisäksi keskeisiä tekijöitä, jotka voivat lisätä naudan ruokinnan jaksottamisesta saatavia hyötyjä. Lihanaudan korvaavan ja taantuvan kasvun taloudellista merkitystä ei ole kuitenkaan toistaiseksi tutkittu Suomessa.

## 1.2. Tutkimusongelmat ja tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää millaiset mahdollisuudet ruokinnan väkirehutasojen jaksottamisella on parantaa naudanlihan tuotannon kannattavuutta. Tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

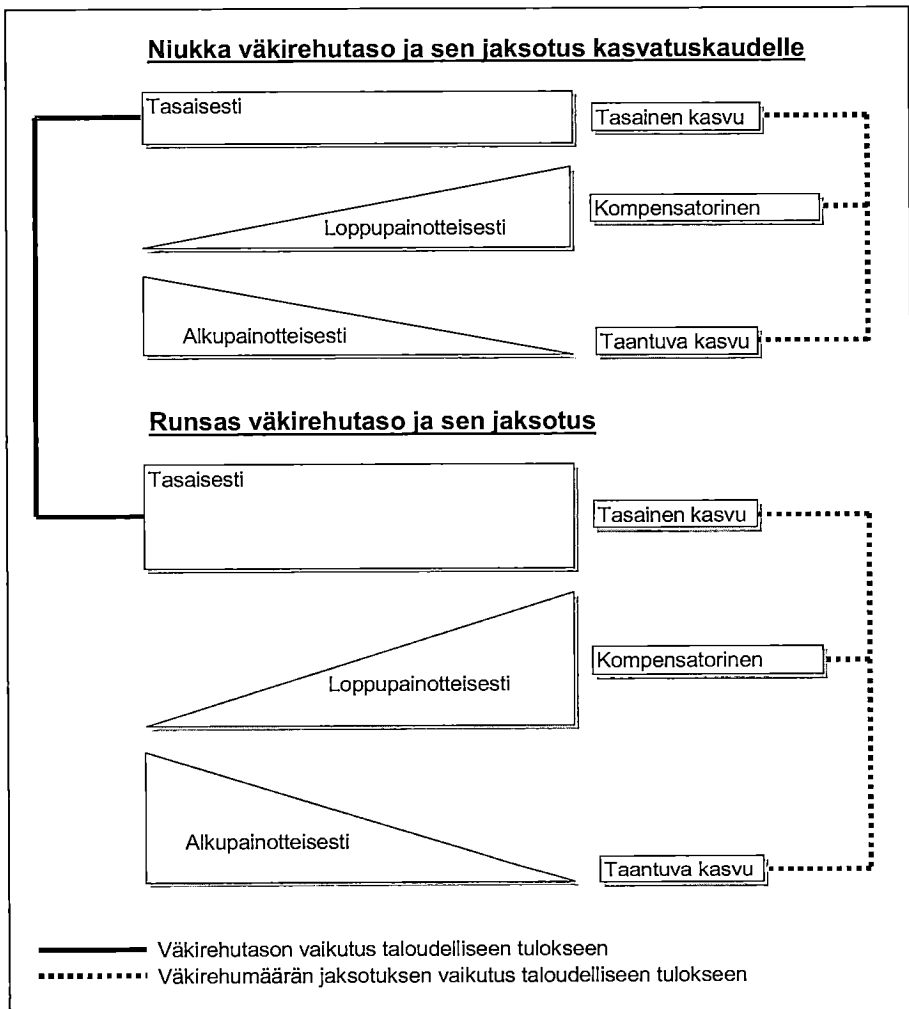
- 1) Kuinka ruokinnan väkirehutaso vaikuttaa naudanlihan tuotannon taloudelliseen tulokseen
- 2) Kuinka paljon ruokinnan erilaisella jaksottamisella voidaan vaikuttaa naudanlihan tuotannon taloudelliseen tulokseen.

Tavoitteena on näin selvittää se, millä tavoin väkirehutasot tulisi valita ja jaksottaa naudan eri kasvuvaiheisiin ottaen huomioon naudan eri kasvuvaiheiden ajoittuminen suhteessa ruokintakausittain vaihteleviin rehun hintoihin.

Jotta asetettuihin kysymyksiin voidaan vastata, työssä selvitetään tasaisen, korvaavan ja taantuvan kasvun esiintymistä naudoilla tilanteessa, jossa ruokinnan energiapitoisuus vaihtelee kasvatuskauden kuluessa. Energiapitoisuudella tarkoitetaan rehun sisältämää muuntokelpoisen energian määrää yhtä kuivaainekiloa kohti. Energiapitoisuuden vaihtelu ruokinnassa on ruokintakokeessa toteutettu jaksottamalla syötetty väkirehumäärä joko tasaisesti, alkupainotteisesti tai loppupainotteisesti sonnien kasvatuskaudelle (kuvio 1).

Tutkimuksen lähtökohtana on käsitys, että naudalla esiintyvä kasvu tiettyinä ajanjaksona on riippuvainen eläimen tämänhetkisestä ja aiemmasta ruokinnasta. Tutkimushypoteesina pidetään väittämää, että nauta pystyy ainakin osittain korvaamaan ruokinnan alhaisen energiapitoisuuden aikana menettämänsä kasvua ruokinnan energiapitoisuuden noustessa. Toisena olettamuksena on, että voimakkaan alkuruokintakauden aikana saavutettu suuri kasvunopeus vaikuttaa loppuruokintakaudella kasvua hidastavasti ja rehuhyötysuhdetta alentavasti.

Seuraavissa kappaleissa esitetään katsaus naudanlihantuotannon keskeisiin biologis-taloudellisiin lainalaisuuksiin, jotka ovat tärkeitä ruokinnassa käytettävien rehupanosten ja niillä aikaansaatavien taloudellisten vasteiden ymmärtämisessä. Korvaavaa eli kompensatorista kasvua ja sen mahdollistavia tekijöitä tarkastellaan luvussa 3. Tämän jälkeen esitellään tutkimusaineisto ja estimoidaan eläimen tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua kuvaava malli. Tulokset ja niistä tehtävä johtopäätökset esitetään luvuissa 5 ja 7.



Kuvio 1. Sonniin ruokintakokeen koejärjestelyt (MTT).

## 2. Naudan ruokinnan biologis-taloudellinen tarkastelu

### 2.1. Rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti

Naudan ruokinta poikkeaa muiden kotieläinten ruokinnasta, koska pötsin sulatuskyvyn ansiosta ravintoaineiden lähteinä voidaan käyttää energiapitoisuudeltaan hyvin erilaisia rehuja (Bondi 1987, s. 490). Energiapitoisuudeltaan

erilaisten rehujen käyttöä kuitenkin rajoittaa nautan rajallinen syöntipotentiaali. Lihanaudan syömä rehumäärä riippuu rehuyhdistelmän täyttävyydestä ja nautan syöntipotentiaalista. Nämä tekijät huomioonottaen rehuseoksen energiapitoisuuden tulisi olla sellainen, että nauta saa syömästään rehusta energian, joka on tarkoituksenmukaisin vallitsevilla panos-tuotossuhteilla. Bondin (1987, s. 489-491) mukaan lyhyellä aikavälillä ja rajoittamattomalla ruokinnalla lihanaudan syömä rehumäärä riippuu toisaalta ruuansulatuselimistön koosta ja toisaalta lihanaudan energiantarpeesta. Ruokinnassa käytettävän rehuyhdistelmän sulavuuden ja energiapitoisuuden noustessa riittävän korkeaksi lihanaudan syöntipotentiaalia alkaa rajoittaa sen energiantarve eikä ruuansulatuselimistön koko.

Väki- ja karkearehun keskinäisen osuuden muuttuessa nautan syömän rehun määrä ja ravintoaineiden saanti yleensä muuttuvat. Syödyn rehumäärän ja ravintoaineiden saannin muutokseen eri väkirehutasoilla vaikuttaa lähinnä käytettävän karkearehun laatu. Lihanaudan kasvun biologisen tehokkuuden kannalta väkirehun käyttö ruokinnassa ei ole välttämätöntä, koska nautan energiantarve pystytään tyydyttämään tarvittaessa pelkästään hyvälaatuisella säilörehulla. Rinteen (1995, s. 9) mukaan nurmirehun laatu vaikuttaa voimakkaasti väkirehun syöttämisestä saatavaan hyötyyn. Jos säilörehun sulavuus on hyvä, ei väkirehun energiasisältö juuri eroa nurmirehun energiasisällöstä. Säilörehun sulavuus on suhdeluku, joka kuvaa säilörehun sisältämän eläimelle käyttökelpoisessa muodossa olevan energian ja kokonaisenergian välistä suhdetta.

Ruokinnan väkirehumäärän noustessa vapaasti tarjolla olevan karkearehun kulutus yleensä vähenee. Suhdetta, jolla väkirehumäärän nostaminen vähentää karkearehun kulutusta, kutsutaan korvaussuhteeksi. Korvaussuhde lasketaan nautan syömän väkirehumäärän lisääntymisen ja karkearehumäärän vähenemisen välisenä suhteena. Laskentayksikkönä käytetään kuiva-ainekiloja. Arosen ym. (1993, s. 13) mukaan säilörehun syönnin vähenemisen suuruus riippuu pääasiassa säilörehun laadusta ja väkirehun määrästä ruokinnassa. Mitä parempaa säilörehu on, sitä enemmän sen syönti yleensä vähenee väkirehumäärän lisäämisen vaikutuksesta. Tämä johtuu siitä, että säilörehun ollessa hyvää eläimen syöntipotentiaalia säätelee sen energiantarve eikä ruuansulatuselimistön koko.

Väkirehun ja säilörehun suhteellisen osuuden ja säilörehun laadun muutoksen vaikutuksia nautan syömään rehumäärään ja ravintoaineiden saantiin on tutkittu monissa kokeissa. Aronen ym. (1993, s. 9-15) tutkivat väkirehutason vaikutusta syöntiin ja ravintoaineiden saantiin ay-sonnien vapaalla säilörehuruokinnalla (taulukko 1). Kokeessa syötetyt säilörehut olivat moitteettomia säilönälliseltä laadultaan ja sulavuudeltaan. Säilörehut olivat energia-arvoltaan normaaleja (0,94 ry/kg ka). Ensimmäinen väkirehukilo (kuiva-ainetta) vähensi säilörehun syöntiä 0,25 kuiva-ainekiloa, toinen väkirehukilo 0,70 kuiva-ainekiloa ja kolmas väkirehukilo 0,56 kuiva-ainekiloa. Nautan syömän rehuannoksen sisältämä energiamäärä nousi lineaarisesti väkirehutason nousun myötä.

*Taulukko 1. Väkirehutason vaikutus syöntiin ja ravintoaineiden saantiin aysonnien vapaalla säilörehuruokinnalla (Aronen ym. 1993, s. 12).*

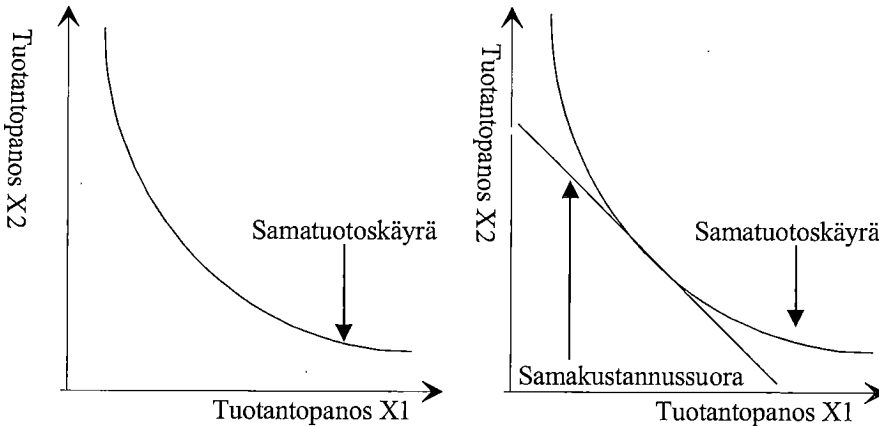
Väkirehutaso n	0 kg	1 kg	2 kg	3 kg	SEM	Väkirehun vaikutus	
	11	11	12	12		L	Q
Syönti, kg ka/pv							
Säilörehu	5,66	5,45	4,86	4,36	0,159	***	NS
Ohra	-	0,85	1,69	2,59			
Kivennäinen	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15		
Yhteensä	5,81	6,45	6,69	7,1	0,159	***	NS
Yhteensä g ka/kg W0,75	82,1	89,2	91,4	95,5	1,26	***	NS
Energian saanti ry/pv	4,17	4,96	5,46	6,11	0,115	***	NS
Valkuaisen saanti							
rv, g/pv	1021	1089	1090	113	28	*	NS
srv, g/pv	763	808	808	821	20,9	***	NS
AAT, g/pv	369	429	463	508	10,3	***	NS
PVT, g/pv	390	360	306	256	11	***	NS

SEM = keskiarvon keskivirhe	ry = rehuyksikkö
NS = ei tilastollisesti merkitsevä	rv = raakavalkuainen
* = P<0,05; ** P<0,01; *** = p<0,001	srv = sulava raakavalkuainen
L = lineaarinen vaikutus	AAT = ohutsuolesta imeytyvät aminohapot
Q = toisen asteen vaikutus	PVT = pötsin valkuaisase
ka = kuiva-aine	n = havaintojen määrä
W0,75 = Metabolinen elopaino	

Koska naudanlihantuotannossa käytettävät rehupanokset ovat osittain toisinaan korvaavia, täytyy tuottajan valita rehuyhdistelmä, jolla tuotos, kuten päiväkasvu, saavutetaan mahdollisimman vähäisin kustannuksin. Keskeisenä ongelmana on löytää edullisin rehuyhdistelmä tuotoksen aikaansaamiseksi. Samatuotostäyrä kuvaa kahden panoksen välistä teknistä suhdetta. Samatuotostäyrällä jokainen erillinen piste kuvaa samaa tuotosta, joka on aikaansaatu kahden tuotantopanoksen erilaisilla yhdistelmillä (kuvio 2). Kahden rehun välinen rajakorvaussuhde ilmaisee sen, kuinka nämä tuotantopanokset kykenevät korvaamaan toisiaan, kun siirrytään samatuotostäyrällä pisteestä toiseen.

Rehujen välinen rajakorvaussuhde on yleensä aleneva, jolloin panosten välinen rajakorvaussuhde muuttuu kuljettaessa samatuotostäyrällä pisteestä toiseen. Samatuotostäyrä on näin ollen kupera alaspäin (kuvio 2). Samatuotostäyrän tangentin kulmakerroin osoittaa panosten rajakorvaussuhteen tietyllä panoskombinaatiolla (Redman ja Redman 1981, s. 32). Tuotantotekijöiden minimikustannusyhdistelmä saavutetaan pisteessä, jossa alin mahdollinen samakustannussuora sivuaa samatuotostäyrää (kuvio 3). Tässä pisteessä samatuotostäyrän



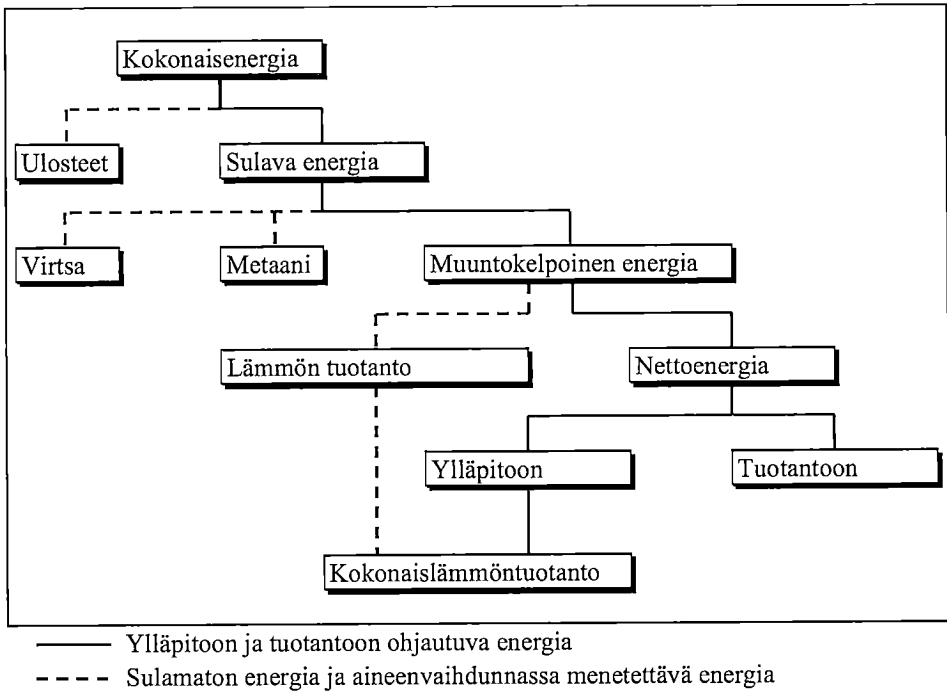
Kuvio 2. Kahden toisiaan epätäydellisesti korvaavan tuotantopanoksen samatuotuskäyrä ja samakustannussuora (Redman ja Redman 1981, s. 39).

tangentin kulmakerroin eli tuotannontekijöiden rajakorvaussuhde on sama kuin tuotannontekijöiden hintasuhde (Redman ja Redman 1981, s. 38-39).

## 2.2. Eläimen kasvu ja rehun hyväksikäyttö

Nauta pystyy käyttämään ravinnon sisältämästä kokonaisenergiasta vain osan kasvuun (kuvio 3). Osa ravinnon energiasta menetetään sen sulamattomuuden takia ulosteissa ja osa hukkaantuu aineenvaihdunnan aikana virtsan ja ruuansulatuksessa erittyvien kaasujen muodossa. Jäljelle jäävä energia on eläimen käytettävissä. Osa tästä energiasta muuttuu lämmöksi ruuansulatustoimintojen yhteydessä ja jäljelle jäävä nettoenergia pystytään käyttämään eläimen kasvuun ja ylläpitoon (Bondi 1987, s. 303-307).

Bruttotehokkuus kuvaa naudanlihantuotannossa biologista tehokkuutta. Bruttotehokkuudella tarkoitetaan tuotteen sisältämän energian ja sen tuottamiseen kuluneen energian välistä suhdetta tilanteessa, jossa eläimen ylläpitotarve otetaan huomioon kulutuksessa. Bruttotehokkuus vaihtelee suuresti kasvunopeuden mukaan, koska ylläpitoenergian tarve on kasvunopeudesta lähes riippumaton. Hyvän biologisen bruttotehokkuuden saavuttaminen edellyttää korkeaa tuotostasoa, koska tuotostason noustessa yhä suurempi osuus eläimen syömästä kokonaisenergiasta ohjautuu kasvuun. Tästä johtuen tuotannon bruttotehokkuus riippuu eläimen kyvystä syödä rehua suhteessa ylläpitotarpeeseen (Bondi 1987, s. 509).



Kuvio 3. Ravinnon energian käyttö naudoilla (Bondi 1987, s. 304).

Päivittäisen rehumäärän ja sen energiapitoisuuden lisäksi on myös kielteisiä vaikutuksia nautan saavuttamaan bruttotehokkuuteen. Rehumäärän lisääntyminen aiheuttaa rehun kulun nopeutumista nautan ruuansulatuskanavassa, jolloin rehun sulavuus heikkenee. Samalla lämmöntuotantoon kuluva energiamäärän osuus nousee. Koska nautojen ruokinnan energiapitoisuuden kasvattaminen tapahtuu yleensä väkirehun määrää ja/tai osuutta lisäämällä, niin samalla rehun hienojakoisuus lisääntyy ja rehun sulavuus heikkenee (McDonald ym. 1988, s. 212-213). Väkirehun suhteellisen osuuden jatkuvasti lisääntyessä joudutaan tilanteeseen, jossa nautan ruuansulatuselimistö ei enää toimi kunnolla. Väkirehu ei ole nautanlihantuotannossa karkearehua täydellisesti korvaava tuotantopanos.

Aronen ym. (1993, s. 15) tutkivat väkirehutaso vaikutusta sonnien kasvuun ja rehun hyväksikäyttöön. Väkirehumäärän suurentaminen lisäsi sonnien kasvunopeutta kaikilla väkirehutasoilla (taulukko 2). Väkirehuannoksen lisääminen vaikutti samansuuntaisesti myös ruhotuotukseen, mutta väkirehuannoksen suurentamisen ruhotuotosta lisäävä vaikutus pieneni väkirehutaso noustessa. Väkirehumäärän nostaminen huononsi rehuhyötysuhdetta, kun rehuhyötysuhde laskettiin rehuyksiköiden kulutuksena sonnien lisäkasvukiloa kohti. Laskettaessa

*Taulukko 2. Väkirehutason vaikutus sonnien kasvuun ja rehun hyväksikäyttöön vapaalla säilörehuruokinnalla (Aronen ym. 1993, s. 15).*

Väkirehutaso n	0 kg	1 kg	2 kg	3 kg	SEM	Väkirehun vaikutus	
	11	11	12	12		L	O
Paino, kg							
alussa	189	185	186	184	7,3	NS	NS
lopussa	398	422	439	454	11,4	***	NS
Kasvu, g/pv	933	1061	1132	1205	29,7	***	NS
Ruhotuotos, g/pv	454	545	603	640	17,4	***	NS
Rehuhyötysuhde							
ry/lisäkasvu-kg	4,5	4,7	4,8	5,1	0,11	***	NS
ry/ruhotuotos-kg	9,2	9,1	9,1	9,6	0,23	NS	NS

rehuhyötysuhde rehuyksiköiden kulutuksena teuraspainon lisäystä kohti tilanne ei ollut yhtä johdonmukainen. Väkirehutason nostaminen paransi tällä tavoin mitattua rehuhyötysuhdetta alemmilla väkirehutasoilla, mutta ylimmällä väki-rehutasolla mitattiin huonoin rehuhyötysuhde.

Taulukossa 2 esitetyt tulokset tulkittaessa täytyy ottaa huomioon koejärjestelyt. Tulokset on saatu aineistosta, joka edustaa vain osaa eläimen kasvuikästä. Lisäksi eri koeryhmissä saavutettuja rehuhyötysuhteita vertailtaessa täytyy ottaa huomioon erot eläinten loppuelopainossa, koska eläimen elopainon kasvaessa yhä suurempi osa rehun sisältämästä energiasta ohjautuu ylläpitoon.

Tuotantopanosten ja niillä aikaansaattavan tuotoksen välistä fyysistä riippuvuussuhdetta voidaan kuvata tuotantofunktiolla. Tuotantofunktion avulla pystytään tekemään johtopäätöksiä tuotannossa ilmenevistä lainalaisuuksista ja tuotannon yleisestä luonteesta. Tuotantofunktio voidaan merkitä matemaattisesti seuraavalla tavalla:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

jossa muuttujat  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ovat tuotantopanoksia ja  $Y$  on tuotannon maksimimäärä, joka voidaan aikaansaada käytetyillä tuotantopanoksilla (Redman ja Redman 1981, s. 12).

Kotieläintuotanto voidaan jakaa kahteen osaan tuotannossa aikaansaattavan tuotoksen luonteen mukaan. Ensimmäisen ryhmän muodostavat tuotannonhaarat, joissa tuotos on tuotantoeläimestä selkeästi erotettavissa oleva tuote, kuten maito maidontuotannossa. Toisen ryhmän muodostavat tuotannonhaarat, joissa tuotos muodostuu tuotantoeläimen elopainon lisäyksestä. Naudanlihantuotanto edustaa tätä ryhmää (Duloy ja Battese 1978, s. 184).



Naudanlihantuotannossa esiintyvän kasvun ja sen aikaansaamiseksi tarvittavien rehupanosten esittämistä häiritsevät eräät kotieläintuotannolle ominaiset piirteet. Panos-tuotossuhteen esittäminen on vaikeaa, koska tuotos ja sen saavuttamiseen tarvittava rehupanoskaan eivät ole ilmaistavissa yksikäsitteisesti. Liha-eläinten tuotosmäärä voidaan mitata kasvatuskokeen aikana elopainon muutoksella, mutta se kuvaa ainoastaan saavutettua painonlisäystä (Sirén 1974, s. 18). Näin ollen lihaeläinten samasta elopainon lisäyksestä huolimatta niiden taloudellinen tuotos saattaa olla erilainen.

Lisäksi rehupanoksen ja tuotoksen välisessä fyysisessä suhteessa tapahtuu muutoksia tuotannon eri vaiheissa eläimen kasvaessa. Ensimmäiseksi eläimen kasvutaipumuksissa tapahtuu muutoksia sen fysiologisen iän mukaan. Toiseksi eläimen syövä rehun määrä yhtä lisäkasvukiloa kohti muuttuu ajan kuluessa, koska ylläpitoenergian tarve ja kasvun koostumus muuttuvat eläimen elopainon ja iän mukaan. Kolmanneksi perättäiset kasvuhavainnot ovat riippuvia toisistaan, koska eläimen elopainon lisäysnopeus tietyllä hetkellä vaikuttaa myös tulevaan kasvukykyyn. Neljänneksi eläin itse päättää syömänsä rehumäärän ja sen koostumuksen valikoimalla rehuannoksesta haluamiaan osia.

Yhden tuotannontekijäpanoksen tai tuotannontekijäpanosyhdistelmän lisääminen muiden tuotannontekijöiden pysyessä ennallaan lisää tuotannon kokonaismäärää, mutta tämän yhden lisäpanoksen aiheuttama tuotannon lisäys jatkuvasti alenee. Tätä ilmiötä sanotaan tuotantoteoriassa alenevan rajatuotoksen laiksi. Tämä laki ilmenee selvästi myös kotieläinten ruokinnassa. Panoksen ja tuotoksen välinen muuttuva suhde liittyy naudanlihantuotannossa sekä kasvatusaikaan että rehun muuntosuhteeseen. Foxin ja Blackin (1984) mukaan alenevan rajatuotoksen lain toteutuminen naudanlihantuotannossa perustuu kahteen riippuvuussuhteeseen, jotka ovat ylläpitoenergian tarpeen kehittyminen ja eläimen kasvun koostumuksen muuttuminen. Saman kasvun saavuttaminen eläimen kasvuperiodin eri vaiheissa vaatii erilaisen energiamäärän, koska eläimen ylläpitoon tarvittava energiamäärä kasvaa elopainon lisäyksen mukaan. Eläimen tuottaman lihaksen ja rasvan keskinäinen suhde muuttuu eläimen kasvun mukaan. Eläimen lähestyessä täysikasvuisuutta yhä suurempi osa kasvusta muodostuu rasvasta, jonka muodostaminen vaatii noin kahdeksankertaisen määrän energiaa verrattuna lihaksen tuottamiseen. Saavutettava rehun muuntosuhte riippuu siis eläimen ylläpitoon kuluvaan energian tarpeesta ja kasvun koostumuksesta kasvatuskauden eri aikoina.

### **2.3. Kasvatusaika**

Rehupanosten käyttö eläimen kasvatusajan kuluessa vaikuttaa teuraspainon saavuttamiseen kuluvaan aikaan. Koska naudanlihantuotanto on ajan suhteen yhtäjaksoisesti jatkuva prosessi ja koska rehupanosten käyttö eläimen kasvatusajan kuluessa vaikuttaa teuraspainon saavuttamiseen kuluvaan aikaan, tuotannossa

esiintyy kustannuksia, jotka johtuvat eläimen kasvunopeudesta. Tämä edellyttää ajan ottamista erääksi tuotantoon liittyväksi muuttujaksi (Duloy ja Battese 1978, s. 184). Dillonin ja Anderssonin (1990, s. 84) mukaan ajan vaikutus tuotannon tehokkuuteen voi olla jopa monimutkaisempi ja laajempi kuin tuotannossa käytettävien fyysisten panosten vaikutus.

Käytännön naudanlihantuotannossa ajalla tuotantontekijänä on merkitystä lähinnä kustannussyistä. Tietyn tuotoksen saavuttaminen vaatii vaihtelevan ajan riippuen siitä, millä nopeudella kasvu tapahtuu. Jos verrataan eläimen kasvuun käyttämää aikaa ja tuotannossa esiintyviä kiinteitä kustannuksia toisiinsa, voidaan kiinteitä kustannuksia pitää muuttuvina kustannuksina kasvuun käytettävän ajan suhteen. Kasvuun käytettävän ajan suhteen muuttuvina kustannuksina voidaan pitää mm. tuotantorakennuksista aiheutuvia kustannuksia, eläinpääoman korkoa ja eläimen ylläpitorehusta aiheutuvia kustannuksia. Lihan tuotantokustannuksista osa on näin ollen ajan mukaan suhteellisesti muuttuvia kustannuksia.

Sirénin (1974, s. 20) mukaan aikaa voidaan luonnehtia naudanlihantuotantoon liittyvänä tekijänä rajoittavaksi, koska:

1. Rehuyhdistelmän pysyessä muuttumattomana rehupanoksen lisääminen edellyttää myös ajan lisääntymistä, koska eläimen syöntikyvyllä on olemassa yläraja.
2. Eläimen kasvunopeudella on tietty fysiologinen yläraja. Toisin sanoen ruokinnassa käytettävän rehun koostumusta muuttamalla aikayksikköä kohti tapahtuvaa kasvunopeutta pystytään lisäämään vain tiettyyn rajaan asti.

Jos oletetaan, että eläin syö rehua syöntikykyään vastaavasti, on saavutettavan tuotoksen määrä riippuvainen rehuannoksen sisältämistä kasvulle välttämättömistä ravintoaineista. Jos nämä ravintotekijät ovat kasvun kannalta optimitasolla, eläimen kasvukyky käytetään täysimääräisesti hyväksi. Jos ne ovat kasvun kannalta alle optimitason, on saavutettava tuotosmäärä aikayksikköä kohti vastaavasti pienempi. Tässä kuvatus kasvunopeuden teknisen ylärajan ohella on olemassa taloudellinen raja, jonka ylittäminen ei ole mielekästä. Käytännössä onkin kysymys siitä, missä taloudellinen optimi sijaitsee tai miten lähelle sitä voidaan päästä.

## **2.4. Teurastulokset ja ruhojen laatu**

Saavutettu painonlisäys jakautuu mm. ruuansulatuskanavan, luuston, lihaksiston ja rasvan muodostumisen kesken. Kasvun jakautuminen edellä mainittuihin osiin vaihtelee eläimen ruokinnan, elopainon, iän ja perintötekijöiden mukaan. Näin ollen samasta elopainon lisäyksestä huolimatta rahassa mitattu tuotos saattaa olla erilainen.

*Taulukko 3. Väkirehutason vaikutus teurastuloksiin ay-sonnien vapaalla säilörehuruokinnalla (Aronen ym. 1993, s. 17).*

Väkirehutaso	0 kg	1 kg	2 kg	3 kg	SEM	Väkirehun vaikutus	
n	11	11	12	12		L	Q
Teuraspaino (TP), kg	191	208	222	229	6,1	***	NS
Teuras-%	47,8	49,3	50,4	50,4	0,41	***	0
Laatuluokka	7,6	8,1	8,4	8,2	0,15	**	*
Rasvaluokka	0,6	1	1	1,2	0,08	***	NS
Sisäelin- ja suolistorasvat							
kg	11,8	15,2	17,5	20,3	1,04	***	NS
% TP:sta	6,1	7,3	7,9	8,9	0,46	***	NS
Ruoansulatuskanava							
täysi, kg	95,5	91,7	82,6	76,3	2,82	*	NS
tyhjä, kg	24,7	25,8	26,2	26,6	0,91	NS	NS
erotus, kg	70,8	65,9	56,3	49,7	2,21	**	NS
erotus, % elopainosta	17	15	12,9	11,1	0,35	***	NS

Ruhon laatu: 5 = laiha - 10 = erittäin lihakas. \* = P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* = p<0,001  
Ruhon rasvaisuus: 0 = rasvaton - 4 = erittäin rasvainen. L = lineaarinen vaikutus  
SEM = keskiarvon keskivirhe Q = toisen asteen vaikutus  
NS = ei tilastollisesti merkitsevä n = havaintojen määrä

Arosen ym. (1993, s. 18) mukaan väkirehutason nostaminen vapaalla säilörehuruokinnalla olleilla sonneilla paransi niiden teurasprosenttia ja teurasruhon laatua eli lihakuutta käyräviivaisesti, toisin sanoen väkirehumäärän lisääntytyä teurasprosentin kasvun lisäys pieni (taulukko 3). Kun ay-sonnit saivat väkirehua 2 kilon sijasta 3 kiloa päivässä niiden teurasprosentti ei enää kasvanut ja teurasruhon laatu laski. Lisäksi ruhon teurasarvoon vaikuttava rasvaisuus lisääntyi väkirehutason noustessa. Väkirehumäärän nostaminen lisäsi sisäelin-, pötsi- ja suolirasvojen määrää, mutta pienensi ruoansulatuskanavan sisällön määrää. Tulos osoittaa, kuinka huonosti eläimen päiväkasvu kuvaa eläimen todellista kudosten kasvua.

### 3. Kompensatorinen kasvu

#### 3.1. Kompensatorisen kasvun voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä

Tilapäiset, kasvulle epäsuotuisat olosuhteet, kuten ravinnonsaannin riittämättömyys, rehujen huono laatu, ravintoaineiden puute tai sairaus, hidastavat eläimen kasvua. Allenin (1990) mukaan kompensatorisen kasvun avulla nauta pystyy korvaamaan epäsuotuisina aikoina aiheutuneet kasvumenetykset olosuhteiden muuttuessa kasvulle suotuisiksi.

Nykyään tunnetaan lukuisia tekijöitä, jotka vaikuttavat naudan kykyyn sopeutua ravinnon saannissa ilmeneviin rajoituksiin ja rajoituksen jälkeiseen erikoisen nopeaan kasvuun. Nämä yksittäiset tekijät ja niiden yhteisvaikutukset määräävät kompensoinnin asteen eli tason, jolla nauta pystyy korvaamaan menettämänsä kasvua. Tekijöiden yhteisvaikutusten ja aiheesta tehdyn vähäisen tutkimustyön takia yksittäisten tekijöiden todellisia vaikutuksia kompensatoriseen kasvuun on vaikea ennustaa (Carstens 1995, s. 70).

Kompensatorisen kasvun ilmenemisen voimakkuuteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kahteen pääluokkaan, joita ovat ravinnon saannin rajoittamisen luonne sekä naudan ikä, koko ja kasvu ravinnon saannin rajoittamisen alkamis- tai loppumisajankohtana. Ravinnon saannin rajoittamisen luonteella tarkoitetaan sen kestoa, ankaruutta ja koostumusta rajoitusta aiheuttavan ravintoaineen mukaan.

### **3.1.1. Ruokinnan rajoittamisen kesto ja ankaruus sekä kasvua rajoittava ravintoaine**

Carstensin (1995) mukaan kompensatorisen kasvun voimakkuus lisääntyy sitä edeltävän rajoitetun ruokintakauden pidentyessä. Yambayamba ja Price (1991) suorittivat kokeen, jossa alkupainoltaan keskimäärin 211-kiloisia hiehoja ruokittiin kolmella tavalla. Ensimmäisellä ryhmällä rehua oli vapaasti saatavilla koko kasvatusajan. Toinen ryhmän ruokintaa rajoitettiin ensimmäiset kaksi kuukautta ja kolmannen ryhmän ensimmäiset neljä kuukautta. Loppukasvatusaikana, rehun ollessa vapaasti saatavilla kaikilla ryhmillä, kolmannen ryhmän hiehojen päiväkasvu oli suurempi kuin toisen ja ensimmäisen ryhmän hiehojen päiväkasvu.

Ravinnon saannin rajoittamisen ankaruus voi olla vain vähäistä rehun syönin rajoittamista, jolloin se hidastaa eläimen kasvua vain vähän. Ankarimmillaan ruokinnan rajoittaminen saattaa olla niin rajua, että eläimen elopaino laskee rajoitetun kasvukauden aikana. Hironakan ja Kozubin (1973) suorittamissa kokeissa härkien ruokinta perustui kolmeen tasoon, jotka vaihtelivat vapaasta ruokinnasta erittäin rajoitettuun ruokintaan. Tulosten mukaan erittäin rajoitetulla ruokinnalla olleet härät kasvoivat rajoituksen päätyttyä paremmin kuin lievemmin rajoitetulla ja vapaalla ruokinnalla olleet härät. Näin ravinnon rajoituksen ankaruus vaikutti sitä seuraavan ruokintakauden kasvuun.

Ravinnon saannin rajoittaminen voidaan toteuttaa eri tavoin. Kasvua rajoittavan ravintoaineen puute vaikuttaa kompensatoriseen kasvuun. Adballa ym. (1988) tutkivat energian ja valkuaisen saannin rajoittamisen vaikutusta kompensatoriseen kasvuun. Rajoitetun kauden pituus oli 154 päivää. Rajoitetusti valkuaisa saaneen koeryhmän kasvu oli rajoittamisen jälkeen suurempaa kuin vapaalla valkuaisruokinnalla olleen koeryhmän, mutta pienempää kuin rajoitetusti energiaa saaneen koeryhmän kasvu. Samaan tutkimukseen liittyvässä toisessa

kokeessa, jossa rajoitettu kausi kesti 98 päivää, rajoitetusti valkuaisista saaneen koeryhmän kasvu ei poikennut vapaalla valkuaisruokinnalla olleen koeryhmän kasvusta tilastollisesti merkitsevästi.

### **3.1.2. Naudan ikä, koko ja kasvu rajoituksen aikana**

Coleman ja Evans (1986) tutkivat naudan iän, koon ja ravinnon rajoittamisen aikaisen kasvun vaikutusta keväällä ja syksyllä syntyneiden härkien kompensatoriseen kasvuun. Keväällä syntyneet härät muodostivat vanhemman ja syksyllä syntyneet härät nuoremman koeryhmän. Ravinnon saantia rajoitettiin kummallakin koeryhmällä 60 päivää. Vanhemmalla koeryhmällä ruokinnan rajoittaminen laski selvästi kasvutuloksia rajoitetun kasvukauden aikana. Kompensatorinen kasvu alkoi 30 päivän kuluttua ruokinnan rajoittamisen jälkeen ja sitä kesti 120 päivään asti, jonka jälkeen kasvu ei eronnut koko ajan vapaalla ruokinnalla olleen kontrolliryhmän kasvusta. Nuoremmalla koeryhmällä ruokinnan rajoittaminen ei vaikuttanut kasvuun yhtä voimakkaasti kuin vanhemmalla koeryhmällä. Kasvu poikkesi merkittävästi kontrolliryhmästä vasta rajoitteen loppupuolella eikä kompensatorista kasvua esiintynyt rajoitetun ruokintakauden jälkeen.

Ravinnon rajoittamisen aikaisella kasvulla sekä eläimen koolla rajoituksen loppuessa on todettu olevan vaikutusta kompensatorisen kasvun voimakkuuteen. Mitä hitaammin naudat kasvavat ruokinnan rajoituksen aikana, sitä nopeampaa niiden kasvu on rajoituksen jälkeen (Coleman ja Evans 1986). Useissa muissakin tutkimuksissa on havaittu rajoittamisen aikaisen kasvun pienenemisen lisäävän kompensatorista kasvua (mm. Abdalla ym. 1988, Yambayamba ja Price 1991). Eläimen koolla rajoitetun ravinnonsaannin päätyessä on vaikutusta sitä seuraavaan kompensatoriseen kasvuun. Eläimen koon kasvaessa sen kyky korvata rajoitteen aikana menettämäänsä kasvua pienenee (Coleman ja Evans 1986).

### **3.2. Kompensatorisen kasvun mahdollistavat tekijät**

Kompensatorisen kasvun takana täytyy olla tekijöitä, jotka selittävät eläimen kyvyn kasvaa ”ylinopeasti” hitaan kasvukauden jälkeen. Carstensenin (1995) mukaan kompensatorisen kasvun mahdollistavia tekijöitä ovat ainakin kasvun koostumuksen muuttuminen, ylläpitoenergian tarpeen väheneminen, kasvun netto-  
tehokkuuden paraneminen, syönnin lisääntyminen ja ruuansulatuskanavan täyteisyyden lisääntyminen.

Kompensatorisen kasvun alussa valkuaisen eli lihaksen osuus kokonaiskasvusta lisääntyy ja rasvan muodostuminen vähenee. Valkuaisen muodostaminen vaatii vähemmän energiaa kuin rasvan muodostaminen yhtä elopainokiloa kohti. Carstensenin ym. (1991) mukaan kuuden kuukauden rajoitetun ruokinnan

jälkeen nautojen valkuaisen muodostuminen oli 12 % suurempaa ja rasvan muodostuminen 25 % pienempää kuin vapaalla ruokinnalla olleen vertailuryhmän. Tästä muutoksesta johtuen kasvuun tarvittava energiantarve väheni 18 %. Naudan aineenvaihdunnan aktiivisissa sisäelimissä tapahtuu muutoksia ravinnon-saannin rajoittamisen aikana, jotka vaikuttavat ylläpitoenergian tarpeen vähene-miseen.

Tuorin (1994) mukaan ylläpitoenergian tarve laskee 10-20 % rajoituksen kes-täessä useita kuukausia. Kompensatorisen kasvun aikana ylläpitoenergian tarve nousee hitaasti, kunnes eläimet ovat täysin sopeutuneet uuteen ruokintaan. Ylläpitoenergian tarve on näin ollen keskimäärin pienempi kompensatorisesti kasvaneilla eläimillä kuin koko ajan vapaasti ruokituilla eläimillä (Carstens 1995).

Kompensatorisen kasvun aikana kasvun nettotehokkuus lisääntyy eli rehun hyväksikäyttö paranee. Foxin ym. (1988) mukaan kompensatorinen kasvu on seurausta vähentyneestä ylläpitoenergian tarpeesta ja parantuneesta energian hyväksikäytöstä kasvussa. Fox ym. kehittivät mallin, jolla selvitettiin edellä mainittujen tekijöiden vaikutusta kompensatoriseen kasvuun. Mallin mukaan saavutettu kasvu rajoitetun ravinnonsaannin aikana vaikutti kompensatorisen kasvun aikana ilmenevään ylläpitoenergian laskun suuruuteen ja energian hy-väksikäytön paranemiseen.

Kuiva-aineen syönnin on todettu lisääntyvän kompensatorisen kasvun aikana useissa tutkimuksissa. Maderin ym. (1989) mukaan kompensatorisesti kasvaneilla eläimillä kuiva-aineen syönti oli yli 10 % suurempaa kuin vapaasti kasvaneilla eläimillä. Vaikka rehunkulutus kasvaisikin kompensatorisen kasvun aikana ta-saisesti kasvaneeseen kontrolliryhmään verrattuna, niin kokonaisrehunkulutuk-sessa ei välttämättä ole suurta eroa verratessa nautoja samassa loppupainossa (Abdalla ym. 1988).

Ruuansulatuskanavan täyteisyyden eli aineenvaihduntaa harjoittavan pinta-alan on todettu lisääntyvän kompensatorisen kasvun aikana, joka mahdollistaa suurempien rehumäärien käsittelyn aikayksikköä kohti (Castrens ym. 1991).

### **3.3. Kompensatorisen kasvun vaikutus kasvatusaikaan**

Kompensatorisen kasvun aikana tapahtuva kasvun nopeutuminen ei pysty kor-vaamaan täysimääräisesti ravinnon saannin rajoituksen aikana menetettyä kas-vua. Päästäkseen samaan teuraspainoon kompensatorisesti kasvaneet naudat tar-vitsevat enemmän ruokintapäiviä, koska kompensoinnin aste ei ole täydellinen. Ravinnon rajoittamisen ankaruuden ja pituuden kasvaessa tiettyyn teuraspainoon tarvittavien ruokintapäivien tarve lisääntyy.

Hironakan ja Kozubin (1973) mukaan kompensatorinen kasvu ei pystynyt korvaamaan täysimääräisesti ruokinnan rajoituksen aikana menetettyä kasvua, koska samaan elopainoon pääseminen vaati erittäin rajoitetulla ruokintaryhmällä

262, osittain rajoitetulla ruokintaryhmällä 249 ja vapaalla ruokintaryhmällä 230 ruokintapäivää. Kokonaisrehkukulutuksessa ei ollut mainittavia eroja koeryhmien välillä. Yambayamban ja Pricen (1991) mukaan ruokinnan rajoitteen keston lisääntyessä kasvatusaika samaan elopainoon pääsemiseksi lisääntyi, mutta kokonaisrehkukulutuksessa ei ollut mainittavaa eroa.

### **3.4. Kompensatorisen kasvun vaikutus ruhon laatuun**

Monet tekijät vaikuttavat ruhon koostumukseen. O'Donovanin (1984) mukaan ruokinnallisten tekijöiden lisäksi nautan iällä, elopainolla, fysiologisella kehitysvaiheella, rodulla ja kasvunopeudella saattaa olla vaikutusta ruhon koostumukseen.

Tutkimustulokset kompensatorisen kasvun vaikutuksesta ruhon koostumukseen eroavat suuresti toisistaan. Carstensen ym. (1991) mukaan kompensatorisesti kasvaneet eläimet olivat lihakkaampia ja Abdallan ym. (1988) mukaan rasvaisempia kuin vapaasti kasvaneet kontrolliryhmän eläimet. Kompensatorisen kasvun alussa valkuaisen kertyminen ruhoon on nopeampaa ja rasvan kertyminen hitaampaa kuin vapaalla ruokinnalla olleilla vertailuryhmillä. Kompensatorisen kasvun loppuvaiheessa tilanne on päinvastainen (Rompala ym. 1985). Hironakan ja Kozubin (1973) mukaan ruhon rasvaisuus oli sitä pienempää, mitä painavampia eläimet olivat ruokinnan rajoituksen päättyessä. Kompensatorisen kasvun merkitys ruhon koostumukseen riippuu niin monesta tekijästä ja niiden yhteisvaikutuksista, että mitään varmoja johtopäätöksiä asiasta ei voida tehdä nykyisten tutkimustulosten mukaan.

## **4. Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmät**

### **4.1. Tutkimusaineiston yleiskuvaus**

Tutkimusaineistona käytetään Maatalouden tutkimuskeskuksessa tehtyä ruokinta-koetta, jossa tutkittiin väkirehutason ja sen jaksotuksen vaikutusta sonnien kasvuun sekä ruhon ja lihan laatuun. Lisäksi kokeessa kiinnitettiin erityistä huomiota sonnien kompensatoriseen kasvuun. Tulokset väkirehutason ja väkirehuannoksen jaksotuksen vaikutuksesta ay-sonnien kasvuun sekä ruhon ja lihan laatuun on esitetty kotieläintieteen päivillä 1998 (MKL 1998a, s. 131-136).

Ruokintakoe aloitettiin syksyllä 1995 ja se päättyi keväällä 1997. Koe käsitti alunperin 54 eläintä, joista yksi jouduttiin poistamaan kesken ruokintakokeen muista kuin ruokinnallisista syistä. Eläimet otettiin ruokintakokeeseen neljänä eri ajankohtana vasikoiden syntymäaikojen mukaan porrastettuna. Kunakin ajankohtana kokeeseen otetut eläimet jaettiin kuuden eläimen ryhmiin iän ja elopainon mukaan. Näistä iän ja elopainon mukaan muodostetuista ryhmistä valit-

*Taulukko 4. Eri koeryhmien väkirehutaso ja sen jaksottaminen kasvatuskaudelle.*

Väkirehutaso	Kasvatuskausi		Ryhmän tunnus	Kasvutapa	Eläinmäärä
	Alku	Loppu			
Niukka 50 g/W0,6	50	50	50/50	Tasaisesti	9
	0	100	0/100	Korvaavasti	9
	100	0	100/0	Taantuvasti	9
Runsas 100 g/W0,6	100	100	100/100	Tasaisesti	8
	50	150	50/150	Korvaavasti	9
	150	50	150/50	Taantuvasti	9

tiin arpomalla edustaja kuhunkin kuuteen koeryhmään. Iän ja elopainon jakauma jokaisessa koeryhmässä oli näin ollen lähes samanlainen ja jokainen koeryhmä muodostui samassa suhteessa eri ajankohtina kokeisiin otetuista eläimistä.

Tutkittavina koetekijöinä olivat väkirehutaso ja väkirehuannoksen erilaisen jaksottamisen vaikutus saavutettaviin kasvutuloksiin. Väkirehutasoja oli kaksi eli niukka ja runsas väkirehuannos. Kummankin väkirehutason sisällä väkirehuannos pysyi kasvatuskauden aikana joko samansuuruisena (yhtä elopainokiloa kohti) tai sitä painotettiin kasvukauden alku- tai loppupuolelle. Sonnien väkirehutasoa muutettiin yksilöllisesti toteutuneen alkukasvatuskauden kasvun ja arvioidun loppukasvatuskauden kasvunopeuden perusteella. Tavoitteena oli, että kummankin väkirehutason sisällä kokeen aikana syöty kokonaisväkirehumäärä pysyi eri koeryhmissä samana. Ryhmiä, joissa väkirehuannos pysyi kasvatuskauden aikana samansuuruisena, nimitetään tasaisesti kasvaneiksi ryhmiksi. Ryhmiä, joissa väkirehuannos painotettiin loppukasvatuskauteen, kutsutaan korvaaviksi ryhmiksi ja ryhmiä, jossa väkirehuannos painotettiin alkukasvatuskauteen, kutsutaan taantuviksi ryhmiksi. Koeryhmät nimitetään ryhmän tunnuksen mukaan. Ryhmätunnukset on esitetty taulukossa 4.

Väkirehuna käytettiin ohraa ja säilörehu oli vapaasti eläinten saatavilla. Neljän ensimmäisen ruokintakuukauden aikana sonneille annettiin 0,5 kg rypsi-rouhetta päivässä. Kivennäistä eläimet saivat 100 g/pv. Eläimet ruokittiin kerran päivässä aamulla.

Ruokintakokeen tuloksiin vaikuttaa merkittävästi kokeessa käytettyjen rehujen laatu. Varsinkin karkearehujen laatuerot voivat olla merkittäviä eri tilojen ja eri rehuerien välillä. Esiintyviin eroihin vaikuttavat lähinnä tilakohtaiset viljely- ja korjuumenetelmät sekä viljelijän ammattitaito. Yksittäisestä kokeesta saatujen tulosten yleistämisessä onkin oleellista tuntee kokeessa käytettyjen rehujen laatu. Taulukossa 5 on esitetty kokeen aikana syötettyjen rehujen keskimääräi-



*Taulukko 5. Rehujen koostumus ja rehuarvot keskimäärin kokeen aikana.*

	Säilörehu	Ohra	Rypsirouhe
Kuiva-aine (ka g/kg)	287	877	892
Ka:ssa (g/ka kg)			
Tuhka	81	25	71
Raaka-valkuainen	127	119	382
Raakakuitu	290	54	140
Raakarasva	42	20	44
Rehuarvot			
Ry/kg ka	0,93	1,14	0,97
OIV (g/kg ka)	81	104	156
PVT (g/kg ka)	-11	-52	143

Ry = Rehuyksikkö;

OIV = Ohutsuolessa imeytyvien aminohappojen pitoisuus;

PVT = Pötsin valkuaiastase.

nen koostumus ja rehuarvot. Ruokintakokeen aikana syötetyn rehun laatu kuitenkin vaihteli ja sen vaikutusta saavutettuihin kasvutuloksiin ei voida sulkea täysin pois.

Eläimen alku- ja loppupainoina käytettiin kahden perättäisen päivän punnitus-tulosten keskiarvoa. Kasvatuskauden aikana eläimet punnittiin aamulla ennen ruokintaa 28 päivän välein. Eläimen kasvatuskausi muodostui näistä 28 päivän ruokintajaksoista, joiden aikana tapahtunut kasvu ja rehunkulutus tallennettiin. Kaikkien eläinten teuraspainotavoitteena oli 300 kg. Eläimet teurastettiin LSO:n Forssan teurastamolla, jossa suoritettiin myös ruhojen teurasarvoon vaikuttavan lihakkuuden ja rasvaisuuden määrittely EUROP-luokituksen mukaan.

## **4.2. Tutkimusaineiston kuvaus tutkimusongelman kannalta**

Tässä kappaleessa kuvaillaan aineiston keskiarvoluvuista saatavaa informaatiota. Tarkoituksena on löytää koeryhmien välillä kasvatuskauden eri aikoina ilmenviä eroja, jotka ovat vertailtavissa ja joilla sonnien tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua voidaan selittää. Kasvumallin toimivuuden kannalta aineistosta olisi löydettävä muuttujia, jotka pystyvät kuvaamaan kasvatuskauden aikana tapahtuvia muutoksia kompensatorisen kasvun aiheuttavissa ja mahdollistavissa tekijöissä. Näiden muuttujien tulisi olla luonteeltaan sellaisia, että ne ottavat huomioon jatkuvasti eläimen aikaisemman ja nykyisen ruokinnan välisen yhteisvaikutuksen.

#### 4.2.1. Rajoitetun ja vapaan ruokinnan jaksot

Kompensatorisen kasvun voimakkuuden on todettu vaihtelevan ruokinnan rajoittamisen keston mukaan. Tutkimusaineistossa alku- ja loppuruokintakauden vaihtuminen on sidottu kunkin eläimen elopainoon. Tämän takia alku- ja loppuruokintakauden pituus vaihtelee huomattavasti eri koeryhmien välillä ja niiden sisällä eläinten yksilöllisten kasvuominaisuuserojen takia.

Ruokinnan jaksottamisesta aiheutuvan korvaavan ja taantuvan kasvun kuvaamista varten mallin tulee pystyä ottamaan huomioon ruokintakauden kuluessa eri koeryhmien eläinten rehuhyötysuhteen muutokset. Tässä koeaineistossa eläinten kasvun ja rehupanosten väliseen suhteeseen tiettyinä aikana vaikuttavat ainakin seuraavat tekijät:

- 1) Koeryhmien sonnit kasvavat eri nopeudella alku- ja loppuruokintakaudella. Tästä johtuen eri koeryhmien eläinten ylläpitoenergian tarve vaihtelee kasvatuskauden kuluessa.
- 2) Ruokinnan väkirehutaso vaihtelee eri koeryhmien välillä ja kuskakin koeryhmässä kasvatuskauden kuluessa. Tästä johtuen eläinten saama ravintomäärä suhteutettuna elopainoon vaihtelee. Syödyn energiamäärän kasvaessa yhä suurempi osa siitä ohjautuu kasvuun. Toisaalta energiamäärän jatkuvasti kasvaessa rasvan osuus saavutettavasta kasvusta saattaa lisääntyä. Lisäksi sonnien syödessä rehun kuiva-ainetta hyvin paljon rehun sulavuus huononee pötsin pH:n laskiessa ja rehun kulun nopeutuessa ruuan-sulatuskanavistossa.
- 3) Korvaavasti eli kompensatorisesti kasvavilla eläimillä esiintyy todennäköisesti loppukasvatuskaudella tehokasta rehun hyväksikäyttöä. Kompensatorisesti loppukasvatuskaudella kasvavilla eläimillä saattaa esiintyä myös alkukasvatuskaudella rajoitettuun ruokintaan sopeutumisesta johtuvaa rehun hyväksikäytön paranemista.
- 4) Taantuvasti kasvavilla eläimillä voi esiintyä loppukasvatuskaudella ruokinnan voimakkaasta muuttumisesta aiheutuvia muutoksia rehuhyötysuhteessa.

Taulukko 6 kertoo koeryhmittäin alku- ja loppuruokintakaudella keskimäärin saavutetun kasvun ja käytettyjen rehupanosten välisen suhteen. Kasvun tehokkuuden merkittävä huononeminen ruokintakauden kuluessa näkyy selvästi verrattaessa alku- ja loppuruokintakaudella saavutettuja eri koeryhmien sonnien keskimääräisiä rehun muuntosuhteita. Tämä johtuu pääasiassa eläimen ylläpitoon ohjautuvan energian kasvusta elopainon lisääntyessä ja kasvun koostumuksen muuttumisesta.

*Taulukko 6. Alku- ja loppuruokintakauden kesto sekä sonnien rehuhyötysuhteet koeryhmittäin.*

Koeryhmä	50/50	0/100	100/0	100/100	50/150	150/50	SEM
<b>Eläinmäärä</b>	9	9	9	8	9	9	
<b>Kesto (pv)</b>							
Alkukausi	264	264	264	247	256	238	4.7
Loppukausi	160	176	174	156	153	163	10.9
Koko koe	424	440	438	403	409	401	13.3
<b>Rehun muuntosuhde</b>							
Alkukausi							
Kg ka/lisäkasvu-kg	4.60	4.82	4.90	4.75	4.66	4.44	0.10
RY/lisäkasvu-kg	4.63	4.66	5.10	4.96	4.71	4.78	0.10
Loppukausi							
Kg ka/lisäkasvu-kg	8.54	8.08	9.79	8.56	7.94	8.72	0.35
Ry/lisäkasvu-kg	8.21	8.14	8.87	8.61	8.33	8.45	0.36
<b>Koko koe</b>							
Kg ka/lisäkasvu-kg	5.83	6.04	6.19	5.90	5.71	5.56	0.19
Kg ka/nettokasvu-kg	11.72	11.66	12.29	11.23	10.92	10.68	0.35
Ry/lisäkasvu-kg	5.73	5.97	6.06	6.05	5.88	5.71	0.19
Ry/nettokasvu-kg	11.53	11.53	12.04	11.51	11.24	10.96	0.35

SEM = Keskiarvon keskivirhe;

ka = Kuiva-aine;

ry = Rehuysikkö.

Kasvussa ja rehuhyötysuhteessa tapahtuu siis muutoksia jatkuvasti kasvatuskauden kuluessa. Nämä muutokset riippuvat eläimen elopainon lisäksi nykyhetkessä tapahtuvasta ja aikaisemmasta ruokinnasta

#### **4.2.2. Rajoituksen voimakkuus ja rehun syönti**

Ravinnon saannin rajoittamisen voimakkuus oli tässä kokeessa melko lievää, koska ay-sonnien ruokinta perustui vapaaseen säilörehuruokintaan. Ruokintaa rajoitettiin vain erilaisten väkirehutäydennysten avulla. Kokeessa käytetty säilörehu oli laadultaan melko hyvää. On kuitenkin todennäköistä, että ainakin alkukasvatuskauden ensimmäisinä kuukausina osalla koeryhmistä jäi kasvupotentiaalia käyttämättä ruokinnan alhaisen energiapitoisuuden takia, joka aiheutti loppuruokintakaudella menetetyn kasvun kompensoitumista. Taulukossa 7 on esitetty alku- ja loppukasvatuskaudella keskimäärin toteutunut rehujen syönti ja

Taulukko 7. Sonnien rehujen syönti ja ravintoaineiden saanti koeryhmittäin.

Ruokintakoeryhmä	50/50	0/100	100/0	100/100	50/150	150/50	SEM
Rehujen syönti (kg ka/pv)							
Alkukausi							
Väkirehu	1,4	0,24	2,63	2,68	1,49	3,81	0,036
Säilörehu	3,98	4,69	3,14	3,14	3,93	2	0,009
Yhteensä	5,38	4,93	5,77	5,82	5,41	5,8	0,142
Loppukausi							
Väkirehu	1,96	3,8	0	3,69	5,23	1,97	0,095
Säilörehu	6,49	4,91	7,65	5,2	3,88	5,95	0,199
Yhteensä	8,45	8,7	7,65	8,89	9,11	7,92	0,245
Koko kasvatuskausi							
Väkirehu	1,62	1,67	1,63	3,06	2,83	3,02	0,053
Säilörehu	4,98	4,77	4,88	3,91	3,89	3,44	0,125
Yhteensä	6,6	6,44	6,51	6,97	6,72	6,46	0,136
Väkirehun syönti (kg/koko kasvatuskausi)							
	689	732	711	1239	1163	1235	37,2
Ravintoaineiden saanti keskimäärin koko kasvatuskaudella (g/pv)							
rv	861	828	866	900	867	838	19,5
oiv	581	567	573	644	622	601	12
pvt	-117	-128	-110	-176	-171	-164	4,3
ry/pv	6,49	6,37	6,38	7,14	6,92	6,63	0,133

rv = Raaka valkuainen;

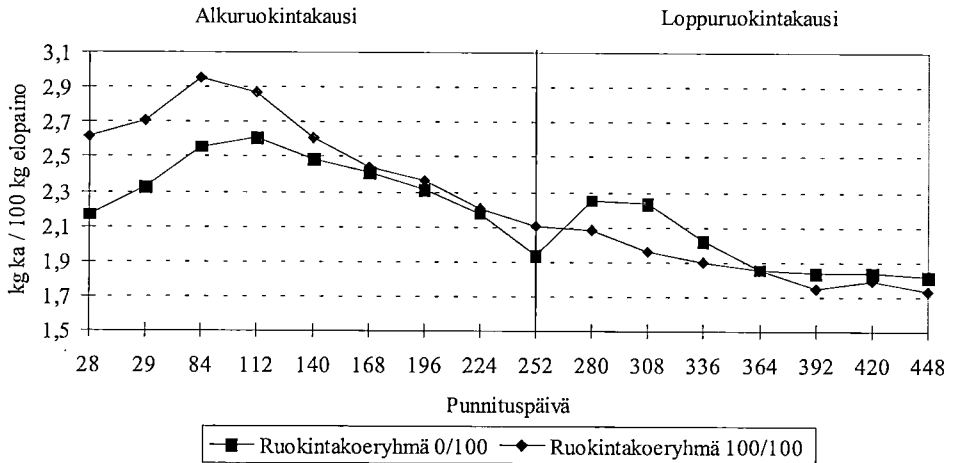
oiv = Ohutsuolessa imeytyvä valkuainen;

pvt = Pötsin valkuaiastase.

ravintoaineiden saanti eri koeryhmissä. Samalla väkirehutasolla olleiden koeryhmien eläinten syömä kokonaisväkirehumäärä oli kokeen aikana lähes sama.

Niukalla väkirehuruokinnalla olleiden ja korvaavasti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) sekä runsaalla väkirehuruokinnalla olleiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) väkirehutasot olivat samat loppukasvatuskaudella (taulukko 7). Toisaalta myös runsaalla väkirehuruokinnalla olleiden ja taantuvasti kasvaneiden sonnien (150/50-ryhmä) sekä niukalla väkirehuruokinnalla olleiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) väkirehutasot olivat loppukasvatuskaudella samat. Näin ollen rehuannoksen koostumus ei vaikuttanut sonnien syömään rehumäärään loppukasvatuskaudella. Kun näiden ruokintaryhmien sonnien syömä rehumäärä lasketaan loppuruokintakauden jokaisena kuukautena ja kun se suhteutetaan kuukauden alussa olevaan elopainoon, voidaan tarkastella kompensatorisesta ja taantuvasta kasvusta aiheutuvia eroja naudan syöntipotentiaalissa.

Sonneilla, jotka saivat niukan väkirehutason, mutta jotka kasvoivat kompensatorisesti, korvaava kasvu alkoi alkuruokintakauden jälkeen. Kompensatorisen

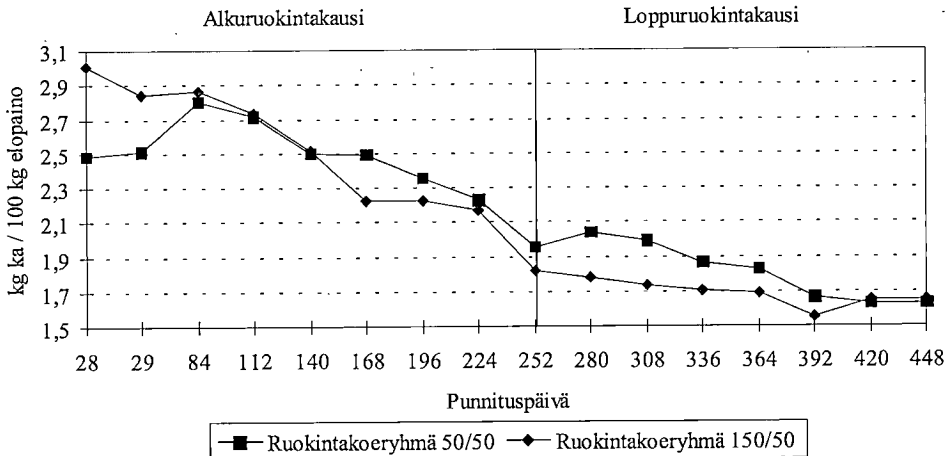


Kuvio 4. Niukan väkirehun saaneiden ja kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) sekä runsaan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) keskimääräinen rehun syönti (kg kuiva-ainetta/100 kg elopaino) kuukaudessa.

kasvun vuoksi nämä eläimet (0/100-ryhmä) söivät loppuruokintakaudella selvästi enemmän rehua kuin runsaalla väkirehuruokinnalla olleet, mutta tasaisesti kasvaneet eläimet (100/100-ryhmä) (kuvio 4). Näin ollen kompensatorisesti kasvaneet sonnit käyttivät rehun kokonaisenergiasta suhteellisesti suuremman osan kasvuunsa ja suhteellisesti pienemmän osan ylläpitoonsa kuin tasaisesti kasvaneet sonnit. Lisäksi korvaavasti kasvaneilla sonneilla rehun hyväksikäyttö kompensatorisen kasvun aikana oli todennäköisesti tehokkaampaa kuin tasaisesti kasvaneilla sonneilla.

Neljän ensimmäisen ruokintakuukauden aikana annettu rypsirouhe (0,5 kg ka/pv) ilmeisesti vaikutti eläinten syöntipotentialiin, sillä rypsirouheen annon loputtua eläinten elopainoon suhteutetun kuiva-aineen syönti alkoi vähentyä. Alkuruokintakauden alkupuoliskolla ilmennyt sonnien syöntipotentiaaliero väheni alkuruokintakauden loppupuoliskolla. Runsaan väkirehutason saaneiden sonnien (100/100-ryhmä) syöntikykyä todennäköisesti rajoitti alkuruokintakauden loppupuoliskolla eläinten ravinnontarve eikä syöntipotentiaali. Nämä seikat ilmenevät myös muiden koeryhmien sonnien alkuruokintakauden syöntipotentiaalissa (kuviot 5-7).

Sonnit, jotka saivat runsaan ja alkukasvatuskauteen painotetun väkirehuanoksen (150/50-ryhmä), kykenivät loppuruokintakaudella syömään kokonaiskuiva-ainetta vähemmän kuin niukan väkirehutason saaneet, mutta tasaisesti kasvaneet sonnit (50/50-ryhmä), vaikka molempien ryhmien eläimillä oli sama

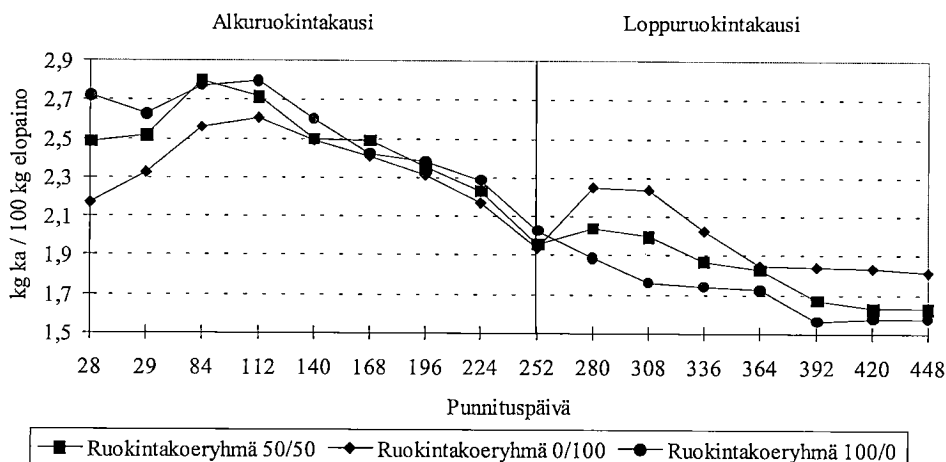


Kuvio 5. Niukan väkirehutason saaneiden tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) sekä runsaan väkirehutason saaneiden taantuvasti kasvaneiden sonnien (150/50-ryhmä) keskimääräinen rehun syönti (kg kuiva-ainetta/100 kg elopainokiloa) kuukaudessa.

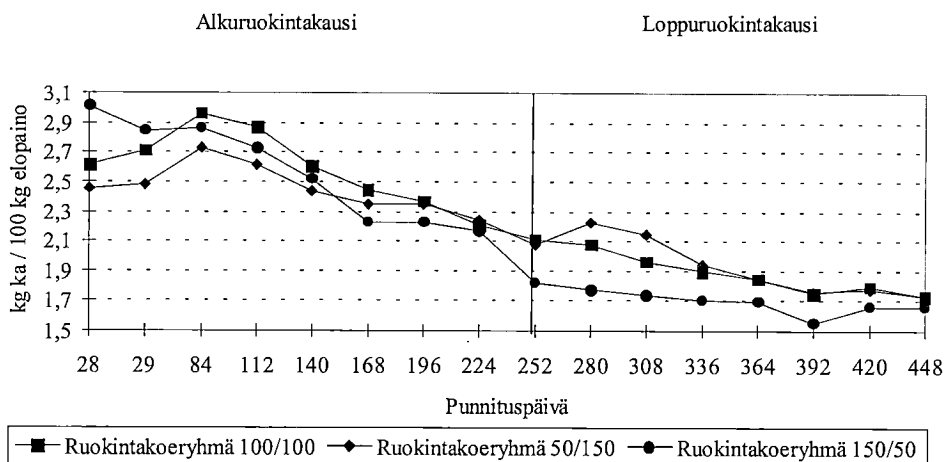
rehuyhdistelmä loppuruokintakaudella (kuvio 5). Korvaavasta ja taantuvasta kasvusta aiheutuneet syönnin muutokset olivat voimakkaimmat loppuruokintakauden alkupuolella, koska eläimet aloittivat välittömästi mukautumisen uuteen ruokintaan. Korvaava kasvu perustuu pääasiassa siihen, että eläimen ruoansulatus sopeutuu kasvun kannalta liian vähäiseen rehutarjontaan, joka johtaa käytettävissä olevien ravintoaineiden tehokkaaseen hyödyntämiseen alkukasvatuskaudella. Ruokinnan muuttuessa runsaaksi ruoansulatus alkaa sopeutua uuteen tilanteeseen, mutta tämä sopeutuminen tapahtuu tietyllä viiveellä. Tämän viiveen aikana korvaava kasvu perustuu eläimen elopainoon nähden poikkeuksellisen suureen syöntiin sekä rehun ravintoaineiden erittäin tehokkaaseen hyväksikäyttöön.

Kuviossa 6 on esitetty niukalla väkirehutasolla olleiden ja eri tavalla kasvaneiden sonnien keskimääräinen kuiva-aineen syönti alku- ja loppuruokintakaudella. Kompensatorisesti kasvaneet sonnit (0/100-ryhmä) söivät loppukasvatuskauden neljän ensimmäisen kuukauden aikana rehun kuiva-ainetta selvästi enemmän kuin tasaisesti ja taantuneesti kasvaneet sonnit (50/50- ja 100/0-ryhmät). Tämän jälkeen näiden koeryhmien eläinten syöntierot pienenevät. Kompensatorisesti kasvaneiden sonnien paras syöntikyky ilmeisesti johtui hyvästä kasvusta sekä hyvästä kyvystä sopeutua uuteen ruokintaan.

Runsaan väkirehutason saaneiden ja eri tavalla kasvaneiden sonnien keskimääräinen rehun syönti on esitetty kuviossa 7. Loppuruokintakauden alussa



Kuvio 6. Niukan väkirehutason saaneiden tasaisesti (50/50-ryhmä), kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien keskimääräinen kuiva-aineen syönti (kg kuiva-ainetta/100 elopainokiloa) kuukaudessa.



Kuvio 7. Runsaan väkirehutason saaneiden tasaisesti (100/100-ryhmä), kompensatorisesti (50/150-ryhmä) ja taantuvasti (150/50-ryhmä) kasvaneiden sonnien keskimääräinen rehun syönti (kg kuiva-ainetta/100 elopainokiloa) kuukaudessa.

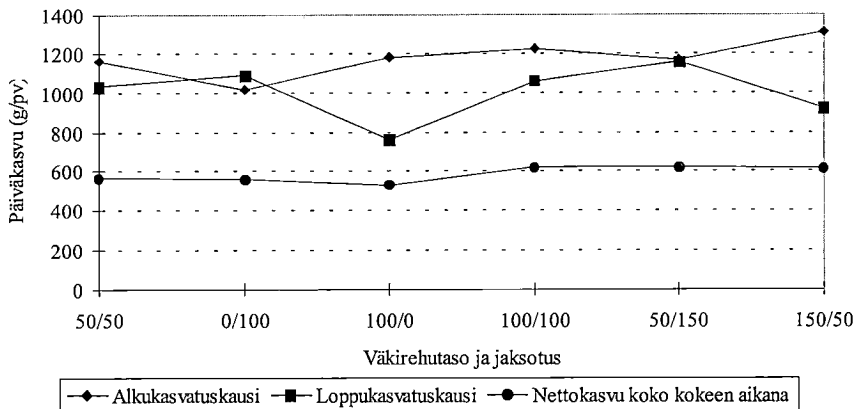
kompensatorisesti kasvaneiden ja runsaalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien syöntipotentiaali ei lisääntynyt yhtä paljon eikä yhtä pitkäaikaisesti kuin kompensatorisesti kasvaneiden ja niukalla väkirehulla ruokittujen sonnien syöntipotentiaali (vrt. kuvat 6 ja 7). Näin kompensatorisesti kasvavien sonnien syöntikyky lisääntyy rajoitetun ruokintajakson jälkeen sitä enemmän, mitä niukempaa sonnien ruokinta on rajoitetulla ruokintajaksolla ollut.

#### 4.2.3. Naudan elopaino, kasvu ja teuraslaatu eri koeryhmissä

Teorian mukaan naudan elopaino rajoitetun ravinnonsaannin päättyessä vaikuttaa sitä seuraavan ruokintakauden kompensatoriseen kasvuun. Eläimen koon kasvaessa sen kyky korvata rajoitteen aikana menettämänsä kasvu pienenee. Taulukossa 8 on esitetty eri koeryhmiin kuuluneiden ay-sonnien keskimääräiset elopainot kokeen alussa, ruokinnan vaihtuessa ja kokeen lopussa.

Taulukko 8. Ay-sonnien keskimääräinen elopaino (kg/eläin) koeryhmittäin kokeen alussa, ruokinnan vaihtuessa ja kokeen lopussa.

Ruokintakoeryhmä	50/50	0/100	100/0	100/100	50/150	150/50	SEM
Paino (kg)							
Kokeen alussa	93	95	93	94	95	95	2,8
Ruokinnan vaihtuessa	402	364	403	397	392	406	8,4
Kokeen lopussa	558	554	539	558	565	552	6



Kuvio 8. Ay-sonnien keskimääräinen päiväkasvu alku- ja loppuruokintakaudella sekä keskimääräinen nettopäiväkasvu (g/pv) koko kasvatuskaudella.



*Taulukko 9. Ay-sonnien keskimääräinen teuraspaino, teurasprosentti, lihakkuus ja rasvaisuus koeryhmittäin.*

Koeryhmä	50/50	0/100	100/0	100/100	50/150	150/50	SEM
Ruhon EUROP-luokitus							
Lihakkuus <sup>1)</sup>	3,64	4,04	3,73	4,61	4,05	4,02	0,22
Rasvaisuus <sup>2)</sup>	2,28	1,88	1,94	2,51	2,28	2,17	0,14
Teuraspaino, kg	285	291	278	297	290	290	4,5
Teurasprosentti	51	52,6	51,6	53,2	52,5	52,5	0,568

<sup>1)</sup> 3 = P+, 4 = O-, 5 = O, 6 = O+ ja 7 = R-

<sup>2)</sup> 2 = vähäinen, 3 = keskinertainen ja 4 = rasvainen

Ay-sonnien keskimääräinen päiväkasvu koeryhmittäin on esitetty kuviossa 8. Runsaalla väkirehuruokinnalla olleet eläimet saavuttivat huomattavasti suuremman keskimääräisen nettopäiväkasvun kuin niukalla väkirehuruokinnalla olleet eläimet.

Ruhon teurasarvoon vaikuttaa sen lihakkuus ja rasvaisuus. Runsaalla väkirehutasolla olleiden eläinten lihakkuus ja rasvaisuus oli keskimäärin suurempi kuin niukalla väkirehutasolla olleilla eläimillä (taulukko 9). Lisäksi niukalla väkirehutasolla korvaavasti kasvaneet ay-sonnit olivat lihakkaampia kuin tasaisesti ja taantuvasti kasvaneet ay-sonnit.

### 4.3. Katetuottolaskelmien laskentaperusteet

Ryynäsen ja Pölkkin (1982, s. 122-124) mukaan ruokintamenetelmien taloudellinen vertailu voidaan suorittaa katetuottomenetelmällä, jossa huomioidaan vain sellaiset tuotto ja kustannuserät, joihin tarkasteltavilla ruokintamenetelmillä katsotaan olevan vaikutusta. Katetuottolaskelma antaa menetelmävertailussa yhtä käyttökelpoisen tuloksen kuin kokonaislaskelma, kun kaikki menetelmien mukaan muuttuvat tekijät ovat mukana katetuottoa laskettaessa. Katetuottomenetelmä valittiin myös tässä tutkimuksessa tutkimusmenetelmäksi suoritettaessa ruokintakokeesta saatujen tulosten perusteella ruokintamenetelmien taloudellista vertailua. Tässä taloudellisessa vertailussa selvitetään tutkittavien ruokintaryhmien keskinäinen suhteellinen kannattavuus. Katetuottolaskelmalla osoitetaan, kuinka suuri ylijäämä jää katteeksi vakiona pidettäville kustannuksille, kun sonnien ruokinnassa käytettävä väkirehutaso ja sen jaksotus muuttuu.

Katetuottolaskelman laskentaperusteet valitaan 90 sonnin karjalle. Koeryhmäkohtaiset katetuotot laaditaan elopainoltaan 550-kiloisille sonneille. Väkirehutaso ja sen jaksottamisen vaikutus sonnien teurasarvoon otetaan huomioon eri ruokintavaihtoehdoissa keskimäärin saavutettavan teurasprosentin ja ruhon lihakkuuden ja rasvaisuuden avulla. Lihan perushintana käytetään O2-luokan

sonnista vuoden 1997 kesäkuun ja vuoden 1998 toukokuun välisenä aikana keskimäärin maksettua tuottajahintaa, joka oli 14,67 mk/kg (MMM 1998a). Perushintaan lisätään lihakkuudesta ja rasvaisuudesta aiheutuva tilityshinnan lasku tai nousu (liite 1). Lihakkuus- ja rasvaisuuslisien hinnoittelu perustuu Atria Oy:n hankintaosuuskuntien heinäkuussa 1998 ilmoittamaan hankintahinnastoon (Maaseudun tulevaisuus 1998). Ruokintamenetelmällä ei ole vaikutusta eläinperusteisiin tukiin, mutta ne otetaan mukaan tuottoihin, koska teuraskypsyyteen vaadittava kasvatusaika vaihtelee eri ruokintamenetelmissä. Eläinperusteiset tuet määritellään A- ja B-tukialueiden mukaan. Eläinperusteisista tuista huomioidaan sonnipalkkio (814 mk/eläin) ja kotieläintalouden kansallinen tuotantotuki (1447 mk/eläin) (Elintarviketalous 1998, s. 47).

Muuttuvina kustannuksina otetaan huomioon säilörehu, rehuvilja, rypsirouhe ja kivennäiset sekä vasikka. Säilörehun ja rehuviljan tuotantokustannukset vaihtelevat huomattavasti tilojen kesken. Rehuvilja hinnoitellaan sen tuottajahintojen perusteella. Näin pyritään siihen, että rehu hinnoitellaan sen vaihtoehtoiskustannuksen mukaisesti. Naudanlihantuotanto maksaa rehuviljasta saman hinnan kuin viljelijä saisi siitä myydessään rehuviljan tilan ulkopuolelle. Tilan sisäisessä tarkastelussa käsitteet naudanlihantuotannon kannattavuus ja viljanviljelyn kannattavuus erotetaan toisistaan. Ohran perushintana käytetään vuoden 1997 kesäkuun ja vuoden 1998 toukokuun välisenä aikana keskimäärin teollisuuden varastolle toimitetusta ohrasta maksettua markkinahintaa, joka oli 0,731 mk/kg (MMM 1998b). Tähän perushintaan lisätään jauhatuksesta ja käsittelystä aiheutuva kustannus, joka on 0,08 mk/kg (MKL 1998b). Rypsirouheen hintana käytetään vuonna 1997 tiloille toimitetun rypsirouheen keskimääräistä hintaa, joka oli 1,88 mk/kg (Käytännön maamies 1998, s. 199).

Säilörehun kustannuksena käytetään tilakohtaista keskimääräistä tuotantokustannusta, koska viljelijät pääsääntöisesti tuottavat tai teettävät säilörehun itse. Yksittäisillä tiloilla tuotantokustannukset saattavat olla hyvinkin paljon keskimääräistä korkeampia tai alhaisempia, mikä vaikuttaa ruokinnan taloudelliseen järjestämiseen. Säilörehulla käytetään kahta tuotantokustannushintaa. Ensimmäisessä katetuottolaskelmassa huomioidaan kaikki säilörehun tuottamisesta aiheutuvat kustannukset, jolloin säilörehun hinnaksi saadaan 1,57 mk/ry (Ryhänen ym. 1996, s. 230). Toisessa katetuottolaskelmassa säilörehun tuottamisesta aiheutuvista jätetään pois peruskoneiden, kuten traktorien, ja säilörehuvaraston kiinteät kustannukset, jolloin säilörehun hinnaksi muodostuu 1,13 mk/ry (Ryhänen ym. 1996, s. 230). Säilörehulla käytetään katetuottolaskelmissa kahta edellä määritettyä tuotantokustannushintaa, koska edullisimman rehuyhdistelmän valitseminen riippuu tilalla jo olemassa olevista peruskoneista ja rakennuksista.

Kasvatusaikaan läheisesti liittyviä kustannuksia ovat työkustannus, tuotantorakennuksista aiheutuvat kustannukset, eläinostomenot ja liike- ja eläinpääoman korkokustannus. Ihmistyöstä ja tuotantorakennuksesta aiheutuvina kustannuksina käytetään MTTL:n tilamallilaskelmissa esitettyjä, 90 eläimen lihanautakasvat-

*Taulukko 10. Työkustannus ja rakennuksesta aiheutuva kiinteä kustannus eläintä kohti päivässä 90 eläimen lämpimässä lihanautakasvattamossa. (Ala-Mantila 1998, s. 33-77).*

Lihanutakasvattamo	Kustannus	Poisto/vuosi	Korko/vuosi	Yhteensä
Parsi-/rakolattiajärjestelmä	206 550	8 262 <sup>1)</sup>	6197 <sup>3)</sup>	14 459
Sosiaalitulat	22 500	900 <sup>1)</sup>	675 <sup>3)</sup>	1 575
Katettu lietelantala	114 300	4 572 <sup>1)</sup>	3429 <sup>3)</sup>	8 001
Kasvattamon kalusto	38 150	2 543 <sup>2)</sup>	1145 <sup>3)</sup>	3 688
Korjaus ja kunnossapito	4 743			4 743
				32 465
	Määrä	Kustannus/h		Yhteensä
Kotieläintyöt, h/tila	1 536	40		61 440
Kiinteät kustannukset eläintä kohti päivässä				0,98829
Työkustannus eläintä kohti päivässä				1,87032
Yhteensä mk/päivä:				2,85861

<sup>1)</sup> Poistoaika 25 vuotta,

<sup>2)</sup> Poistoaika 15 vuotta,

<sup>3)</sup> Kuuden prosentin korko keskimääräiselle rakennusomaisuudelle poistoaikana.

tamaa koskevia kustannuksia (taulukko 10). Vasikkakustannus on laskettu Atria Oy:n hankintaosuuskuntien heinäkuussa 1998 ilmoittamasta välitysvasikkahinnastosta (Maaseudun tulevaisuus 1998). Liike- ja eläinpääoman korkokustannus on laskettu Maaseutukeskusten liiton mallilaskelmien mukaan (MKL 1998b).

90 eläimen lihanautakasvattamo on suuri Suomessa tällä hetkellä vallitsevaan karjakokoon nähden. Näin suuren kasvattamon kustannustietojen valintaa laskelmiin perustellaan sillä, että se todennäköisesti edustaa naudanlihan tuotannon erikoistuneiden tilojen keskimääräistä kokoa Suomessa tulevaisuudessa. Taulukossa 10 esitettyjen kustannusten lisäksi kasvatusaikaan liittyy muitakin kustannuksia. Nämä kustannukset kuten esim. sähkökustannus jätetään kuitenkin laskelmasta pois niiden pienen merkityksen vuoksi. Eri koeryhmien sonneille annetun erilaisen ruokinnan voidaan ajatella vaikuttavan lihanautakasvattamossa tehtyyn työmäärään. Näissä laskelmissa kuitenkin oletetaan, että erilaisten ruokintojen aiheuttama työkustannus eläintä ja päivää kohti on kaikissa ruokintavaihtoehtoissa sama, koska eri rehuartikkeleiden jakamiseen kuluvaan aikaan ei voida soveltaa mitään yleispätevää normia.

Eri ruokintakoeryhmissä 550-elopainokilon kasvattamiseen tarvittava rehumäärä ja kasvatusaika lasketaan tasaista, kompensatorista ja taantuvaa kasvua kuvaavalla mallilla. Nämä mallit esitellään seuraavassa kappaleessa.

## **5. Naudan tasaisen, korvaavan ja taantuvan kasvun malli**

Naudan tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua kuvaavassa mallissa on otettava huomioon yhtäältä teorian ja toisaalta empiirisen aineiston mahdollisuudet ja rajoitukset. Tässä luvussa esitetään ensin mallin rajaaminen ja mallin muuttujat. Lopuksi muodostetaan sonnien kasvua kuvaava malli.

### **5.1. Mallin rajaaminen**

Ruokintaa ja elopainon lisäystä (kasvua) tarkasteltiin 28 päivän jaksoina. Väki-rehutasosta ja sen jaksottamisesta johtuen eri koeryhmien sonnien kasvu ei ollut näinä peräkkäisinä jaksoina koostumukseltaan samanlaista. Näin myös sonnien teurasarvo vaihteli kasvun koostumuksen muutoksista johtuen peräkkäisinä jaksoina. Kun näitä tekijöitä ei kokeessa rekisteröity, niin rakennettavalla kasvumallilla ei voida ratkaista sonnien edullisinta teurastusajankohtaa. Mallissa ei myöskään voida ottaa huomioon sonnien syöntikykyä, eikä sen ruokinnalle asettamia vaatimuksia ja rajoituksia, koska kokeessa asiaa ei selvitetty.

Rakennettava kasvumalli kuvaa kokeessa olleiden sonnien tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua sonnien syömien rehumäärien ja rehuyhdistelmien rajoissa. Mallilla voidaan seurata kokeessa käytettyjen ruokintojen keskinäistä suhteellista edullisuutta tilanteissa, joissa sonnit kasvatetaan elopainoltaan 550-kiloisiksi ennen teurastamista. Vertailussa otetaan huomioon eri koeryhmien sonnien 550 elopainokilon saavuttamiseen asti syömät rehut ja siihen kulunut aika sekä 550-kiloisten sonnien teurasarvot.

### **5.2. Kasvu selitettävänä muuttujana**

Kunkin kuukauden aikana saavutettu elopainon lisäys eli kasvu otetaan mallin selitettäväksi muuttujaksi. Vaikka tälle lisäkasvulle ei eri kasvatuskuukausina voida laskea taloudellista arvoa, sen avulla pystytään kuvaamaan tasaisen, korvaavan ja taantuvan kasvun luonnetta. Tunnettaessa eri koeryhmissä kasvatuskauden aikana esiintyvän kasvun ja rehunkulutuksen välinen yhteys sen avulla voidaan laskea korvaavan ja taantuvan kasvun taloudellinen merkitys tilanteissa, jossa käytettävien rehujen kausihinnat vaihtelevat.

### **5.3. Kasvua selittävät rehupanosta kuvaavat muuttujat**

Kokeessa sonnit saivat säilörehua, ohraa ja rypsirouhetta erilaisina yhdistelminä. Rehun määrää ja laatua kuvaaviksi muuttujiksi malliin valittiin sonnien kuukaudessa syömä rehumäärä kuiva-aineen muodossa (kg ka) sekä tämän rehumäärän muuntokelpoinen energiapitoisuus (MJ/kg ka) ja valkuaismäärä (RV kg ka). Tällä

tavoin mitattuna tulokset ovat paremmin yleistettävissä myös muihin rehuaineisiin joiden täyttävyyys ja ravintosisältö tunnetaan.

Rehun määrää ja laatua kuvaavat muuttujat ovat mallissa logaritimuudessa eli rehupanosmuuttujien arvon noustessa asteittain jokainen lisäyksikkö vaikuttaa kasvuun vähemmän kuin edellinen lisäyksikkö. Ruokinnan määrää lisättäessä sonnien rehuhyötysuhde (kg kuiva-ainetta/kg lisäkasvu) ei kuitenkaan välttämättä huonone, koska kuiva-ainekilolla saatavan lisäkasvuun vaikuttaa rehumäärän lisäksi rehun energia- ja valkuaispitoisuus.

#### **5.4. Tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua selittävät muuttujat**

Kompensatorista kasvua aiheuttavat tekijät voidaan jakaa edellä esitetyn kirjallisuuden perusteella kahteen pääluokkaan, joita ovat ravinnon saannin rajoittamisen luonne sekä nautan ikä, koko ja kasvu ravinnon saannin rajoittamisen alkamis- tai loppumisajankohtana. Ravinnon saannin rajoittamisen luonteella tarkoitetaan rajoittamisen kestoa, ankaruutta ja koostumusta rajoittavan ravintoaineen mukaan. Carstensen (1995) mukaan kompensatorisen kasvun mahdollistavia tekijöitä ovat ainakin kasvun koostumuksen muuttuminen, ylläpitoenergian tarpeen väheneminen, kasvun nettotehokkuuden paraneminen sekä syönin ja ruuansulatuskanavan täyteisyyden lisääntyminen. Kompensatorisen kasvun mahdollistavat tekijät eivät kuitenkaan ole mitattavissa kuiva-aineen syöntiä lukuun ottamatta.

Sonnien kasvun selittämistä varten malliin otetaan muuttujiksi eläimen alkupaino jokaisen ruokintakauden alussa, punnituspäivä sekä alkupainon ja punnituspäivän välinen yhdysvaikutus. Näillä kolmella muuttujalla pystytään selvittämään tasaisesti, korvaavasti ja taantuvasti kasvavien koeryhmien kasvussa kasvatuskauden eri vaiheissa ilmenevät aikaisemmasta ruokinnasta johtuvat erot.

Alkupaino, punnituspäivä sekä alkupainon ja punnituspäivän välinen yhdysvaikutus selittävät rehumäärän noususta aiheutuvan rehun hyväksikäytön heikkenemisen. Lisäksi em. tekijät huomioivat rajoitetun ruokinnan aiheuttaman rehun hyväksikäytön paranemisen ja kompensatorisen kasvun loppukasvatuskaudella, toisin sanoen nämä kolme muuttujaa korjaavat rehun määrää ja laatua kuvaavien muuttujien antamia kasvutuloksia eri koeryhmien välillä kasvatuskauden kuluessa. Muutokset perustuvat eläinten aikaisemman ruokinnan aiheuttamiin eroihin tämänhetkisessä rehuhyötysuhteessa. Ruokinnan energiapitoisuuden noustessa kasvuun ohjautuvan energiamäärän suhteellinen osuus kokonaisenergiamäärästä nousee. Mallin ruokinnan määrää ja laatua kuvaavat muuttujat selittävät tämän ilmiön. Energiapitoisuuden jatkuvasti noustessa jokaisesta lisäenergiayksiköstä saatava kasvunlisä kuitenkin jatkuvasti pienenee. Mallilla voidaan selvittää sonnien rehuhyötysuhteen muutokset kasvatuskaudella, mutta niiden syiden jakaminen kirjallisuudessa esitettyihin eri tekijöihin on vaikeaa.

Malli on muotoa:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \alpha_3 \ln x_3 + \alpha_4 Y_{t-1} + \alpha_5 t + \alpha_6 Y_{t-1} * t$$

- missä,  $\Delta Y_t$  = Elopainon lisäys kuukaudessa  
 $\alpha_{0-6}$  = parametrit  
 $x_1$  = Kuiva-aineen saanti, Ka / kuukausi  
 $x_2$  = Energiapitoisuus, Ry / kg ka / kuukausi  
 $x_3$  = Raakavalkuaisen määrä rehuannoksessa, kg / kuukausi  
 $Y_{t-1}$  = Eläimen elopaino ruokintakuukauden alussa  
 $t$  = Punnituspäivä  
 $Y_{t-1} * t$  = Eläimen elopainon ja punnituspäivän yhteisvaikutus

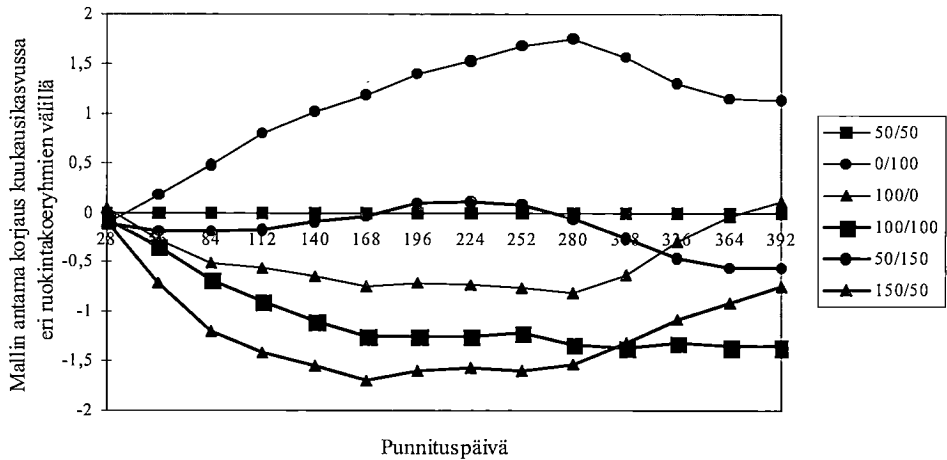
*Taulukko 11. Parametrien estimaatit, t-arvot ja keskivirheet.*

Muuttuja	Vakio	Ka:n saanti	Ry/ kg ka	RV:n määrä	Alkupaino	Punn.- pv.	Alkupaino* punnpv.
Kerroin	-110	26,231	24,244	11,141	-0,08164	-0,04694	0,00007168
t-arvo	-11,17	8,119	4,553	4,027	-6,645	-3,346	2,671
Keskivirhe	9,845	3,231	5,325	2,766	0,012	0,014	0,000
Selityssaste	0,38						

## 6. Tulokset

### 6.1. Mallin kyky selittää tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua

Aineistosta laskettiin eri koeryhmien sonnien keskimääräinen kasvu ja rehunkulutus kuukaudessa. Mallin kyky seurata eläinten kasvua todettiin sijoittamalla malliin eri koeryhmien eläimille jokaisena kuukautena keskimäärin syötetty kuiva-ainemäärä sekä syötetyn rehun energiapitoisuus ja sulavan raakavalkuaisen määrä (liite 2). Mallin tälle rehumäärälle antamaa kasvua korjattiin tasaisen, korvaavan ja taantuvan kasvun selittämistä varten malliin otetulla kolmella muuttujalla, jotka olivat eläimen alkupaino jokaisen ruokintakuukauden alussa, punnituspäivä sekä alkupainon ja punnituspäivän välinen yhteisvaikutus. Ensimmäisenä kuukautena mallissa käytettiin eri koeryhmien eläinten keskimääräistä alkupainoa. Ensimmäisen kuukauden jälkeen eläinten alkupainona käytettiin mallin antaman kuukausikasvun ja edellisen kuukauden alkupainon sum-



Kuvio 9. Tasaista, korvaavaa ja taantuvaa kasvua selittävien muuttujien antama kasvu verrattuna niukan väkirehutason saaneiden, mutta tasaisesti kasvaneiden sonnien koeryhmään (50/50-ryhmä).

maa. Ensimmäisen kasvatuskuukauden jälkeen sonnien elopaino ruokintakuukauden alussa perustuu mallin ennustamiin kumulatiivisiin kuukausikasvuihin.

Eri koeryhmille estimoitua kasvun kompensatiota tai taantumaa on verrattu niukan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien koeryhmään (50/50-ryhmä) (kuvio 13).

Aikaisemman ruokinnan vaikutuksesta nykykasvuun voidaan tulkita kuvios-  
ta 9 seuraavasti:

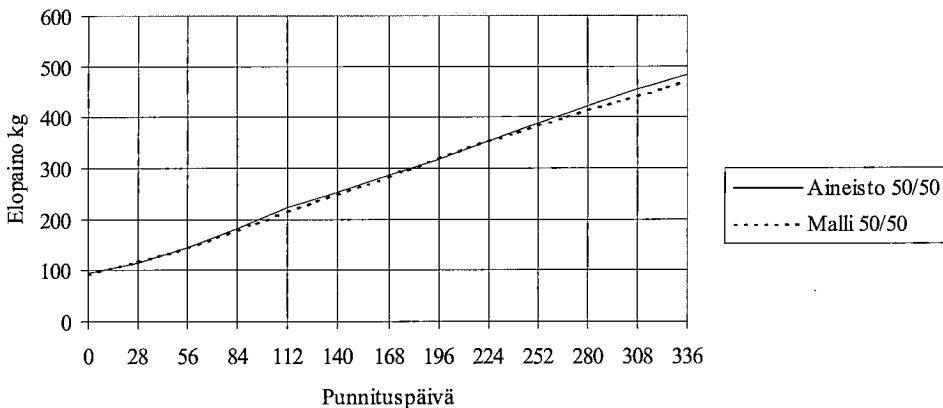
- 1) Mallin antamaa kasvua korjattiin eniten 0/100-koeryhmän sonneilla, jotka eivät saaneet alkukasvatuskaudella väkirehua. Mallin näille sonneille antama kasvuhyvitys muiden koeryhmien eläimiin verrattuna lisääntyi alkukasvatuskauden edettyä johtuen vähäisestä lisäkasvusta ja pienestä ylläpitoenergiatarpeesta. 0/100-koeryhmän sonnien pieni ylläpitoenergiatarve johtui yhtäältä pienestä elopainosta ja toisaalta rajoitettuun ruokintaan sopeutumisesta. Rajoitettuun ruokintaan sopeutuminen tarkoittaa tässä sitä, että yhä suurempi osa sonnien syömästä rehumäärästä ohjautuu kasvuun (tehokkaaseen hyväksikäyttöön).
- 2) Rajoitetun ruokinnan päätyttyä (punnituspäivä = 280) 0/100-koeryhmän sonnit aloittivat sopeutumisen runsaaseen ruokintaan ja kasvoivat erittäin hyvin (kompensatorisesti). Hyvän kasvun johdosta näiden sonnien elopaino lähestyi muiden koeryhmien eläin-

ten elopainoa ja mallin antama kasvuhyvitys alkoi pienentyä. Tarkasteltaessa mallin muiden koeryhmien eläimille antamaa kasvua havaitaan, että niukan väkirehutason saaneiden, mutta taantuvasti kasvaneiden eläinten kasvu lähestyi selvimmin 0/100-koeryhmän eläinten kasvua. Tämä johtuu siitä, että näiden koeryhmien sonnien elopainot lähestyivät selvimmin toisiaan.

Mallin antama kasvuvähennys alkukasvatuskaudella oli suurin runsaan väkirehutason saaneilla ja taantuvasti kasvaneilla sonneilla (150/50-ryhmä) siksi, koska nämä sonnit kasvoivat alkukasvatuskaudella erittäin hyvin ja koska näiden sonnien rehuhyötysuhde oli huono runsaan väkirehuruokinnan takia. Loppukasvatuskaudella tämän koeryhmän eläimillä kasvuvähennys ei kuitenkaan ollut niin suuri kuin runsaalla väkirehuruokinnalla olleilla ja tasaisesti kasvaneilla eläimillä (100/100-ryhmä).

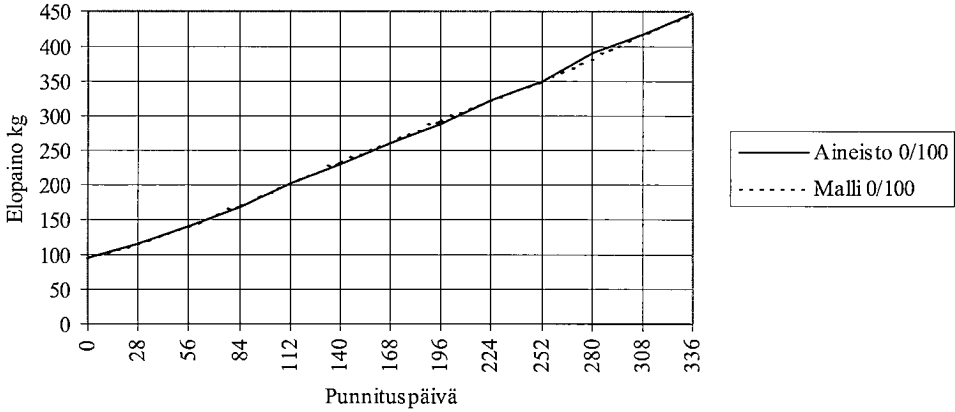
Kuvioissa 10-15 on esitetty sonnien todellinen ja mallilla laskettu elopaino koeryhmittäin. Aineistosta otettiin malliin jokaisena kuukautena eri koeryhmien sonneille keskimäärin syötetty rehumäärä sekä syötetyn rehun keskimääräinen energiapitoisuus ja valkuaismäärä sekä sonnien elopaino kokeen alkaessa. Sonnien elopainoa kokeessa ja mallissa seurattiin niin kauan kuin kaikki kokeeseen osallistuneet sonnit olivat mukana aineistossa.

Tarkasteltaessa niukalla väkirehuruokinnalla olleiden, mutta eri tavalla kasvaneiden sonnien elopainokäyriä kuviossa 10-12 havaitaan, että mallin antama elopainokäyrä seuraa melko hyvin sonnien todellista elopainokäyriä. Jokai-



Kuvio 10. Niukan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien todellinen (aineisto 50/50) ja mallin antama (malli 50/50) elopaino kasvatuskaudella.

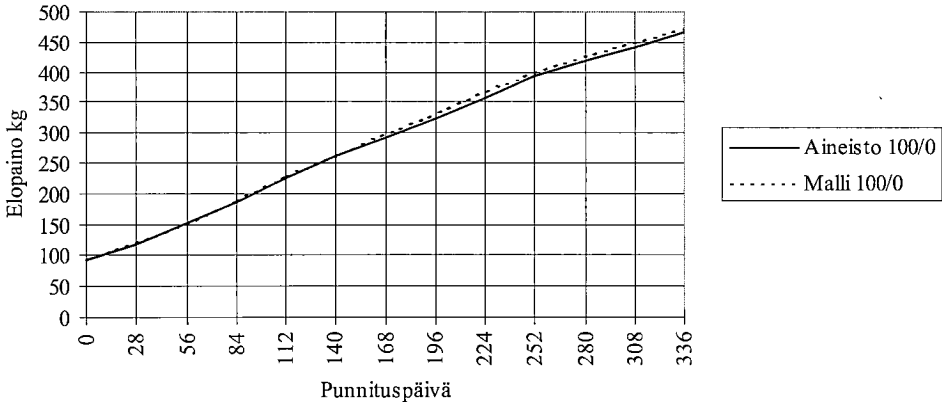




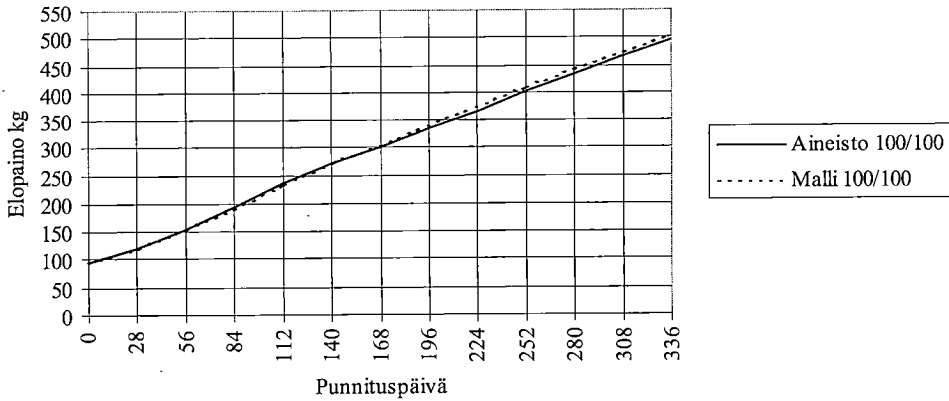
*Kuvio 11. Niukan väkirehutason saaneiden ja kompensatorisesti kasvaneiden sonnien todellinen (aineisto 0/100) ja mallin antama (malli 0/100) elopaino kasvatuskaudella.*

sen koeryhmän sonnien keskimääräinen kasvu pieni selvästi rypsirouheen annostelun päätyttyä neljän ensimmäisen ruokintakuukauden jälkeen. Tämä oli ennakoitavissa jo sonnien elopainoon suhteutetun rehun kuiva-aineen syönnin muutoksista kasvatuskaudella (kuviot 5-7).

Myös runsaalla väkirehuruokinnalla olleiden, mutta eri tavalla kasvaneiden sonnien kasvukäyrät seurasivat mallin kasvukäyriä melko hyvin (kuviot 13-15).

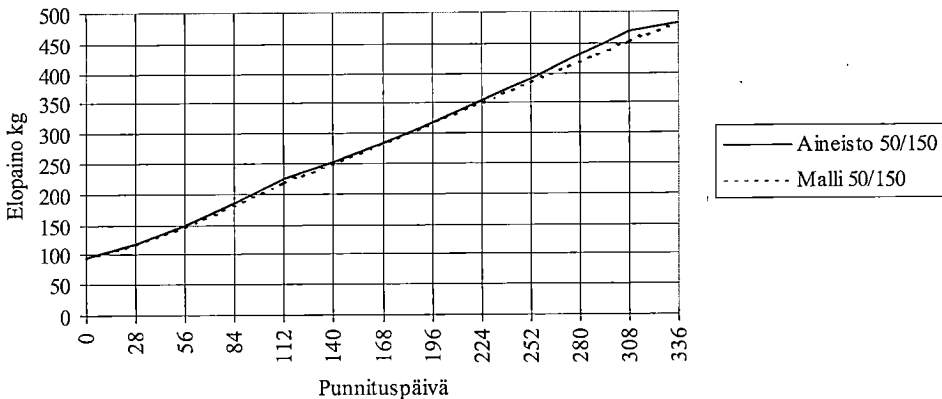


*Kuvio 12. Niukan väkirehutason saaneiden ja taantuvasti kasvaneiden sonnien todellinen (aineisto 100/0) ja mallin antama (malli 100/0) elopaino kasvatuskaudella.*

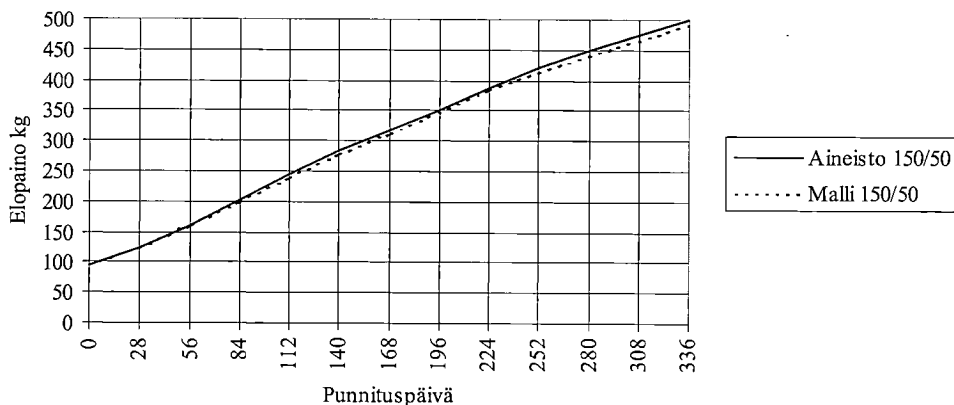


*Kuvio 13. Runsaan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien todellinen (aineisto 100/100) ja mallin antama (malli 100/100) elopaino kasvatuskaudella.*

Rypsirouheen käytön lopettaminen näkyi näiden koeryhmien sonnien kasvussa samalla tavoin kuin niukalla väkirehuruokinnalla olleiden sonnien kasvussa. Runsaan väkirehutason saaneilla ja kompensatorisesti kasvaneilla sonneilla (50/150-ryhmä) oli loppukasvatuskauden alussa jakso, jolla mallin antama kasvu oli pienempi kuin sonnien todellinen kasvu kokeessa. Tämä jakso kesti kolme kuukautta, jonka jälkeen mallin antama elopainokäyrä saavutti jälleen sonnien todellisen elopainokäyrän (kuvio 14).



*Kuvio 14. Runsaan väkirehutason saaneiden ja kompensatorisesti kasvaneiden sonnien todellinen (aineisto 50/150) ja mallin antama (malli 50/150) elopaino kasvatuskaudella.*



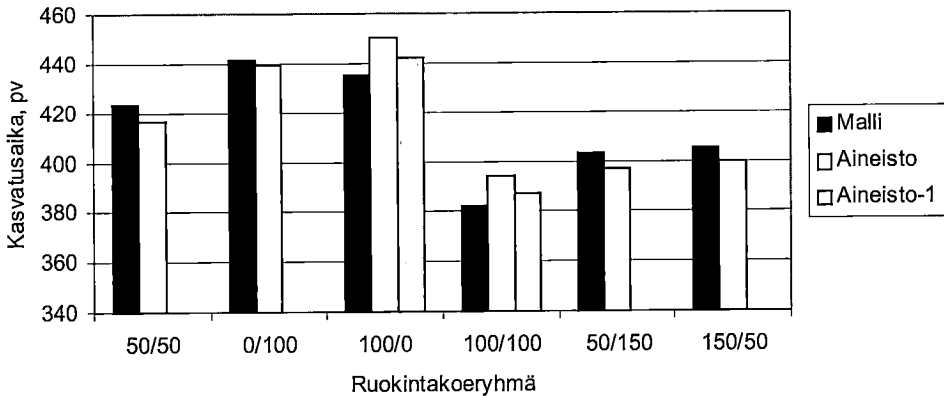
Kuvio 15. Runsaan väkirehutason saaneiden ja taantuneesti kasvaneiden sonnien todellinen (aineisto 150/50) ja mallin antama (malli 150/50) elopaino kasvatuskaudella.

### Sonnien 550 kilon elopainokilon saavuttamiseen kulunut aika koeryhmittäin

Kokeissa olleista sonneista osa teurastettiin yli 550-kiloisina, mutta näillä sonneilla otettiin huomioon vain 550 elopainokilon saavuttamiseen kulunut aika. Osa sonneista oli teurastettaessa alle 550-kiloisia, mutta näille sonneille ennustettiin 550 elopainokilon saavuttamiseen kuluva aika lisäämällä niille kasvatuspäiviä viimeisen kasvuperiodin mukaisen päiväkasvun mukaan niin, että kuvitteellinen 550 kilon elopaino saavutettiin.

Sonnien 550 elopainokilon saavuttamiseen kulunut todellinen ja mallin antama aika on esitetty kuviossa 20 koeryhmittäin. Runsaalla väkirehuokinnalla olleet sonnit saavuttivat 550 kilon elopainon nopeammin kuin niukalla väkirehuokinnalla olleet sonnit. Sekä niukalla että runsaalla väkirehuokinnalla olleista sonneista 550 elopainokilon saavuttivat nopeimmin ne, jotka kasvoivat tasaisesti (50/50- ja 100/100-ryhmä). Sen sijaan sekä kompensatorisesti että taantuvasti kasvaneet sonnit saavuttivat 550 kilon elopainon mallin mukaan miltei samassa ajassa.

Suurimmat erot todellisessa ja mallin antamassa elopainossa oli niillä sonneilla, jotka olivat niukalla väkirehuokinnalla ja jotka kasvoivat taantuvasti (100/0-ryhmä) sekä niillä sonneilla, jotka olivat runsaalla väkirehuokinnalla ja jotka kasvoivat tasaisesti (100/100-ryhmä) (kuvio 16). Kummassakin koeryhmässä yhden sonnien havainto poikkesi merkittävästi muiden sonnien havainnoista ja se nosti ryhmän keskimääräistä elopainoa selvästi. Kun näitä poikkeavia havaintoja ei otettu huomioon, todellisen ja mallin antaman kasvuajan ero pieneni huomattavasti.



Kuvio 16. Elopainoltaan 550-kiloisen sonnin keskimääräinen kasvatusaika kokeessa (aineisto) ja mallissa (malli) koeryhmittäin sekä kahdessa koeryhmässä silloin, kun niissä suuresti poikkeavaa havaintoa ei otettu huomioon (aineisto-1).

## 6.2. Ruokinnan taloudellinen merkitys naudanlihantuotannossa

### 6.2.1. Niukan ja runsaan väkirehutason suhteellinen kannattavuus

Väkirehutason taloudellinen merkitys naudanlihantuotannossa selvitettiin niukan (50/50-ryhmä) ja runsaan (100/100-ryhmä) väkirehuruokinnan saaneiden, mutta tasaisesti kasvaneiden sonnien katetuottolaskelmilla (taulukko 12). Kate-tuottolaskelmassa otettiin huomioon vain ne tuotto- ja kustannuserät, joihin kulloinkin tarkasteltavat ruokintamenetelmät vaikuttavat. Näin kunkin koeryhmän katetuotto osoittaa ylijäämän, joka jää katteeksi kustannuksille, jotka ovat vakioita ruokintamenetelmästä riippumatta.

Niukan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) tuotot olivat yhteensä 6 185 mk/eläin, mitkä olivat 263 mk/eläin pienemmät kuin runsaan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) tuotot yhteensä. Tämä kokonaistuoton ero aiheutui pääasiassa näiden koeryhmien sonnien teurasprosentin ja ruhon lihakuuden eroista (taulukko 12).

Niukan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) kustannukset olivat suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 6 724 mk/eläin ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 5 830 mk/eläin. Runsaan väkirehutason ja tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) vastaavat kustannukset olivat 6 063 ja 5 442 mk/eläin (taulukko 12).

*Taulukko 12. Tasaisesti niukan (50/50-ryhmä) ja runsaan (100/100-ryhmä) väkirehuruokinnan saaneiden sonnien keskimääräinen katetuotto eläintä, päivää, eläinpaikkaa ja kasvattamoa kohti.*

Katetuottolaskelma	Koeryhmä 50/50			Koeryhmä 100/100		
Tuotot:	A-hinta	Määrä	Tulo	A-hinta	Määrä	Tulo
Perushinta	14,67	280,50	4114,94	14,67	292,60	4292,44
Lihakkuuskorjaus	-0,56	280,50	-157,08	-0,16	292,60	-46,82
Rasvaisuuskorjaus	-0,12	280,50	-33,66	-0,20	292,60	-58,52
Sonnipalkkio	814,00	1,00	814,00	814,00	1,00	814,00
Tuotantotuki	1447,00	1,00	1447,00	1447,00	1,00	1447,00
Yhteensä:			6185,20			6448,11
Ruokintakoeryhmissä poikkeavat kustannukset:						
Ohra	0,81	725,00	587,98	0,81	1254,00	1016,99
Säilörehu 1)	1,57	1951,00	3063,07	1,57	1359,00	2133,63
Säilörehu 2)	1,13	1951,00	2204,63	1,13	1359,00	1535,67
Rypsirouhe	1,88	54,20	101,90	1,88	55,40	104,15
Kivennäinen	2,50	42,30	105,75	2,50	38,20	95,50
Rakennuskustannus	0,99	423,00	417,92	0,99	382,00	377,42
Työ	1,87	423,00	791,01	1,87	382,00	714,34
Vasikka	1341,00	1,02	1367,82	1354,00	1,02	1381,08
Liikepääoman korko 1)	0,06	3233,13	193,99	0,06	2552,36	153,14
Liikepääoman korko 2)	0,06	2636,22	158,17	0,06	2176,87	130,61
Eläinpääoman korko	0,06	1585,17	95,11	0,06	1445,40	86,72
Yhteensä: 1)			6724,54			6062,98
Yhteensä: 2)			5830,29			5442,49
Katetuotto edellä esitettyjen erien jälkeen: 1)			-539,35			385,13
Katetuotto edellä esitettyjen erien jälkeen: 2)			354,91			1005,62
Katetuotto mk/päivä: 1)			-1,28			1,01
Katetuotto mk/päivä: 2)			0,84			2,63
Katetuotto mk/vuosi/eläinpaikka: 1)			-465,40			367,99
Katetuotto mk/vuosi/eläinpaikka: 2)			306,24			960,86
Katetuotto mk/vuosi/kasvattamo: 1)			-41885,57			33119,02
Katetuotto mk/vuosi/kasvattamo: 2)			27561,86			86477,84

1) Säilörehun tuotantokustannuksessa huomioitu kaikki tuotantokustannukset.

2) Säilörehun tuotantokustannuksessa jätetty huomioimatta peruskoneista ja varastoista aiheutuvat kiinteät kustannukset.

Tarkasteltavien koeryhmien katetuotot laskettiin kasvatusaikaa, yhtä päivää, eläinpaikkaa ja koko kasvattamoa kohti (taulukko 12). Niukalla väkirehuruokinnalla olleiden sonnien (50/50-ryhmä) katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 924 mk/eläin pienempi ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 651 mk/eläin pienempi kuin runsaalla väkirehuruokinnalla olleiden sonnien (100/100-ryhmä) katetuotto kasvatuskaudella. Erot johtuivat siitä, että enemmän väkirehua saaneilla sonneilla tuotot olivat 263 mk/eläin suuremmat ja kustannukset olivat 661 mk/eläin (säilörehu 1,57 mk/ry) – 388 mk/eläin (säilörehu

1,13 mk/ry) pienemmät kasvatuskaudella kuin vähemmän väkirehua saaneilla sonneilla.

Niukalla väkirehuruokinnalla olleiden sonnien katetuotto suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla oli 833 mk/eläin pienempi ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 655 mk/eläin pienempi kuin runsaalla väkirehuruokinnalla olleiden sonnien katetuotto eläinpaikkaa ja vuotta kohti. Vastaavasti kasvattamo-kohtainen katetuotto oli vähemmän väkirehua saaneilla sonneilla 75 005 markkaa (säilörehu 1,57 mk/ry) – 58 916 markkaa (säilörehu 1,13 mk/ry) pienempi eläintä ja vuotta kohti enemmän väkirehua saaneilla sonneilla.

### **6.2.2. Ruokinnan jaksottaminen samoilla rehuartikkeleilla**

Ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys käytettäessä ruokinnassa samoja rehuartikkeleita laskettiin vertaamalla tasaisesti, korvaavasti ja taantuvasti kasvaneiden sonnien muodostamien koeryhmien katetuottoja. Taulukossa 13 on esitetty niukalla väkirehuruokinnalla olleiden ja eri tavalla kasvaneiden sonnien katetuottolaskelmat.

#### **Niukka väkirehutaso**

Kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) tuotot olivat yhteensä 6 389 mk/eläin. Tämän koeryhmän sonnien tuotot olivat 204 mk/eläin suuremmat kuin tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) tuotot ja 113 mk/eläin suuremmat kuin taantuvasti kasvaneiden sonnien (100/0-ryhmä) tuotot. Tämä kokonaistuoton ero aiheutui pääasiassa kompensatorisesti kasvaneiden sonnien parhaasta teurasprosentista ja ruhon lihakkuudesta (taulukko 13).

Kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) rehu-, rakennus-, työ- ja vasikkakustannukset sekä eläin- ja liikepääoman korkokustannukset olivat suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 6 843 mk/eläin ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 5 951 mk/eläin. Tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) vastaavat kustannukset olivat suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 118 mk/eläin ja säilörehun pienemmällä yksikköhinnalla 121 mk/eläin pienemmät kuin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) kustannukset. Taantuvasti kasvaneilla sonneilla (100/0-ryhmä) nämä ruokintamenetelmän mukaan vaihtelevat kustannukset olivat korkeimmat kummallakin säilörehun yksikköhinnalla (taulukko 13). Tasaisesti kasvaneet sonnit saavuttivat 550 elopainokilon 18 päivää lyhyemmässä ajassa kuin kompensatorisesti kasvaneet sonnit ja 12 päivää lyhyemmässä ajassa kuin taantuvasti kasvaneet sonnit.

Kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla -453 mk/eläin ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 438 mk/eläin. Tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä)

*Taulukko 13. Niukan väkirehuruokinnan saaneiden sekä tasaisesti (50/50-ryhmä), kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien keskimääräinen katetuotto eläintä, päivää, eläinpaikkaa ja kasvattamo kohti.*

Katetuotollaskelma	Koeryhmä 50/50			Koeryhmä 0/100			Koeryhmä 100/0		
Tuotot:	A-hinta	Määrä	Tulo	A-hinta	Määrä	Tulo	A-hinta	Määrä	Tulo
Perushinta	14,67	280,50	4114,94	14,67	289,30	4244,03	14,67	283,80	4163,35
Lihakkuuskorjaus	-0,56	280,50	-157,08	-0,40	289,30	-115,72	-0,52	283,80	-147,58
Rasvaisuuskorjaus	-0,12	280,50	-33,66	0,00	289,30	0,00	0,00	283,80	0,00
Sonnipalkkio	814,00	1,00	814,00	814,00	1,00	814,00	814,00	1,00	814,00
Tuotantotuki	1447,00	1,00	1447,00	1447,00	1,00	1447,00	1447,00	1,00	1447,00
Yhteensä:			6185,20			6389,31			6276,77
Ruokintakoeryhmissä poikkeavat kustannukset:									
Ohra	0,81	725,00	587,98	0,81	778,00	630,96	0,81	755,00	612,31
Säilörehu 1)	1,57	1951,00	3063,07	1,57	1942,00	3048,94	1,57	2011,00	3157,27
Säilörehu 2)	1,13	1951,00	2204,63	1,13	1942,00	2194,46	1,13	2011,00	2272,43
Rypsirouhe	1,88	54,20	101,90	1,88	55,62	104,57	1,88	55,10	103,59
Kivennäinen	2,50	42,30	105,75	2,50	44,10	110,25	2,50	43,50	108,75
Rakennuskustannus	0,99	423,00	417,92	0,99	441,00	435,71	0,99	435,00	429,78
Työ	1,87	423,00	791,01	1,87	441,00	824,67	1,87	435,00	813,45
Vasikka	1341,00	1,02	1367,82	1355,00	1,02	1382,10	1341,00	1,02	1367,82
Liikepääoman korko 1)	0,06	3233,13	193,99	0,06	3421,23	205,27	0,06	3429,01	205,74
Liikepääoman korko 2)	0,06	2636,22	158,17	0,06	2801,79	168,11	0,06	2796,29	167,78
Eläinpääoman korko	0,06	1585,17	95,11	0,06	1669,88	100,19	0,06	1630,14	97,81
Yhteensä: 1)			6724,54			6842,66			6896,51
Yhteensä: 2)			5830,29			5951,01			5973,71
Katetuotto esitettyjen erien jälkeen: 1)			-539,35			-453,35			-619,74
Katetuotto esitettyjen erien jälkeen: 2)			354,91			438,30			303,06
Katetuotto mk/päivä: 1)			-1,28			-1,03			-1,42
Katetuotto mk/päivä: 2)			0,84			0,99			0,70
Katetuotto mk/vuosi/eläinpaikka: 1)			-465,40			-375,22			-520,01
Katetuotto mk/vuosi/eläinpaikka: 2)			306,24			362,76			254,29
Katetuotto mk/vuosi/kasvattamo: 1)			-41886			-33770			-46801
Katetuotto mk/vuosi/kasvattamo: 2)			27562			32649			22886
1) Säilörehun tuotantokustannuksessa huomioitu kaikki tuotantokustannukset.									
2) Säilörehun tuotantokustannuksessa jätetty huomioimatta peruskoneista ja varastoista aiheutuvat kiinteät kustannukset.									

katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 86 mk/eläin pienempi ja säilörehun pienemmällä yksikköhinnalla 83 mk/eläin pienempi kuin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) katetuotto. Taantuvasti kasvanneiden sonnien (100/0-ryhmä) katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 166 mk/eläin pienempi ja säilörehun pienemmällä yksikköhinnalla 135 mk/eläin pienempi kuin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) katetuotto.

Kasvattamokohtainen katetuotto oli kompensatorisesti kasvaneilla sonneilla (0/100-ryhmä) -33 770 markkaa suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla ja

58 916 markkaa pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla. Tasaisesti kasvaneilla sonneilla (50/50-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto oli 8 116 markkaa pienempi suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla ja 5 087 markkaa pienempi pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla kuin kompensatorisesti kasvaneilla sonneilla (0/100-ryhmä). Vastaavasti taantuvasti kasvaneiden sonnien (100/0-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto oli 13 031 markkaa pienempi suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla ja 9 763 markkaa pienempi pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla kuin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto.

### **Runsas väkirehutaso**

Tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) tuotot olivat 6 448 mk/eläin, jotka olivat 90 mk/eläin suuremmat kuin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (50/150-ryhmä) tuotot ja 89 mk/eläin suuremmat kuin taantuvasti kasvaneiden sonnien (150/50-ryhmä) tuotot (taulukko 14). Näin väkirehumäärän erilainen jaksottaminen kasvatuskaudelle vaikutti vain vähän koeryhmien tuottoihin. Verrattaessa näiden koeryhmien tuottoja niukalla väkirehuruokinnalla olleiden sekä tasaisesti, kompensatorisesti ja taantuvasti kasvaneiden koeryhmien tuottoihin havaitaan, että vain tasaisesti kasvaneet sonnit olivat hyötynneet selvästi väkirehumäärän lisäämisestä (ryhmien tuottojen ero 263 mk/eläin). Sen sijaan runsaan väkirehumäärän jaksottaminen loppuruokintakaudelle ei parantanut ruhon teurasarvoa, jolloin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien tuotot olivat runsaalla väkirehutasolla hieman pienemmät (31 mk/eläin) kuin niukalla väkirehutasolla.

Tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) kustannukset olivat suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 6 063 mk/eläin ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 5 442 mk/eläin. Kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (50/150-ryhmä) vastaavat kustannukset olivat suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 216 mk/eläin suuremmat ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 176 mk/eläin suuremmat kuin tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) kustannukset. Taantuvasti kasvaneilla sonneilla (150/50-ryhmä) nämä kustannukset olivat suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 128 mk/eläin suuremmat ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 143 mk/eläin suuremmat kuin tasaisesti kasvaneilla sonneilla (100/100-ryhmä) (taulukko 14). Tasaisesti kasvaneet sonnit saavuttivat 550 elopainokilon 21 päivää lyhyemmässä ajassa kuin kompensatorisesti kasvaneet sonnit ja 23 päivää lyhyemmässä ajassa kuin taantuvasti kasvaneet sonnit.

Tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 385 mk/eläin ja pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla 1 006 mk/eläin. Tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 305 mk/eläin suurempi ja



*Taulukko 14. Runsaan väkirehuruokinnan saaneiden sekä tasaisesti (100/100-ryhmä), kompensatorisesti (50/150-ryhmä) ja taantuvasti (150/50-ryhmä) kasvaneiden sonnien keskimääräinen katetuotto eläintä, päivää, eläinpaikkaa ja kasvattamoa kohti.*

Katetuottolaskelma	Koeryhmä 100/100			Koeryhmä 50/150			Koeryhmä 150/50		
Tuotot:	A-hinta	Määrä	Tulo	A-hinta	Määrä	Tulo	A-hinta	Määrä	Tulo
Perushinta	14,67	292,60	4292,44	14,67	288,75	4235,96	14,67	288,75	4235,96
Lihakkuuskorjaus	-0,16	292,60	-46,82	-0,36	288,75	-103,95	-0,40	288,75	-115,50
Rasvaisuuskorjaus	-0,20	292,60	-58,52	-0,12	292,60	-35,11	-0,08	292,60	-23,41
Sonnipalkkio	814,00	1,00	814,00	814,00	1,00	814,00	814,00	1,00	814,00
Tuotantotuki	1447,00	1,00	1447,00	1447,00	1,00	1447,00	1447,00	1,00	1447,00
Yhteensä:			6448,11			6357,90			6358,05
Ruokintakoeryhmissä poikkeavat kustannukset:									
Ohra	0,81	1254,00	1016,99	0,81	1231,00	998,34	0,81	1358,00	1101,34
Säilörehu 1)	1,57	1359,00	2133,63	1,57	1444,00	2267,08	1,57	1321,00	2073,97
Säilörehu 2)	1,13	1359,00	1535,67	1,13	1444,00	1631,72	1,13	1321,00	1492,73
Rypsirouhe	1,88	55,38	104,11	1,88	54,76	102,95	1,88	53,85	101,24
Kivennäinen	2,50	38,20	95,50	2,50	40,30	100,75	2,50	40,50	101,25
Rakennuskustannus	0,99	382,00	377,42	0,99	403,00	398,16	0,99	405,00	400,14
Työ	1,87	382,00	714,34	1,87	403,00	753,61	1,87	405,00	757,35
Vasikka	1354,00	1,02	1381,08	1370,00	1,02	1397,40	1370,00	1,02	1397,40
Liikepääoman korko 1)	0,06	2552,33	153,14	0,06	2797,41	167,84	0,06	2752,99	165,18
Liikepääoman korko 2)	0,06	2176,85	130,61	0,06	2376,51	142,59	0,06	2366,03	141,96
Eläinpääoman korko	0,06	1445,40	86,72	0,06	1542,88	92,57	0,06	1550,54	93,03
Yhteensä: 1)			6062,94			6278,71			6190,90
Yhteensä: 2)			5442,45			5618,10			5586,44
Katetuotto esitettyjen erien jälkeen: 1)			385,17			79,19			167,16
Katetuotto esitettyjen erien jälkeen: 2)			1005,66			739,80			771,61
Katetuotto mk/päivä: 1)			1,01			0,20			0,41
Katetuotto mk/päivä: 2)			2,63			1,84			1,91
Katetuotto mk/vuosi/eläinpaikka: 1)			368,03			71,72			150,65
Katetuotto mk/vuosi/eläinpaikka: 2)			960,90			670,05			695,41
Katetuotto mk/vuosi/kasvattamo: 1)			33122			6455			13558
Katetuotto mk/vuosi/kasvattamo: 2)			86481			60304			62587

1) Säilörehun tuotantokustannuksessa huomioitu kaikki tuotantokustannukset.

2) Säilörehun tuotantokustannuksessa jätetty huomioimatta peruskoneista ja varastoista aiheutuvat kiinteät kustannukset.

säilörehun pienemmällä yksikköhinnalla 266 mk/eläin suurempi kuin kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (50/150-ryhmä) katetuotto. Taantuvasti kasvaneiden sonnien (150/50-ryhmä) katetuotto oli suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla 218 mk/eläin pienempi ja säilörehun pienemmällä yksikköhinnalla 234 mk/eläin pienempi kuin tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) katetuotto.

Kasvattamokohtainen katetuotto oli tasaisesti kasvaneilla sonneilla (100/100-ryhmä) 33 122 markkaa suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla ja 86 481 mark-

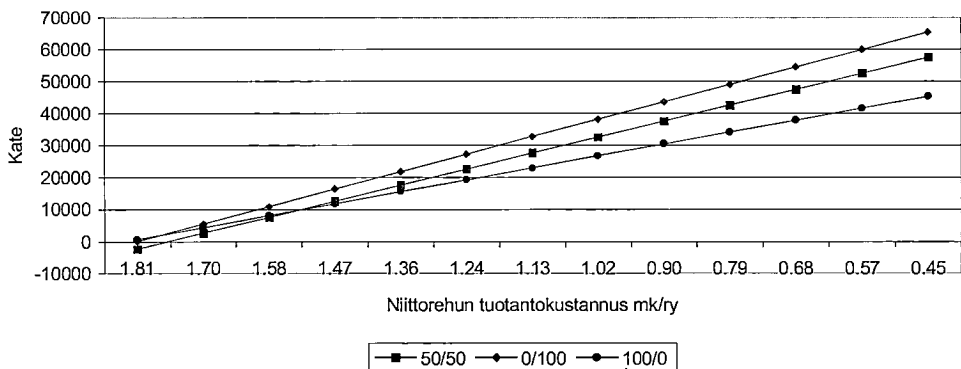
kaa pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla. Vastaavasti kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (50/150-ryhmä) kasvattamokohtainen kate oli 26 667 markkaa pienempi suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla ja 26 177 markkaa pienempi pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla kuin tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) katetuotto. Taantuvasti kasvaneiden sonnien (150/50-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto oli 19 564 markkaa pienempi suuremmalla säilörehun yksikköhinnalla ja 23 894 markkaa pienempi pienemmällä säilörehun yksikköhinnalla kuin tasaisesti kasvaneiden sonnien (100/100-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto.

Kokeen kuuden koeryhmän sonneista parhaiten menestyivät runsaan väkirehutason saaneet ja tasaisesti kasvaneet sonnit (100/100-ryhmä). Tämän koeryhmän sonnien paras katetuotto johtui siitä, että tuotot olivat suurimmat ja kustannukset olivat pienimmät. Tämän koeryhmän alhaisimmat kustannukset johtuivat ensisijassa nopeimmasta teuraskypsyyden saavuttamisesta (= lyhyin kasvatusaika). Runsaan väkirehutason saaneiden ja tasaisesti kasvaneiden sonnien pienimmät kustannukset vastaavasti johtuivat parhaasta rehuhyötysuhteesta (= pienen rehunkulutus ja rehukustannus). Koeryhmistä huonoimmin menestyi 100/0-ryhmä eli niukan väkirehutason saaneet ja taantuvasti kasvaneet sonnit.

### **6.2.3. Ruokinnan jaksottaminen eri rehuartikkeilla**

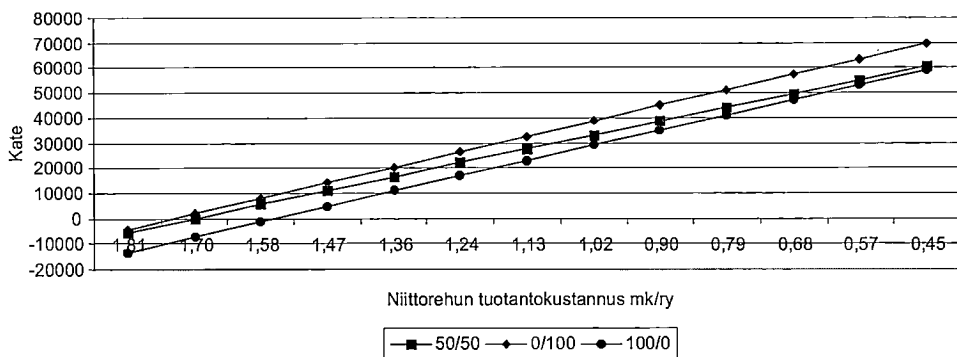
Tässä kappaleessa vertaillaan ruokinnan jaksottamisen taloudellista merkitystä eri koeryhmien sonneilla, kun niiden ruokinnassa säilörehu syöti korvataan niittorehulla kesä-, heinä-, elo- ja syyskuussa. Tässä vertailussa säilörehun tuotantokustannuksena käytetään 1,13 mk/ry ja niittorehun tuotantokustannuksena käytetään säilörehun tuotantokustannusta suurempia ja pienempiä yksikköhintoja. Vertailu on siis esimerkinomainen. Tähän käytäntöön päädyttiin, koska niittorehun tuotantokustannuksesta ei ole saatavilla sellaista tietoa, jota voitaisiin rinnastaa tässä tutkimuksessa käytettyyn säilörehun tuotantokustannukseen. Lisäksi tässä esimerkinomaisessa vertailussa on järkevää selvittää ruokinnan jaksottamisen taloudellisia mahdollisuuksia tilanteissa, jossa kesällä syötettävä karkearehu on kalliimpaa tai halvempaa kuin talvella syötettävä säilörehu. Näin pystytään luomaan kuva siitä, kuinka suuria hintaeroja kyseisissä karkearehuissa on oltava, jotta ruokinnan jaksottamisella olisi taloudellista merkitystä.

Liitteessä 4 on esitetty eri koeryhmien sonnien keskimäärin kasvatuskauden aikana kuluttama säilörehun ja niittorehun määrä, kun niiden kasvatuskausi alkaa tammi-, huhti- tai elokuussa. Kesä-, heinä-, elo- ja syyskuussa sonnien ruokinnassa säilörehun sijasta on käytetty niittorehua. Yhden säilörehun kuiva-ainekilon on katsottu vastaavan yhtä niittorehun kuiva-ainekiloa, koska näiden karkearehujen sisältämät energia- ja raakavalkuaispitoisuudet ovat samat.

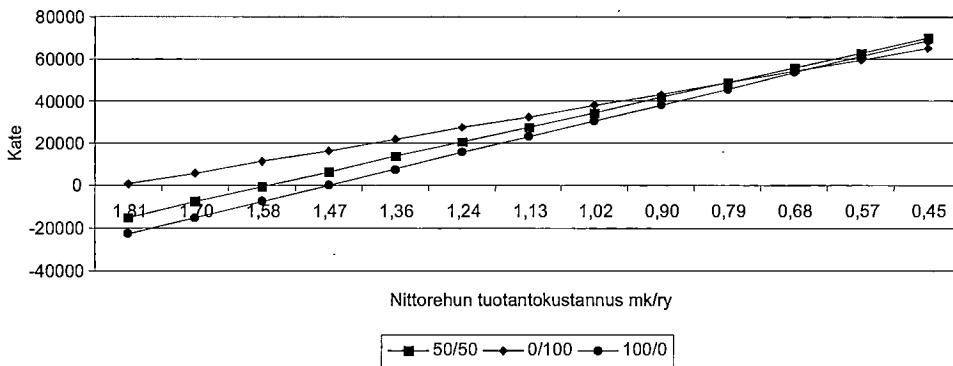


Kuvio 17. Niukan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (50/50-ryhmä), kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto (90 eläintä) kasvatuskauden alkaessa tammi-kuussa ja niittorehun yksikköhinnan vaihdellessa.

Kuvioissa 17-19 on vertailtu kasvattamokohtaisten katetuottojen muutoksia niukan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (50/50-ryhmä), kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien muodostamissa koeryhmissä, kun sekä kasvatuskauden alkamisajankohta että ruokinnassa käytettävän niittorehun hinta muuttuvat.



Kuvio 18. Niukan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (50/50-ryhmä), kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto (90 eläintä) kasvatuskauden alkaessa huhtikuussa ja niittorehun yksikköhinnan vaihdellessa.



*Kuvio 19. Niukan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (50/50-ryhmä), kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto (90 eläintä) kasvatuskauden alkaessa elokuussa ja niittorehun yksikköhinnan vaihdella.*

Sekä ruokinnan jaksottaminen että kasvatuskauden alkamisajankohta vaikuttivat niukan väkirehutason saaneiden ja eri tavalla kasvaneiden sonnien katetuottoihin niittorehun tuotantokustannuksen vaihdella. Tämä vaikutus perustui siihen, että ruokinnan jaksottamisesta ja kasvatuskauden alkamisajankohdasta riippuen kasvatuskauden aikana syötetyn säilörehun ja niittorehun suhde vaihteli eri koeryhmien sonnien ruokinnassa. Ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys oli kuitenkin vähäinen, koska syötetyn säilörehun ja niittorehun suhde vaihteli vain vähän eri koeryhmien sonneilla lyhyen niittorehuruokintakauden takia.

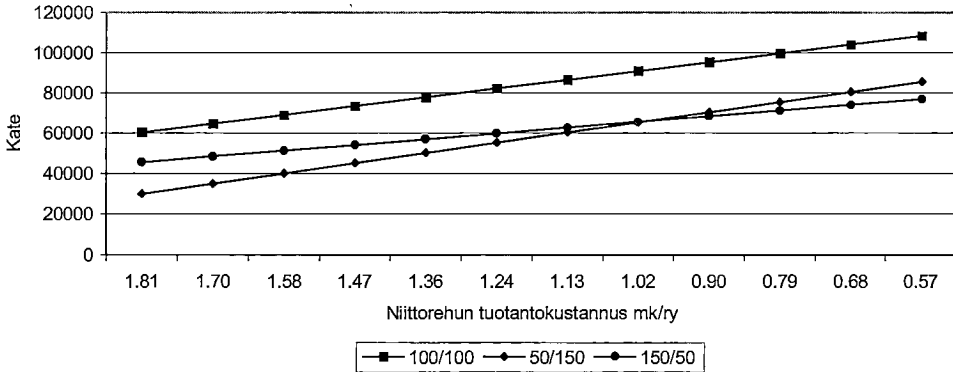
Kasvatuskauden alkaessa tammikuussa niukan väkirehutason saaneet ja kompensatorisesti kasvavat sonnit (0/100-ryhmä) hyötyivät suhteellisesti eniten silloin, kun niittorehun tuotantokustannus oli pienempi kuin säilörehun tuotantokustannus. Taantuvasti kasvaneet sonnit (100/0-ryhmä) hyötyivät suhteellisesti eniten silloin, kun niittorehun tuotantokustannus oli säilörehun tuotantokustannusta suurempi. Niittorehun tuotantokustannuksen ollessa 10 % säilörehun tuotantokustannusta pienempi kasvattamokohtainen katetuotto nousi kompensatorisesti kasvaneilla sonneilla (0/100-ryhmä) 5 435 markkaa, tasaisesti kasvaneilla sonneilla (50/50-ryhmä) 4 982 markka ja taantuvasti kasvaneilla sonneilla (100/0-ryhmä) 3 720 markkaa vuodessa. Niittorehun tuotantokustannuksen ollessa 10 % säilörehun tuotantokustannusta suurempi taantuvasti kasvaneiden sonnien (100/0-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto pieneni 3 720 markkaa, tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) vastaava katetuotto pieneni 4 982 markkaa ja kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto aleni 5 439 markkaa. Kaikilla esitetyillä niittorehun tuotanto-

kustannushinnoilla kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto oli kuitenkin suurin (kuvio 17).

Kasvatuskauden alkaessa huhtikuussa ruokinnan jaksottamisella ei ollut niin suurta vaikutusta eri koeryhmien sonnien katetuottoihin niittoruohon tuotantokustannuksen vaihdellessa kuin kasvatuskauden alkaessa tammikuussa. Tämä perustui siihen, että kasvatuskauden alkaessa huhtikuussa eläinten kasvatuskaudella on kaksi niittorehuruokintajaksoa. Alkukasvatuskaudella kompensatorisesti kasvaneet sonnit (0/100-ryhmä) hyötyivät suhteellisesti enemmän kuin muiden koeryhmien sonnit tilanteesta, jossa niittorehu oli edullista säilörehuun verrattuna. Loppukasvatuskaudella taantuvasti kasvaneet sonnit (100/0-ryhmä) hyötyivät eniten silloin, kun niittorehun tuotantokustannus oli säilörehun tuotantokustannusta pienempi. Tästä johtuen kompensatorisesti (0/100-ryhmä) ja taantuvasti (100/0-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtaisten katetuottojen suhde pysyi melkein samana niittorehun hinnan vaihteluista huolimatta. Tasaisesti kasvaneilla sonneilla (50/50-ryhmä) niittorehun osuus ruokinnassa oli pienin, koska nämä sonnit saivat väkirehua sekä alku- että loppukasvatuskaudelle sattuneen niittorehuruokinnan aikana. Näin ollen tasaisesti kasvaneiden sonnien (50/50-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto pieneni suhteellisesti vähiten niittorehun hinnan noustessa ja vastaavasti nousi suhteellisesti vähiten niittorehun hinnan laskiessa. Myös kasvatuskauden alkaessa huhtikuussa kaikilla esitetyillä niittorehun tuotantokustannushinnoilla kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) kasvattamokohtainen katetuotto oli suurin (kuvio 18).

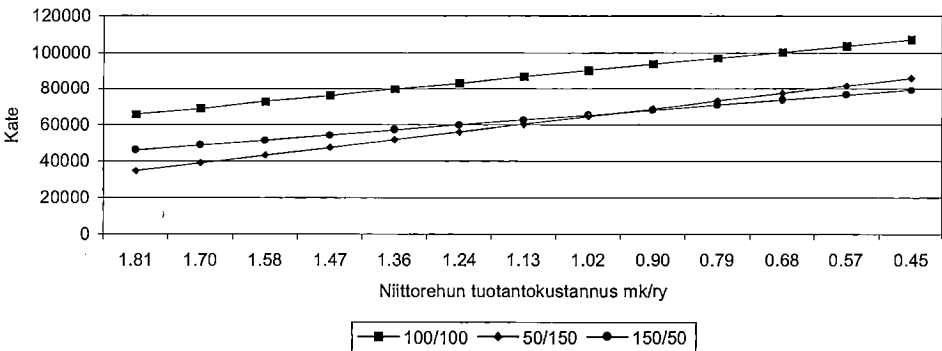
Kasvatuskauden alkaessa elokuussa taantuvasti kasvaneet sonnit (100/0-ryhmä) hyötyivät suhteellisesti eniten niittorehun yksikköhinnan ollessa säilörehun yksikköhintaa alhaisempi, koska niittoruokintakausi ajoittui kasvatuskauden loppujaksolle, jolloin taantuvasti kasvaneet sonnit (100/0-ryhmä) olivat pelkällä karkearehuruokinnalla. Vastaavasti kompensatorisesti kasvaneet sonnit (0/100-ryhmä) hyötyivät suhteellisesti vähiten niittorehun tuotantokustannuksen ollessa säilörehun tuotantokustannusta pienempi, koska nämä sonnit olivat voimakkaalla väkirehuruokinnalla niittoruokintakauden alkaessa. Niittorehun yksikköhinnan ollessa 0,78 mk/ry tai sitä pienempi tasaisesti kasvaneet sonnit (50/50-ryhmä) saavuttivat parhaan kasvattamokohtaisen katetuoton. Niittorehun hinnan ollessa 0,64 tai sitä pienempi taantuvasti kasvaneet sonnit (100/0-ryhmä) saavuttivat parhaan kasvattamokohtaisen katetuoton (kuvio 19).

Kuvioissa 20-22 on esitetty runsaan väkirehuruokinnan saaneiden ja eri tavalla kasvaneiden sonnien (100/100-, 50/50- ja 150/50-ryhmät) kasvattamokohtaiset (90 eläintä) katetuotot tilanteissa, joissa sekä kasvatuskauden alkamisajankohta että sonnien ruokinnassa käytettävän niittorehun yksikköhinta muuttuvat. Kuvioista nähdään, että tasaisesti kasvaneet sonnit (100/100-ryhmä) saavuttivat selvästi suurimman kasvattamokohtaisen katetuoton riippumatta siitä, mikä on kasvatuskauden alkamisajankohta ja mikä on niittorehun tuotanto-

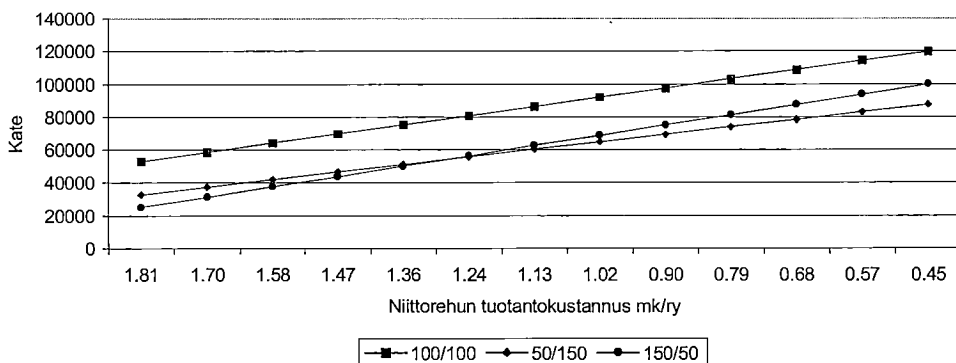


Kuvio 20. Runsaan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (100/100-ryhmä), kompensatorisesti (50/150-ryhmä) ja taantuvasti (150/50-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto (90 eläintä) kasvatuskauden alkaessa tammikuussa ja niittorehun yksikköhinnan vaihdellessa.

kustannus. Tämä johtui siitä, että 100/100-ryhmän sonnien katetuotto oli suurin ympärivuotisella säilörehuruokinnalla (taulukot 12-14) ja siitä, että runsaalla väkirehuruokinnalla niittorehun (ja säilörehun) osuus kokonaisrehuista oli melko pieni.



Kuvio 21. Runsaan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (100/100-ryhmä), kompensatorisesti (50/150-ryhmä) ja taantuvasti (150/50-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto (90 eläintä) kasvatuskauden alkaessa huhtikuussa ja niittorehun yksikköhinnan vaihdellessa.



Kuvio 22. Runsaan väkirehutason saaneiden sekä tasaisesti (100/100-ryhmä), kompensatorisesti (50/150-ryhmä) ja taantuvasti (150/50-ryhmä) kasvaneiden sonnien kasvattamokohtainen katetuotto (90 eläintä) kasvatuskauden alkaessa elokuussa ja niittorehun yksikköhinnan vaihdellessa.

## 7. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksessa tarkasteltiin väkirehutason ja sen jaksottamisen taloudellista merkitystä naudanlihan tuotannossa. Tutkimusaineistona käytettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa tehtyä ruokintakoetta, jossa selvitettiin tällaisen ruokintastrategian vaikutusta sonnien kasvuun sekä ruhon ja lihan laatuun.

### Väkirehutason taloudellinen merkitys naudanlihan tuotannossa

Väkirehun käytön tuotannollinen vaikutus lihanaudoilla todettiin vertailemalla niukan ja runsaan, mutta tasaisesti kasvatuskauden aikana jaetun väkirehutason saaneiden ay-sonnien kasvutuloksia. Sonnien saama väkirehumäärä oli sidottu eläimen elopainon kehitykseen (keskimäärin 50 tai 100 g väkirehun kuiva-ainetta/elopaino 0,6). Väkirehun käytön taloudellinen merkitys selvitettiin katetuotto-laskelmalla, jossa otettiin huomioon väkirehutason vaikutus 550-kilon elopainon saavuttaneiden sonnien teurasarvoon, rehukustannukseen sekä kasvatusaikaan. Teurasarvon sekä rehu- ja kasvatusaikakustannusten erotuksena saatava katetuotto osoittaa ylijäämän, joka jää katteeksi kustannuksille, jotka ovat vakiot kokeessa käytetyistä ruokintamenetelmistä riippumatta.

Väkirehun määrän lisääminen sonnien rehuannoksessa paransi niiden teurasarvoa, koska runsaalla väkirehutasolla olleilla sonneilla teurasprosentti ja ruhon lihakkuus olivat paremmat kuin niukalla väkirehutasolla olleilla sonneilla. Teuras-

prosentin ja ruhon lihakkuuden lisääntyminen kohottivat sonnien teurasarvoa. Toisaalta väkirehun käytön lisääminen sonnien rehuannoksessa nosti ruhon rasvaisuutta, mikä vaikutti sonnien teurasarvoa alentavasti, mutta tämän tuottoa pienentävän tekijän merkitys oli kuitenkin selvästi vähäisempi kuin kahden edellisen tuottoa lisäävän tekijän merkitys. Näin runsaalla väkirehutasolla olleiden sonnien muodostaman koeryhmän keskimääräinen teurasarvo oli 260 markkaa eläintä kohti suurempi kuin niukalla väkirehutasolla olleiden sonnien muodostaman koeryhmän teurasarvo.

550 elopainokilon kasvattamisen muuttuvina kustannuksina huomioitiin rehuista, kasvatusajasta ja ostovasikasta aiheutuvat kustannukset. Ostovasikasta aiheutuva kustannus laskettiin kussakin koeryhmässä kasvatuskauden alussa todetun elopainon mukaan. Rehukustannus laskettiin kahdella säilörehun tuotantokustannushinnalla. Kasvatusajan pituudesta aiheutuvina kustannuksina otettiin huomioon työkuustannus ja kasvattamosta aiheutuvat kiinteät kustannukset, jotka saatiin MTTL:n 90 eläimen kasvattamon tilamallilaskelmasta.

Säilörehun tuotantokustannuksen ollessa 1,57 mk/ry niukalla väkirehutasolla olleiden sonnien kasvattamokohtainen (90 eläintä) katetuotto oli 37 000 markkaa negatiivinen, kun taas runsaalla väkirehutasolla olleiden sonnien vastaava katetuotto oli 43 000 markkaa positiivinen. Säilörehun tuotantokustannushinnan ollessa 1,13 mk/ry niukan väkirehutasoon saaneiden (sekä tasaisesti kasvaneiden) sonnien kasvattamokohtainen katetuotto oli 32 000 markkaa ja runsaan väkirehutasoon saaneiden sonnien 96 000 markkaa.

Tulosten mukaan ruokinnassa käytettävä väkirehutaso vaikuttaa naudanlihan tuotannon taloudelliseen tulokseen ruhon teurasarvon, rehupanosten hintojen ja kasvatusajan lyhenemisen kautta. Runsaalla väkirehulla saavutetaan selvästi parempi ruhon teurasarvo kuin vähäisellä väkirehulla. Runsaalla väkirehutasolla olleet sonnit saivat tutkimusaineistossakeskimäärin 3 kiloa väkirehun kuivaainetta päivässä. Jos väkirehutasoa tästä määrästä edelleen nostetaan, ruhon teurasarvo ei todennäköisesti enää nouse, vaan se pikemminkin alkaa laskea ruhon rasvoittumisen takia. Lisäksi väkirehumäärän liiallinen nostaminen aiheuttaa ongelmia eläinten terveydessä, jotka heijastuvat kasvun häiriintymisenä ja taloudellisen tuloksen huononemisenä.

### **Ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys samoilla rehuartikkeleilla**

Niukan väkirehumäärän erilainen jaksottaminen kasvatuskaudelle vaikutti 550-elopainokiloisten sonnien teurasarvoon. Korvaavasti eli kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) teurasarvo oli paras ensisijassa siksi, koska tämän koeryhmän sonnien ruhon teurasprosentti ja lihakkuus olivat paremmat kuin niukan väkirehutasoon saaneiden, mutta tasaisesti ja taantuvasti kasvaneiden sonnien (50/50- ja 100/0-ryhmät) ruhon teurasprosentti ja lihakkuus.



Niukan, mutta kasvatuskaudella tasaisen väkirehuannoksen saaneiden sonnien (50/50-ryhmä) rehukustannus oli pienin ja tämän koeryhmän eläinten rehuhyötysuhde oli paras. Kun niukka väkirehutaso jaksotettiin alku- tai loppukasvatuskauteen (100/0- ja 0/100-ryhmät), niin tällöin 550-elopainokilon saattamiseen näiden koeryhmien sonnit tarvitsivat keskimäärin 20 päivää pitemmän kasvatusajan kuin niukan, mutta tasaisen väkirehuannoksen saaneet sonnit (50/50-ryhmä). Tämän suuruinen kasvatusajan piteneminen aiheutti keskimäärin 60 markan lisäkustannuksen eläintä kohti.

Niukan (mutta loppuruokintakaudelle jaksotetun) väkirehutason saaneiden ja kompensatorisesti kasvaneiden sonnien (0/100-ryhmä) katetuotto oli suurempi kuin niukan väkirehutason saaneiden, mutta tasaisesti ja taantuvasti kasvaneiden sonnien katetuotto, mihin keskeisesti vaikutti 0/100-koeryhmän eläinten paras teurasarvo. Kun laskelmat laadittiin 90 eläimen kokoiselle kasvattamolle ja kun säilörehun tuotantokustannuksena käytettiin 1,57 mk/ry, niin jokaisen koeryhmän, myös 0/100-ryhmän, katetuotto oli negatiivinen. Sen sijaan kun säilörehun tuotantokustannukseksi otettiin 1,13 mk/ry, niin kompensatorisesti kasvaneilla sonneilla (0/100-ryhmällä) kasvattamokohtainen kate oli 37 773 markkaa, mikä oli noin 5 000 markkaa suurempi kuin tasaisesti kasvaneilla sonneilla (50/50-ryhmä) ja noin 10 000 markkaa suurempi kuin taantuvasti kasvaneilla sonneilla (100/0-ryhmä).

Sen sijaan runsaan väkirehumäärän jaksottamisella kasvatuskauden eri vaiheisiin ei ollut taloudellista merkitystä. Runsaalla väkirehutasolla niukka alku-ruokintakausi ei parantanut ruhon teuraslaatua. Runsaan väkirehumäärän jaksottaminen alkuruokintakaudelle (150/50-ryhmä) tai loppuruokintakaudelle (50/150-ryhmä) heikensi sonnien rehuhyötysuhdetta sekä pidensi eläinten 550-elopainokiloon tarvitsemaa kasvatusaika.

### **Ruokinnan jaksottamisen taloudellinen merkitys eri rehuartikkeilla**

Ruokinnan jaksottamisen taloudellista merkitystä tarkasteltiin myös eri koeryhmien sonneilla tilanteessa, jossa niille annettu säilörehu korvattiin kesällä niittorehulla. Näissä laskelmissa säilörehun tuotantokustannuksena käytettiin 1,13 mk/ry ja niittorehu hinnoiteltiin joko säilörehun tuotantokustannushintaa kalliimmaksi tai halvemmaksi. Tähän käytäntöön päädyttiin, koska oli järkevää tutkia ruokinnan jaksottamisen taloudellisia vaikutuksia tilanteessa, jossa kesällä tuotettavan ja välittömästi syötettävän karkearehun tuotantokustannus on joko suurempi tai pienempi kuin talvella syötettävän säilörehun tuotantokustannus. Näin pystytään saamaan kuva siitä, millaiset näiden karkearehujen yksikkökustannusten erot on oltava, jotta ruokinnan jaksottaminen on taloudellisesti mielekästä.

Sonnien kasvatuskauden alkamisajankohta vaikuttaa siihen, miten paljon eläimille kesällä voidaan syöttää niittorehua. Tämän takia laskelmat tehtiin tapauksissa, jossa eläinten kasvatuskausi alkoi tammi-, huhti- tai elokuussa. Ruokinnan jaksottamisella ei kuitenkaan ollut merkittävää taloudellista vaikutusta eri koeryhmien sonnien saavuttamiin katetuottoihin. Niittorehun tuotantokustannuksen piti olla huomattavasti suurempi tai pienempi kuin säilörehun tuotantokustannuksen, jotta niukalla väkirehutasolla olleiden koeryhmien taloudellinen paremmuus muuttui. Runsaalla väkirehutasolla tämä vaikutus oli vielä pienempi.

Käytännössä ruokinnan jaksottamisella ei ole taloudellista merkitystä korvattaessa sonnien ruokinnassa säilörehua kesäaikana niittorehulla.

## Kirjallisuus

- Abdalla, H. O., Fox, D. G. & Thonney, M. L. 1988. Compensatory gain by holstein calves after underfeeding period. *J. of Anim. Sci.* 66: 2687-2695.
- Ala-Mantila, O. & Riepponen, L. 1998. Maatalouden tuotantokustannukset Suomessa. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 222. 120 s.
- Allen, D. 1990. *Planned beef production and marketing*. 232 p. Oxford.
- Aronen, I., Hepola, H. & Lampila, M. 1993. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. *Maatal. tutk. kesk. tiedote* 11. 25 s.
- Bondi, A. A. 1987. *Animal nutrition*. 539 p. Lontoo.
- Carstens, G. E., Johnson, D. E., Ellenberger, M. A. & Tatum, J. D. 1991. *J. of Anim. Sci.* 69: 3251-3264.
- Carstens, G. E. 1995. *Proceedings of a Symposium: Intake of Feedlot Cattle, Oklaholma Agricultural Experiment Station*. 70-84 p.
- Castle, E. N., Becker, M. H. & Nelson, A. G. 1987. *Farm business management*. 413 p. New York.
- Coleman, S. W. & Evans, B. C. 1986. Effect of nutrition, age and size on compensatory growth in two breeds of steers. *J. of Anim. Sci.* 63: 1968-1982.
- Dillon, J. L. & Andersson, J. R. 1990. *The Analysis of Response in Crop and Livestock Production*. 251 p. 3rd Ed. Oxford.
- Duloy, J. H. & Battese, G. E. 1978. Time and recursiveness in livestock feeding trials. *Aust. Jour. of Agric. Econ.*, Vol. 12: 184-191.
- Elintarviketalous 1998. *Elintarviketalouden tuotanto-, kulutus-, markkinointi- ja hintatilastoja 1992-1997*. 68 s.
- Fox, D. G. & Black, J. R. 1984. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. *J. Anim. Sci.* 58: 725-739.

- Fox, D. G., Sniffen, C. J. & O'Connor, J. D. 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 66: 1475-1495.
- Hironaka, R. & Kozub, G. C. 1973. Compensatory growth of beef cattle restricted at two energy levels for two periods. *Canadian J. of Sci.* 53: 709-715.
- Jaakkola, S. 1991. Väkirehun ja karkearehun korvaussuhteen vaikutus taloudellisesti optimaalisen rehuyhdistelmän valintaan naudanlihantuotannossa. *Maatalousekonomia. Sivuvainetutkimus.* 81 s.
- Kennedy, J. O. 1973. Control systems in farm planning. *Eur. R. agr. Econ.* 1: 41-433.
- Käytännön maamies 1998. Pöytäkalenteri.
- Maaseudun tulevaisuus, 1. elokuuta 1998. Atria Oy:n hankintaosuuskuntien hintatilasto.
- Mader, T. L., Turgeon, O. A. Jr., Klopfenstein, T. J., Brink, D. R. & Oltjen, P. R. 1989. Effects of previous nutrition, feedlot regimen and protein level on feedlot performance of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67: 318-330.
- McDonald, P., Edwards, R. A. & Greenhalgh, J. F. D. 1988. *Animal nutrition.* 543 p. 4th Ed. New York.
- MKL 1998a. Kotieläintieteen päivät 1998. Maaseutukeskusten Liiton julk. 924. 356 s.
- MKL 1998b. Mallilaskelmia maataloudesta 1997. Maaseutukeskuksen liiton julk. 922. 52 s.
- MMM 1998a. Tietokappale, Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 6/98. 32 s.
- MMM 1998b. Viljavaaka. Viljan tilastokatsaus 6/98. 30 s.
- O'Donovan, P. E. 1984. Compensatory gain in cattle and sheep. *Nutrition Abstracts and Reviews - Series B* 54. p. 389-410.
- Rinne, M. 1995. Säilörehun laadun ja väkirehutydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Yhteenveto. Julkaisussa Säilörehun laadun ja väkirehutydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. *Maatal. tutk.kesk. tiedote* 12: 7-12.
- Redman, B. & Redman, J. 1981. *Microeconomics: Resource allocation and price theory.* 294 p. Westport.
- Rompala, R. E., Jones, S. D. M., Buchanan-Smith, J. G. & Bayley, H. S. 1985. Feedlot performance and composition of gain in late-maturing steers exhibiting normal and compensatory growth. *J. of Anim. Sci.* 61: 637-646.
- Ryhänen, M. 1996. Maatalousyrittäjän päätöksenteko. Julkaisussa Ylätalo, M. (toim.). Maatalousyrittäjien sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. *Helsingin yliopiston tal.tiet. lait. julk.* 12: 9-23.
- Ryhänen, M., Sipiläinen, T. & Seppälä, R. 1996. EU-jäsenyyden vaikutus naudanlihantuotantoon. Julkaisussa Ylätalo, M. (toim.). Maatalousyrittäjien sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. *Helsingin yliopiston tal.tiet. lait. julk.* 12: 119-156.

- Ryhänen, M., Sipiläinen, T. & Seppälä, R. 1996. Liite 6.2. Julkaisussa Ylätalo, M. (toim.). Maatalousyrittäjien sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. Helsingin yliopiston tal.tiet. lait. julk. 12: 230.
- Ryynänen, V. & Pölkki, L. 1982. Maanviljelystalous. Helsinki. 265 s.
- Sirén, J. 1974. Tuotantopanoksen tuotos suhteesta naudanlihan tuotannossa. Maat. tal. tutk.lait. tiedonantoja 23. 92 s.
- Tuori, M. 1994. Kerav 3.3-luentokurssi. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitos.
- Yambayamba, E. & Price, M. A. 1991. Growth performance and carcass composition in beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. Canadian J. of Anim. Sci. 71: 1021-1029.

### Liite 1. Laskelmissa tehtävä lihakkuus- ja rasvaisuuskorjaus.

Lihakkuus	Lihakkuus- korjaus mk/kg	Rasvaisuus	Rasvaisuus- korjaus mk/kg
5	0	1	0
4,9	-0,04	1,1	0
4,8	-0,08	1,2	0
4,7	-0,12	1,3	0
4,6	-0,16	1,4	0
4,5	-0,2	1,5	0
4,4	-0,24	1,6	0
4,3	-0,28	1,7	0
4,2	-0,32	1,8	0
4,1	-0,36	1,9	0
4	-0,4	2	0
3,9	-0,44	2,1	-0,04
3,8	-0,48	2,2	-0,08
3,7	-0,52	2,3	-0,12
3,6	-0,56	2,4	-0,16
3,5	-0,6	2,5	-0,2
3,4	-0,64	2,6	-0,24
3,3	-0,68	2,7	-0,28
3,2	-0,72	2,8	-0,32
3,1	-0,76	2,9	-0,36
3	-0,8	3	-0,4

1) 3 = P+, 4 = O- ja 5 = O

2) 2 = vähäinen, 3 = keskinkertainen ja 4 = rasvainen

## Liite 2.

### *Ohran keskimääräinen kulutus eri koeryhmissä.*

Kuukausi	Ruokinta1	Ruokinta2	Ruokinta3	Ruokinta4	Ruokinta5	Ruokinta6
1	21,417	0	42,593	42,947	21,666	61,53
2	24,159	0	48,454	49,721	24,612	73,138
3	26,962	0	56,207	57,16	27,714	85,743
4	29,539	0	62,066	64,156	30,021	97,451
5	33,434	0	69,155	71,812	33,713	106,725
6	37,672	0	76,418	76,978	38,02	109,601
7	40,46	0	82,256	80,469	40,892	121,09
8	43,472	0	88,25	87,046	44,225	132,99
9	46,994	4,521	85,128	95,97	66,892	96,878
10	48,628	59,983	45,565	94,684	114,624	58,51
11	51,362	96,645	5,663	98,924	141,672	52,982
12	54,229	102,683	0	101,956	147,49	54,337
13	56,07	106,345	0	105,319	138,377	56,348
14	57,824	111,48	0	72,864	152,613	56,538
15	57,307	114,094	0	0	56,63389	26,81111
16	6,251571	86,41275	0	0	0	0
Yhteensä kg ka	635,7806	682,1638	661,755	1100,006	1079,165	1190,672
Yhteensä kg	724,9493	777,8378	754,5667	1254,283	1230,519	1357,665

### *Säilörehun keskimääräinen kulutus eri koeryhmissä.*

Kuukausi	Ruokinta1	Ruokinta2	Ruokinta3	Ruokinta4	Ruokinta5	Ruokinta6
1	43,426	58,069	28,19	26,024	43,616	18,165
2	56,873	75,013	39,315	41,337	57,471	24,881
3	86,44	99,623	60,461	69,944	85,782	42,755
4	109,333	122,015	82,375	91,78	105,445	57,613
5	121,657	141,451	94,554	100,087	118,17	64,972
6	138,05	154,492	100,426	108,175	127,912	66,097
7	147,526	167,591	112,206	118,14	144,477	75,344
8	154,214	173,316	118,628	118,795	154,434	79,682
9	146,199	170,673	117,921	120,697	139,58	100,424
10	173,467	161,55	160,387	139,984	128,078	151,552
11	183,673	146,784	200,872	139,537	116,572	165,526
12	183,302	133,375	215,621	146,699	103,207	171,88
13	186,139	118,823	225,378	149,309	102,483	173,77
14	174,655	125,232	211,681	90,24493	87,477	148,952
15	173,755	136,468	215,936	0	38,12679	78,33707
16	19,28818	103,4843	177,6397	0	0	0
Yhteensä kg ka	2097,997	2087,959	2161,591	1460,753	1552,831	1419,95
Yhteensä Ry	1951,137	1941,802	2010,279	1358,5	1444,133	1320,554

*Rypsirouheen keskimääräinen kulutus eri koeryhmissä.*

Kuukausi	Ruokinta1	Ruokinta2	Ruokinta3	Ruokinta4	Ruokinta5	Ruokinta6
1	12,274	12,291	12,267	12,22	12,29	11,652
2	12,479	12,489	12,217	12,469	12,463	12,039
3	11,99	12,489	12,383	12,444	12,293	12,119
4	11,612	12,346	12,279	12,266	11,796	12,22
Yhteensä kg ka	48,355	49,615	49,146	49,399	48,842	48,03
Yhteensä kg	54,20964	55,6222	55,09641	55,38004	54,75561	53,84529

### Liite 3.

*Säilörehun ja tuorerehun keskimääräinen kulutus koeryhmissä kuukaudessa (ry/kuukausi).*

<b>Kuukausi</b>	<b>Ruokinta1</b>				
tammi 1)	40,39	huhti 1)	40,39	elo 2)	40,39
helmi 1)	52,89	touko 1)	52,89	syys 2)	52,89
maalis 1)	80,39	kesä 2)	80,39	loka 1)	80,39
huhti 1)	101,68	heinä 2)	101,68	marras 1)	101,68
touko 1)	113,14	elo 2)	113,14	joulu 1)	113,14
kesä 2)	128,39	syys 2)	128,39	tammi 1)	128,39
heinä 2)	137,20	loka 1)	137,20	helmi 1)	137,20
elo 2)	143,42	marras 1)	143,42	maalis 1)	143,42
syys 2)	135,97	joulu 1)	135,97	huhti 1)	135,97
loka 1)	161,32	tammi 1)	161,32	touko 1)	161,32
marras 1)	170,82	helmi 1)	170,82	kesä 2)	170,82
joulu 1)	170,47	maalis 1)	170,47	heinä 2)	170,47
tammi 1)	173,11	huhti 1)	173,11	elo 2)	173,11
helmi 1)	162,43	touko 1)	162,43	syys 2)	162,43
maalis 1)	161,59	kesä 2)	161,59	loka 1)	161,59
huhti 1)	17,94	heinä 2)	17,94	marras 1)	17,94
Säilörehu 1)	1406,17	Säilörehu 1)	1348,01	Säilörehu 1)	1181,03
Tuorerehu 2)	544,97	Tuorerehu 2)	603,13	Tuorerehu 2)	770,10

<b>Kuukausi</b>	<b>Ruokinta2</b>				
tammi 1)	54,00	huhti 1)	54,00	elo 2)	54,00
helmi 1)	69,76	touko 1)	69,76	syys 2)	69,76
maalis 1)	92,65	kesä 2)	92,65	loka 1)	92,65
huhti 1)	113,47	heinä 2)	113,47	marras 1)	113,47
touko 1)	131,55	elo 2)	131,55	joulu 1)	131,55
kesä 2)	143,68	syys 2)	143,68	tammi 1)	143,68
heinä 2)	155,86	loka 1)	155,86	helmi 1)	155,86
elo 2)	161,18	marras 1)	161,18	maalis 1)	161,18
syys 2)	158,73	joulu 1)	158,73	huhti 1)	158,73
loka 1)	150,24	tammi 1)	150,24	touko 1)	150,24
marras 1)	136,51	helmi 1)	136,51	kesä 2)	136,51
joulu 1)	124,04	maalis 1)	124,04	heinä 2)	124,04
tammi 1)	110,51	huhti 1)	110,51	elo 2)	110,51
helmi 1)	116,47	touko 1)	116,47	syys 2)	116,47
maalis 1)	126,92	kesä 2)	126,92	loka 1)	126,92
huhti 1)	96,24	heinä 2)	96,24	marras 1)	96,24
Säilörehu 1)	1322,36	Säilörehu 1)	1237,30	Säilörehu 1)	1330,52
Tuorerehu 2)	619,45	Tuorerehu 2)	704,51	Tuorerehu 2)	611,29



<b>Kuukausi</b>	<b>Ruokinta3</b>				
tammi 1)	26,22	huhti 1)	26,22	elo 2)	26,22
helmi 1)	36,56	touko 1)	36,56	syys 2)	36,56
maalis 1)	56,23	kesä 2)	56,23	loka 1)	56,23
huhti 1)	76,61	heinä 2)	76,61	marras 1)	76,61
touko 1)	87,94	elo 2)	87,94	joulu 1)	87,94
kesä 2)	93,40	syys 2)	93,40	tammi 1)	93,40
heinä 2)	104,35	loka 1)	104,35	helmi 1)	104,35
elo 2)	110,32	marras 1)	110,32	maalis 1)	110,32
syys 2)	109,67	joulu 1)	109,67	huhti 1)	109,67
loka 1)	149,16	tammi 1)	149,16	touko 1)	149,16
marras 1)	186,81	helmi 1)	186,81	kesä 2)	186,81
joulu 1)	200,53	maalis 1)	200,53	heinä 2)	200,53
tammi 1)	209,60	huhti 1)	209,60	elo 2)	209,60
helmi 1)	196,86	touko 1)	196,86	syys 2)	196,86
maalis 1)	200,82	kesä 2)	200,82	loka 1)	200,82
huhti 1)	165,20	heinä 2)	165,20	marras 1)	165,20
Säilörehu 1)	1592,54	Säilörehu 1)	1330,09	Säilörehu 1)	1153,70
Tuorerehu 2)	417,74	Tuorerehu 2)	680,19	Tuorerehu 2)	856,58

<b>Kuukausi</b>	<b>Ruokinta4</b>				
tammi 1)	24,20232	huhti 1)	24,20232	elo 2)	24,20232
helmi 1)	38,44341	touko 1)	38,44341	syys 2)	38,44341
maalis 1)	65,04792	kesä 2)	65,04792	loka 1)	65,04792
huhti 1)	85,3554	heinä 2)	85,3554	marras 1)	85,3554
touko 1)	93,08091	elo 2)	93,08091	joulu 1)	93,08091
kesä 2)	100,60275	syys 2)	100,60275	tammi 1)	100,60275
heinä 2)	109,8702	loka 1)	109,8702	helmi 1)	109,8702
elo 2)	110,47935	marras 1)	110,47935	maalis 1)	110,47935
syys 2)	112,24821	joulu 1)	112,24821	huhti 1)	112,24821
loka 1)	130,18512	tammi 1)	130,18512	touko 1)	130,18512
marras 1)	129,76941	helmi 1)	129,76941	kesä 2)	129,76941
joulu 1)	136,43007	maalis 1)	136,43007	heinä 2)	136,43007
tammi 1)	138,85737	huhti 1)	138,85737	elo 2)	138,85737
helmi 1)	83,92778357	touko 1)	83,92778357	syys 2)	83,92778357
Säilörehu 1)	925,2997136	Säilörehu 1)	1014,413244	Säilörehu 1)	806,86986
Tuorerehu 2)	433,20051	Tuorerehu 2)	344,08698	Tuorerehu 2)	51,6303636

<b>Kuukausi</b>	<b>Ruokinta5</b>				
tammi 1)	40,56288	huhti 1)	40,56288	elo 2)	40,56288
helmi 1)	53,44803	touko 1)	53,44803	syys 2)	53,44803
maalisk 1)	79,77726	kesä 2)	79,77726	loka 1)	79,77726
huhti 1)	98,06385	heinä 2)	98,06385	marras 1)	98,06385
touko 1)	109,8981	elo 2)	109,8981	joulu 1)	109,8981
kesä 2)	118,95816	syys 2)	118,95816	tammi 1)	118,95816
heinä 2)	134,36361	loka 1)	134,36361	helmi 1)	134,36361
elo 2)	143,62362	marras 1)	143,62362	maalisk 1)	143,62362
syys 2)	129,8094	joulu 1)	129,8094	huhti 1)	129,8094
loka 1)	119,11254	tammi 1)	119,11254	touko 1)	119,11254
marras 1)	108,41196	helmi 1)	108,41196	kesä 2)	108,41196
joulu 1)	95,98251	maalisk 1)	95,98251	heinä 2)	95,98251
tammi 1)	95,30919	huhti 1)	95,30919	elo 2)	95,30919
helmi 1)	81,35361	touko 1)	81,35361	syys 2)	81,35361
maalisk 1)	35,45791071	kesä 2)	35,45791071	loka 1)	35,45791071
Säilörehu 1)	917,3778407	Säilörehu 1)	1001,97735	Säilörehu 1)	69,0644507
Tuorerehu 2)	526,75479	Tuorerehu 2)	442,1552807	Tuorerehu 2)	475,06818

<b>Kuukausi</b>	<b>Ruokinta6</b>				
tammi 1)	16,89345	huhti 1)	16,89345	elo 2)	16,89345
helmi 1)	23,13933	touko 1)	23,13933	syys 2)	23,13933
maalisk 1)	39,76215	kesä 2)	39,76215	loka 1)	39,76215
huhti 1)	53,58009	heinä 2)	53,58009	marras 1)	53,58009
touko 1)	60,42396	elo 2)	60,42396	joulu 1)	60,42396
kesä 2)	61,47021	syys 2)	61,47021	tammi 1)	61,47021
heinä 2)	70,06992	loka 1)	70,06992	helmi 1)	70,06992
elo 2)	74,10426	marras 1)	74,10426	maalisk 1)	74,10426
syys 2)	93,39432	joulu 1)	93,39432	huhti 1)	93,39432
loka 1)	140,94336	tammi 1)	140,94336	touko 1)	140,94336
marras 1)	153,93918	helmi 1)	153,93918	kesä 2)	153,93918
joulu 1)	159,8484	maalisk 1)	159,8484	heinä 2)	159,8484
tammi 1)	161,6061	huhti 1)	161,6061	elo 2)	161,6061
helmi 1)	138,52536	touko 1)	138,52536	syys 2)	138,52536
maalisk 1)	72,85347643	kesä 2)	72,85347643	loka 1)	72,85347643
Säilörehu 1)	1021,514856	Säilörehu 1)	1032,46368	Säilörehu 1)	66,6017464
Tuorerehu 2)	299,03871	Tuorerehu 2)	288,0898864	Tuorerehu 2)	653,95182

## **Ruokinnan vaikutus naudanlihantuotannon kannattavuuteen**

Veli-Pekka Nissi, Marketta Rinne & Kyösti Pietola

### **The effects of alternative feeding ratios on the returns to beef production**

**Abstract.** This study compares the effects of alternative feeding ratios on the returns to beef production in Finland. The comparisons focus on the amount of industrially processed feeds, having high energy content, and quality of silage. The goal was to estimate the Marginal Value Products (MVP) for convertible energy component in the feed and digestibility of silage. The data are from the feeding experiments of the Agricultural Research Centre.

Daily animal growth was the highest in the animal group having the second highest amount of industrially processed feed. This amount was 36-44 % of the dry matter of the total feed. But under the current feed and meat prices the highest net returns were obtained at the highest level of industrially processed feed in the sample (47-75 % of the dry matter).

The MVP for a MJ of convertible energy was estimated at FIM 0,143. For example, the MVP for barley, a basic energy feed, is estimated at FIM 1,67, which clearly exceeds the price of barley. The result suggests that, around the amount of energy feed in the sample, it is profitable to increase energy in the feeding ratios.

The marginal returns to a 1 % increase in the digestibility of silage was estimated at FIM 0,09. The value difference between the lowest quality silage and the highest quality silage in the sample was estimated at FIM 1,2. Because the production costs of silage do not substantially depend on the quality of the silage, there is potential for increasing the returns to beef production by putting effort to increasing the quality of silage.

---

**Index words:** Beef production, feeding ratios, energy, digestibility of silage, marginal value products

---

# 1. Johdanto

Naudanlihaa tuotetaan Suomessa lypsykarjatiloiilla, välitysvasikkatiloilla ja emolehmätiloilla. Teuraaksi kasvatettavista sonneista ja hiehoista puolet kasvatettiin 1996 lypsykarjatiloiilla ja puolet naudanlihantuotantoon erikoistuneilla tiloilla (Kallinen ja Heikkilä 1997). Tässä tutkimuksessa keskitytään pelkästään maitorotuisten sonnien kasvattamiseen perustuvaan naudanlihantuotantoon, koska emolehmätilojen merkitys naudanlihantuotannossa on vähäinen.

Suomen liittyminen EU:n jäseneksi muutti voimakkaasti naudanlihantuotannon toimintaympäristöä. EU:iin liittymisen jälkeen naudanlihan tuottajahinta laski noin 50 % (Kettunen 1996). Tuotantopanosten hinnat laskivat puolestaan 18 % vuoden 1994 syksystä vuoden 1995 vastaavaan ajankohtaan mennessä (MMM 1996a). Tuotteista saatavaa hinnanalennusta korvattiin pinta-alaperusteisilla ja eläinkohtaisilla tuilla, jotka muodostuvat EU:n ja Suomen kansallisesti rahoittamista tuista. Tuotteiden ja tuotantopanosten keskinäisten hintasuhteiden muuttuminen aiheutti voimakkaan tarpeen tuotannon uudelleen järjestämiseen pyritäessä taloudellisesti optimaaliseen tuotantoon. Myös toisiaan korvaavien tuotantopanosten keskinäisten hintasuhteiden muutokset aiheuttivat muutoksia tuotantopanosten taloudellisesti järkevässä käytössä.

Suomalaisen naudanlihantuotannon sopeutuminen uuteen markkinaympäristöön on vaikeaa, koska tuotantokustannuksemme ovat keskimäärin korkeammat kuin muissa jäsenmaissa. Korkeammat tuotantokustannukset johtuvat lähinnä pohjoisesta sijainnistamme, joka antaa muille jäsenmaille edun naudanlihantuotannossa Suomeen verrattuna. Toisena syynä korkeisiin tuotantokustannuksiin voidaan pitää Suomen maataloudessa vallitsevaa tuotantorakennetta. Tilat ja eläinmäärät ovat pieniä, mikä johtaa keskimäärin korkeampiin yksikkökohtaisiin tuotantokustannuksiin kuin muissa jäsenmaissa.

Naudanlihantuotantoa jatkavat tilat joutuvat kiinnittämään entistä enemmän huomiota tilan johtamiseen. Tärkeimpänä päämääränä avoimilla markkinoilla on kustannusten pitäminen mahdollisimman alhaisena, koska keskimääräinen katemarginaali laskee pitkällä tähtäimellä naudanlihantuotannon tehostuessa. Kustannustehokkuus on uudessa toimintaympäristössä ainoa keino kilpailukyvyn ja tuotannon kannattavuuden ylläpitämiseksi.

Rehukustannus on suurin yksittäinen kustannuserä naudanlihantuotannossa, joka käsittää keskimäärin 50 % naudanlihan tuotantokustannuksista. Rehukustannuksen pienentämisellä pystytään nopeimmin vaikuttamaan naudanlihantuotannon kannattavuuteen. Naudanlihantuotannossa sama lihatuotos voidaan saavuttaa eri rehuyhdistelmillä. Väki- ja karkearehut eivät ole kuitenkaan toisiaan täydellisesti korvaavia tuotantopanoksia naudan ruuansulatuksen fysiologiasta johtuen, vaan rehuannoksen pitää sisältää aina osittain karkearehua.

Tutkimuksen tavoitteena on vertailla viljelijän päätöksenteon tueksi erilaisen ruokintavaihtoehtojen vaikutuksia taloudelliseen tulokseen nykyisillä hintasuhteilla. Tutkimuksessa selvitetään väkirehun määrän ja nurmisäilörehun sulavuuden vaikutusta päivittäiseen lihatuottoon, johon vaikuttavat eläimen nettopäiväkasvu ja ruhon lihakkuus ja rasvaisuus. Lisäksi verrataan lihatuoton ja siihen tarvittavan rehukustannuksen välistä erotusta väkirehun määrän ja säilörehun sulavuuden vaihdellessa.

## 2. Tutkimuksessa käytetty aineisto

Tutkimusaineisto käsittää 24 Suomessa tehtyä ruokintakoetta, joissa on kasvatettu sonneja. Sonnit ovat joko puhtaita ayrshire- tai friisiläisrotuisia sonneja tai näiden kahden rodun risteytyksiä. Lisäksi otettiin mukaan sonnit, joiden perimästä korkeintaan neljäsosa oli peräisin liharodusta. Ruokintakoe muodostuu aina vähintään kahdesta koeryhmästä, jotka eroavat toisistaan vain tutkittavan ruokinnallisen tekijän suhteen. Koeryhmiä aineistossa on yhteensä 73. Koeryhmien koko vaihtelee 4:stä 24:ään sonniin keskikoon ollessa 13 sonnia.

Tutkimuksessa käytettävä aineisto on tehty kotieläinten ravitsemustieteen tutkimuksia varten. Päättarkoituksena on ollut eri ruokintavaihtoehtojen aikaansaamien responssien eli vasteiden tutkiminen naudalla. Tärkeimpinä vasteina tämän tutkimuksen kannalta voidaan pitää eri ruokinnoilla aikaansaatuja muutoksia päiväkasvuissa, teurasprosentteissa, lihakkuusluokissa ja rasvaisuusluokissa. Kaikissa ruokintakokeissa perusrehuna on ollut nurmisäilörehu, jota eläimet ovat saaneet syödä vapaasti.

Tutkimusaineisto voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan alkuperäisen tutkimustavoitteen mukaan. Ensimmäisessä ryhmässä on tutkittu väkirehumäärän vaikutusta saavutettaviin vasteisiin. Kun väkirehuannosta on suurennettu, eläimet ovat vastaavasti vähentäneet vapaasti tarjotun säilörehun syöntiä. Toisessa ryhmässä naudoille perusrehuna käytetyn nurmisäilörehun sulavuus on ollut erilainen. Mitä varhaisemmassa nurmikasvien kehitysvaiheessa säilörehu korjataan, sen sulavampaa ja valkuaisrikkaampaa se on. Kolmannessa ryhmässä naudoille annetun säilörehun käymislaatu on vaihdellut.

Bondin (1987) mukaan naudan kasvu muistuttaa s-käyrää, kun rehua on vapaasti saatavilla. Kasvuvauhti kiihtyy ennen sukukypsyyttä, hidastuu sen saavuttamisen jälkeen ja loppuu perintötekijöiden määrittämän täysikasvuisuuden jälkeen. Aineistossa oleva informaatio saavutetuista vasteista ja rehunkulutuksesta on ilmoitettu koeajan keskiarvoina, jolloin esim. koko koeajan rehunkulutus on jaettu tasan koepäivien kesken. Tästä johtuen aineiston perusteella aikaansaatava yhteys kasvun ja rehunkulutuksen suhteen on lineaarista. Taloudellista tarkastelua varten mittaustuloksia tulisi olla koko eläimen kasvuajalta, jolloin tuotantoa kuvaavan funktion määrittäminen olisi mahdollista. Ruokintakokeiden keski-

näistä vertailua vaikeuttaa lisäksi eri kokeissa käytettyjen sonnien erilaiset alku- ja loppuikäjakaumat, jolloin sonnien kasvutaipumukset ovat olleet erilaiset riippuen sijainnista kasvukäyrällä. Tätä ilmiötä on pyritty vähentämään jakamalla tutkimusaineisto alkuiän mukaan kolmeen osaan.

Tutkimusaineiston käsittelyssä lihan perushintana on käytetty O2-luokan sonnista vuosina 1995-1996 maksettuja keskiarvohintoja (MMM 1996-1997). Perushintaan on lisätty lihakuudesta aiheutuva tilityshinnan lasku tai nousu. Lihakkuuslisien hinnoittelu perustuu Atria Oy:n hankintaosuuskuntien ja Karjaportti Oy:n kesäkuussa 1997 ilmoittamiin hankintahinnastojen keskiarvoihin, joihin on lisätty kummankin yhtiön arvioima jälkitili jäsenille. Rasvaluokan vaikutusta päivittäiseen lihatuottoon ei voitu ottaa mukaan, koska 16 koeryhmästä puutuivat tulokset. Rehuina aineistossa on käytetty ohraa ja säilörehua. Rehujen hinnat määritettiin seuraavasti: Väkirehun hintana käytettiin markkinoilla 1995-1996 toteutunutta ohran perushintaa 0,683 mk/kg (MMM 1996b), johon lisättiin rahdista 0,065 mk/kg ja jauhatuksesta 0,08 mk/kg aiheutuva kustannus. Kokonaishinta on siis yhteensä 0,828 mk/kg.

Säilörehun tuotantokustannushintana käytettiin kahta arvoa: Ensimmäisessä tuotantokustannuslaskelmassa huomioitiin kaikki tuotantokustannukset, jolloin rehuyksikön hinnaksi saatiin 1,57 mk/ry. Toisessa tuotantokustannuslaskelmassa kustannuksista jätettiin pois peruskoneista kuten traktoreista ja säilörehun varastoista aiheutuvat kiinteät kustannukset, jolloin rehuyksikkökohtaiseksi kustannukseksi muodostui 1,13 mk/ry (Ryhänen ym. 1996). Edellä mainittu jaottelu tehtiin, koska edullisimman rehuyhdistelmän valitseminen lyhyellä aikajänteellä riippuu tilalla jo olemassa olevista peruskoneista ja rakennuksista. Esim. laskettaessa väkirehun ja säilörehun optimaalista suhdetta ruokinnassa, ei jo olemassa olevasta laakasiilosta aiheutuvia kiinteitä kustannuksia kannata laskea säilörehun tuotantokustannuksiksi, ellei kyseiselle varastolle ole muuta käyttöä.

Väki- ja säilörehun tuotantokustannukset vaihtelevat voimakkaasti tilojen kesken. Rehujen keskinäinen hintasuhde ratkaisee pääasiassa niiden taloudellisesti järkevän käytön ruokinnassa. Väkirehu voidaan hinnoitella tilalla aiheutuvien tuotantokustannusten tai markkinoilla määräytyvän hintatason mukaan. Käyttämällä naudoille syötettävän väkirehun hintana markkinahintaa huolimatta siitä onko vilja tuotettu itse vai ostettu pyritään siihen, että rehu hinnoitellaan sen vaihtoehtoiskustannuksen mukaisesti. Naudanlihantuotanto maksaa rehuviljasta saman hinnan kuin viljelijä saisi siitä myydessään sen tilan ulkopuolelle. Näin tilansisäisessä tarkastelussa käsitteet naudanlihantuotannon kannattavuus ja viljanviljelyn kannattavuus voidaan pitää erillään. Mikäli viljan tuotantokustannus tilalla ylittää viljan markkinahinnan, rationaalinen naudanlihantuottaja siirtyy käyttämään ostorehua. Toisaalta mikäli viljan tuotantokustannus on markkinahintaa alhaisempi, on ruokinnassa käytettävän viljan arvo kuitenkin markkinahinnan mukainen, koska viljelijä saa siitä markkinahinnan myydessään sen tilan ulkopuolelle.

Säilörehun kustannuksena ruokinnassa käytetään säilörehun tilakohtaista tuotantokustannusta, koska viljelijä tuottaa tai teettää säilörehun aina itse. Tässä tutkimuksessa käytettävät säilörehun tuotantokustannushinnat perustuvat tiloilla keskimäärin esiintyviin kustannuksiin. Yksittäisillä tiloilla tuotantokustannukset saattavat olla hyvinkin paljon korkeampia tai alhaisempia, joka vaikuttaa ruokinnan taloudelliseen järjestämiseen. Jokaisen tilan on tunnettava omat säilörehun tuotantokustannuksensa ja sovitettava ruokinta niiden mukaan.

### **3. Tulokset**

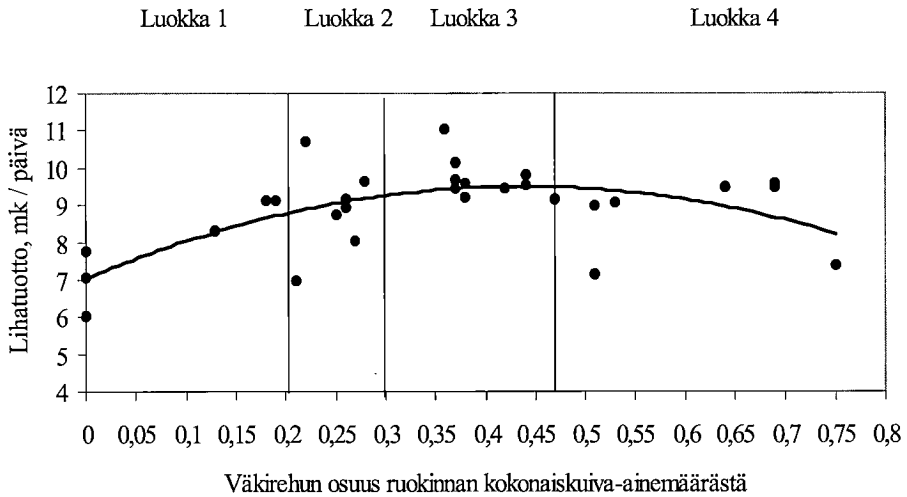
#### **3.1. Yksisuuntaiset varianssianalyysit**

##### **3.1.1. Väkirehumäärän vaikutus lihatuottoon ja rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen**

Väkirehun määrän vaikutusta lihatuottoon ja rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen vertailtiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Aineisto käsitti 30 ruokintaryhmää, jotka jaettiin 4 eri luokkaan. Jakoperusteena käytettiin väkirehumäärän ja kokonaisrehumäärän suhdetta (kg ka). Ensimmäisen luokan muodostivat koeryhmät, joissa käytetyn väkirehumäärän osuus kokonaisrehumäärästä oli 0-19 %. Muiden luokkien vastaavat arvot olivat 21-28 %, 36-44 % ja 47-75 %. Ruokinnan väkirehumäärän noustessa vapaasti tarjolla olevan säilörehun kulutus vähenee. Suhdetta, jolla väkirehumäärän nostaminen vähentää säilörehun kulutusta kutsutaan korvaussuhteeksi. Tässä aineistossa se on 0,65. Ruokinnan väkirehumäärän noustessa yhdellä kuiva-ainekilolla vapaasti tarjolla olevan säilörehun syönti laskee 0,65 kuiva-ainekiloa. Rinteen (1995) mukaan korvaussuhde muodostuu suureksi eikä väkirehun energiasisältö juuri eroa nurmirehun energiasisällöstä, jos nurmirehun D-arvo on korkea.

Eri luokkien lihatuoton keskiarvot muuttuivat väkirehumäärän noustessa seuraavasti: Ensimmäisessä ryhmässä lihatuoton keskiarvo päivää kohti oli 7,75 mk, toisen 9,24 mk, kolmannen 9,77 mk ja neljännen 8,78 mk. Eri väkirehuluokkien väliset erot lihatuotossa noudattavat toisen asteen yhtälömuotoa (kuvio 1). Aluksi lihatuotto kasvaa voimakkaasti väkirehumäärän noustessa kunnes saavutetaan optimitaso, jonka jälkeen väkirehumäärän lisääminen aiheuttaa lihatuoton laskun.

Lihatuotossa oli merkitseviä eroja väkirehuryhmien välillä. Ryhmien välillä ilmenneen kokonaisneliösumman jakautuminen eri trendikomponentteihin näkyy taulukosta 1. Taulukosta havaitaan, että ryhmien välinen neliösumma syntyy lineaarisessa ja toisen asteen trendikomponentissa. Kolmannen asteen trendikomponentilla ei ole aineistossa selitysvoimaa. Väkirehun ja säilörehun keski-



Kuvio 1. Väkirehumäärän kasvun vaikutus lihatuottoon.

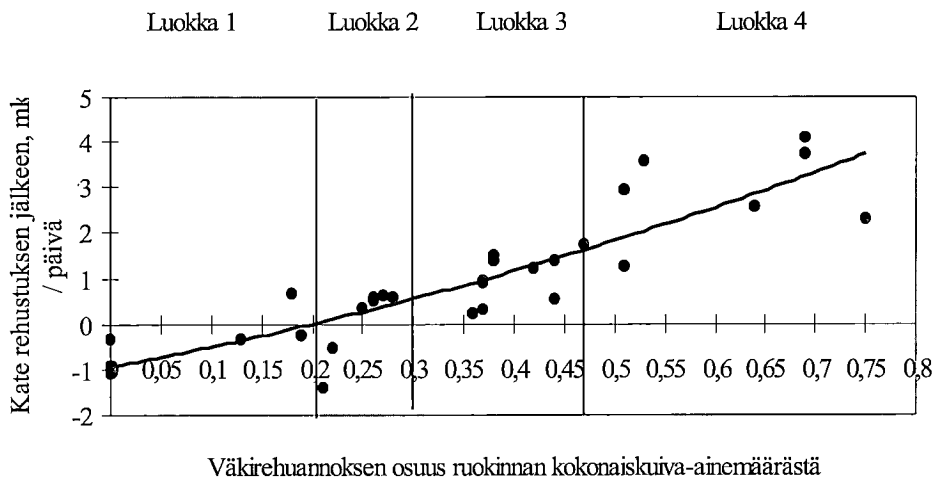
näisellä suhteella ruokinnassa on selvä vaikutus lihatuottoon. Väkirehumäärän osuuden noustessa ruokinnassa lihatuotto nousee tiettyyn pisteeseen asti, jonka jälkeen lihatuotto kääntyy laskuun. Tämän aineiston perusteella suurin lihatuotto saavutetaan kolmannessa väkirehuryhmässä, jossa väkirehumäärän osuus on 36-44 % kokonaisrehumäärästä.

Väkirehun määrän vaikutusta rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen verrattiin niinikään luokittelemalla aineisto väkirehumäärän mukaan. Rehukustannuksen jälkeisiä katteita on kaksi, koska säilörehun tuotantokustannus on laskettu kahdella eri tavalla. Eri luokille saadut katteet ensimmäisessä laskentatavassa (säilörehun tuotantokustannukseen laskettu kaikki kustannukset) olivat seuraavat: Ensimmäisellä luokalla, jolla väkirehumäärä oli alhaisin, muodostui lihatuoton ja rehukustannuksen jälkeiseksi katteeksi -0,52 mk, toisella 0,38 mk,

Taulukko 1. Yksisuuntainen varianssianalyysi lihatuotosta eri väkirehuluokissa

Lihatuotto	Neliösumma	df	Keskineliö	F	p-arvo
Ryhmien sisäinen vaihtelu	16,263	3	5,421	6,677	0,002
Lineaarinen termi	4,432	1	4,432	5,458	0,027
Neliöllinen termi	11,705	1	11,705	14,416	0,010
Kuutiollinen termi	0,127	1	0,127	0,156	0,696
Ryhmien välinen vaihtelu	21,110	26	0,812		
Yhteensä	37,374	29			





Kuvio 2. Väkirehuluokituksen mukainen vaikutus kate 1:een (säilörehun tuotantokustannukseen laskettu kaikki menot).

kolmannella 0,99 mk ja neljännelle 2,77 mk. Kate nousi väkirehumäärän lisääntyessä koeryhmissä. Eri väkirehuluokkien väliset erot lihatuotossa noudattavat ensimmäisen asteen yhtälömuotoa (kuvio 2).

Kate 1:ssä oli eroja eri väkirehuryhmien välillä alle yhden prosentin riskillä. Ryhmien välillä ilmenneen kokonaisneliösumman jakautuminen eri trendikomponentteihin näkyy taulukosta 2. Luokkien välinen neliösumma syntyy lähinnä lineaarisen asteen trendikomponentissa. Toisen ja kolmannen asteen trendikomponentilla ei ole aineistossa selitysvoimaa. Tuloksen mukaan väkirehun ja karkearehun keskinäisellä suhteella ruokinnassa on selvä vaikutus kate 1:een. Väkirehuosuuden noustessa ruokinnassa kate paranee jatkuvasti huolimatta siitä, että lihatuotto kääntyy laskuun väkirehumäärän ylittäessä ruokinnallisen

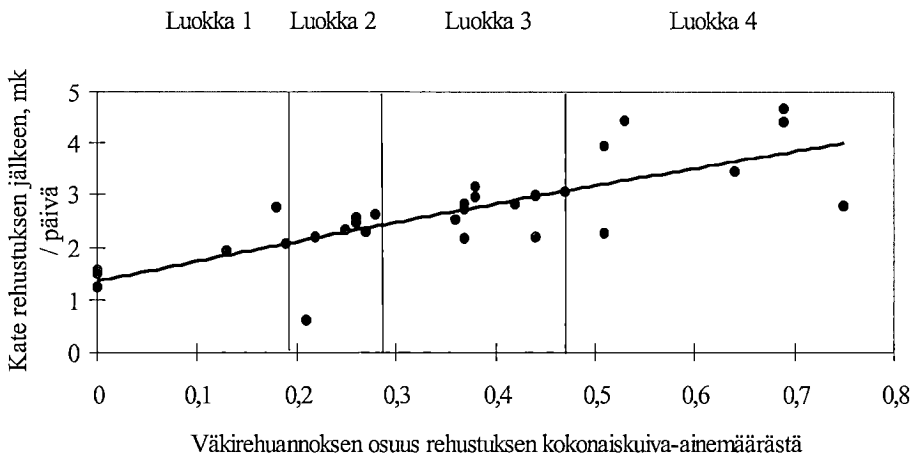
Taulukko 2. Yksisuuntainen varianssianalyysi kate 1:stä eri väkirehumäärillä.

KATE 1	Neliösumma	df	Keskineliö	F	p-arvo
Ryhmien sisäinen vaihtelu	43,787	3	14,596	30,503	0,000
Lineaarinen termi	41,409	1	41,409	86,538	0,000
Neliöllinen termi	1,585	1	1,585	3,312	0,080
Kuutiollinen termi	0,793	1	0,793	1,658	0,209
Ryhmien välinen vaihtelu	12,441	26	0,478		
Yhteensä	56,228	29			

optimin. Tulos johtuu siitä, että huolimatta väkirehun lisäyksestä aiheutuvasta lihatuoton menetyksestä, rehukustannus alenee väkirehumäärää lisättäessä enemmän kuin menetetty lihatuotto. Väkirehun ja säilörehun keskinäinen hintasuhte, verrattuna kummallakin saavutettavaan tuotantovaikutukseen, suosii voimakasta väkirehujen käyttöä.

Eri luokille saadut katteet toisessa laskentatavassa (säilörehun tuotantokustannuksesta on jätetty pois peruskoneista ja varastoista aiheutuvat kiinteät kustannukset) olivat seuraavat: Ensimmäisellä luokalla, jolla väkirehumäärä oli alhaisin, muodostui lihatuoton ja rehukustannuksen jälkeiseksi katteeksi 1,89 mk, toisella 2,22 mk, kolmannella 2,75 mk ja neljännellä 4,05 mk. Kate nousi väkirehumäärän lisääntyessä koeryhmissä, mutta erot olivat huomattavasti pienemmät kuin ensimmäisessä laskentatavassa. Eri väkirehuluokkien väliset erot lihatuotossa ovat lineaarisia (kuvio 3).

Kate 2:ssa oli eroja eri väkirehuluokkien välillä alle yhden prosentin riskillä. Luokkien välillä ilmenneen kokonaisneliösumman jakautuminen eri trendikomponentteihin näkyy taulukosta 3. Luokkien välinen neliösumma syntyy lineaarisen asteen trendikomponentissa. Väkirehun ja säilörehun keskinäisellä suhteella ruokinnassa on selvä vaikutus kate 2:een. Väkirehumäärän suhteellisen osuuden noustessa ruokinnassa kate paranee jatkuvasti huolimatta siitä, että lihatuotto kääntyy laskuun väkirehumäärän ylittäessä ruokinnallisen optimin. Huolimatta siitä, että kate 2:ssa säilörehun tuotantokustannukseen ei ole laskettu kaikkia tuotantokustannuksia, säilörehun ja väkirehun hintasuhte verrattuna kummallakin saavutettavaan tuotantovaikutukseen ei kannusta säilörehun käyttöön laskelmissa käytetyillä rehun hinnoilla.



Kuvio 3. Väkirehuluokituksen mukainen vaikutus kate 2:een (kiinteitä kustannuksia ei ole huomioitu).

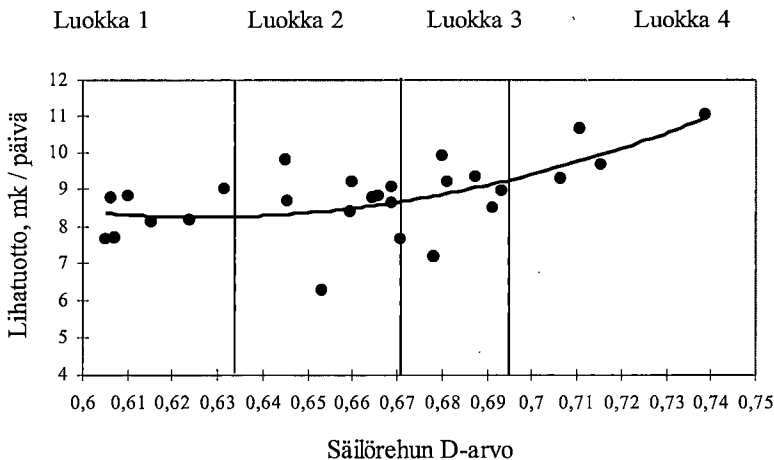
Taulukko 3. Yksisuuntainen varianssianalyysi kate 2:sta eri väkirehumäärillä.

KATE 2	Neliösumma	df	Keskineliö	F	p-arvo
Ryhmien sisäinen vaihtelu	15,084	3	5,028	14,497	0,000
Lineaarinen termi	14,779	1	14,779	42,611	0,000
Neliöllinen termi	0,051	1	0,051	0,146	0,706
Kuutiollinen termi	0,255	1	0,255	0,735	0,399
Ryhmien välinen vaihtelu	9,018	26	0,347		
Yhteensä	24,102	29			

### 3.1.2. Säilörehun D-arvon vaikutus lihatuottoon ja rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen

Säilörehun D-arvon eli sulavuuden vaikutusta lihatuottoon ja rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen vertailtiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Aineisto käsitti 27 eri koeryhmää, jotka jaettiin 4 eri luokkaan säilörehun D-arvon mukaan. Ensimmäisen luokan muodostivat koeryhmät, joissa säilörehun D-arvo oli 60,5 - 63 %. Muiden luokkien vastaavat arvot olivat 64,5 - 66,6 %, 66,9 - 68,8 % ja 69,1 - 73,9 %.

Eri ryhmien lihatuoton keskiarvot muuttuivat säilörehun sulavuuden noustessa seuraavasti: Ensimmäisessä luokassa lihatuoton keskiarvo päivää kohti oli 8,31 mk, toisessa 8,57 mk, kolmannessa 8,72 mk ja neljännessä 9,70 mk. Kuvion 4 ja edellä mainittujen keskiarvotulosten mukaan eri sulavuusluokkien väliset erot lihatuotossa noudattavat lähinnä lineaarista yhtälömuotoa.



Kuvio 4. Säilörehun D-arvon vaikutus lihatuottoon.

*Taulukko 4. Yksisuuntainen varianssianalyysi lihatuotosta eri säilörehun sulavuusluokissa.*

Lihatuotto	Neliösumma	df	Keskineliö	F	p-arvo
Luokkien sisäinen vaihtelu	6,942	3	2,314	2,668	0,072
Lineaarinen termi	6,042	1	6,042	6,968	0,015
Neliöllinen termi	0,884	1	0,884	1,020	0,323
Kuutiollinen termi	0,317	1	0,317	0,365	0,551
Luokkien välinen vaihtelu	19,945	23	0,867		
Yhteensä	26,887	26			

Yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan lihatuotossa oli eroja eri säilörehun sulavuusluokkien välillä 7 prosentin riskillä. Luokkien välillä ilmenneen kokonaisneliösumman jakautuminen eri trendikomponentteihin näkyy taulukosta 4. Luokkien välinen neliösumma syntyi lineaarisessa trendikomponentissa. Toisen ja kolmannen asteen trendikomponenteilla ei ollut aineistossa selitysvaimaa. Säilörehun D-arvon nousulla oli selvä lineaarinen vaikutus lihatuoton kasvuun.

Säilörehun D-arvon vaikutusta rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen verrattiin niinkään luokittelemalla aineisto säilörehun D-arvon mukaan. Eri luokille saadut katteet ensimmäisessä laskentatavassa (säilörehun tuotantokustannukseen laskettu kaikki menot) olivat seuraavat: Ensimmäisellä luokalla, jolla säilörehun D-arvo oli alhaisin, muodostui lihatuoton ja rehukustannuksen jälkeiseksi katteeksi 0,23 mk, toisella 1,42 mk, kolmannella 1,06 mk ja neljännelle 0,91 mk.

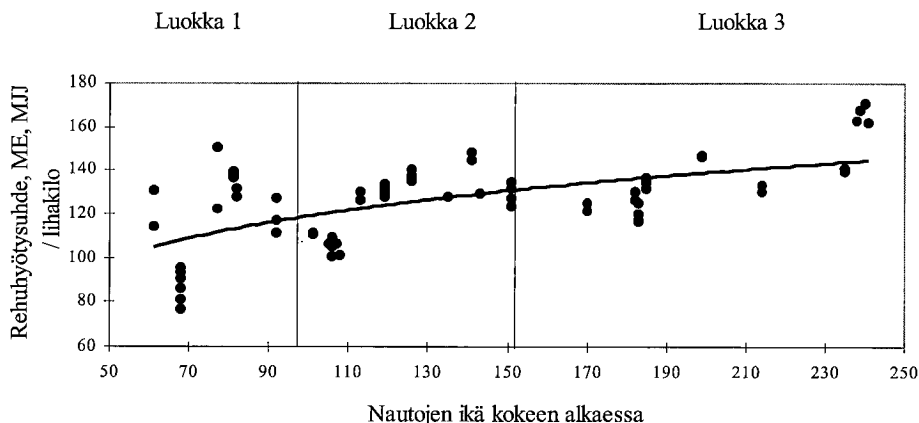
Eri luokille saadut katteet toisessa laskentatavassa (säilörehun tuotantokustannuksesta jätetty pois peruskoneista ja varastoista aiheutuvat kiinteät kustannukset) olivat seuraavat: Ensimmäisellä luokalla, jolla säilörehun D-arvo oli alhaisin, muodostui lihatuoton ja rehukustannuksen jälkeiseksi katteeksi 1,81 mk, toisella 2,86 mk, kolmannella 2,76 mk ja neljännellä 2,71 mk.

Yllä olevat luokkien keskimääräiset katteet eivät nouse säilörehun D-arvon noustessa. Tämä johtuu erilaisista väkirehumääristä eri koeryhmissä. Väkirehumäärän vaikutus rehukustannuksen jälkeiseen katteeseen on niin merkittävä, että säilörehun D-arvon noususta aiheutuva lihatuoton nousu ei näy rehukustannuksen jälkeisessä katteessa. Säilörehun osuus ruokinnasta lisääntyi, kun sen sulavuus parani. Säilörehun D-arvon nousu voi vaikuttaa säilörehun tuotantokustannukseen, jos satotaso muuttuu merkittävästi aikaisemman korjuuajankohdan myötä.

### 3.2. Lihatuottoa kuvaavan regressioyhtälön määrittäminen

Eri ruokintakokeissa käytetyt eläimet olivat varsin eri ikäisiä kokeen alkaessa. Suuren hajonnan takia koeaineisto jaettiin kolmeen osaan, joista ensimmäisen muodostivat alkuiältään 61 - 101 päivän ikäiset eläimet. Tähän luokkaan tuli yhteensä 20 eri koeryhmää. Toisen luokan muodostivat alkuiältään 105 - 151 päivän ikäiset eläimet, joita oli 28 koeryhmää. Kolmannen luokan muodostivat alkuiältään 170 - 250 päivän ikäiset sonnit, joita oli 25 koeryhmää. Lihatuottoon vaikuttavien ruokinnallisten tekijöiden selvittämistä varten määritettiin regressioyhtälö jokaiselle luokalle erikseen. Lihatuottoa selvittäväksi yhtälöksi otettiin COBB-DOUGLAS-mallinen yhtälö.

Aluksi regressioyhtälön selittäviksi muuttujiksi otettiin muuntokelpoisen energian saanti (ME, MJ/päivä), ME:n pitoisuus rehuannoksessa (ME, MJ/kg ka), raakavalkuaisen pitoisuus (RV, kg/kg ka) ja ohutsuolessa imeytyvien aminohappojen pitoisuus (OIV, kg/kg ka). Jokaiselle luokalle kokeiltiin ensiksi kaikki edellä mainitut muuttujat sisältävää yhtälöä, jonka jälkeen osa muuttujista karstittiin. ME:n pitoisuuden avulla selvitettiin ruokinnassa käytetyn väkirehun ja säilörehun keskinäisen suhteen vaikutusta lihatuottoon. Väkirehun määrän lisäys nostaa ME:n pitoisuutta tässä aineistossa, koska yksi kuiva-ainekilo väkirehua sisältää keskimäärin 12,4 ja yksi kuiva-ainekilo säilörehua 10,6 MJ ME:aa. Valkuaismäärän vaikutusta kuvaavia muuttujia mallissa on kaksi, joista kunkin luokan malliin paremmin sopiva jätettiin jäljelle. Säilörehun laatua kuvaavia muuttujia pyrittiin ottamaan mukaan malleihin selittävinä tekijöinä, mutta laadusta aiheutuneet erot eivät olleet merkittäviä. Lisäksi osassa kokeista säilörehun laatua kuvaavat muuttujat puuttuivat.



Kuvio 5. Nautojen koealkuiän vaikutus saavutettavaan rehuhyötysuhteeseen kokeen aikana.

Perusmalli on muotoa:

$$\log Y = \alpha_0 + \alpha_1 \log \beta_1 + \alpha_2 \log \beta_2 + \alpha_3 \log \beta_3 + \alpha_4 \log \beta_4$$

missä, Y = lihatuotto, mk/päivä  
 $\alpha_{0-4}$  = parametrit  
 $\beta_1$  = ME:n saanti, MJ/päivä  
 $\beta_2$  = ME:n pitoisuus rehuannoksessa MJ/kg ka  
 $\beta_3$  = RV:n pitoisuus rehuannoksessa kg/kg ka  
 $\beta_4$  = OIV:n pitoisuus rehuannoksessa kg/kg ka

Taulukko 5. Valittujen muuttujien väliset riippuvuussuhteet.

Korrelaatio	ME, MJ	ME, MJ/kg ka	RV, kg/kg ka	OIV, kg/kg ka
Energiansaanti ME, MJ	1	-0,629	-0,351	0,745
Energiapitoisuus ME, MJ/kg ka	-0,629	1	0,892	-0,799
Raakavalkuaisen pitoisuus kg/kg ka	-0,351	0,892	1	-0,676
OIV:n pitoisuus kg/kg ka	0,745	-0,799	-0,676	1

### 3.2.1. Ikäryhmä 1

Ensimmäistä luokkaa varten, johon kuuluivat kokeiden alkaessa 61 - 101 päivän ikäiset sonnit, estimoitiin kolme regressiomallia. Regressiomallien parametrien estimaatit, p-arvot ja keskihajonnat on esitetty taulukossa 6. Lisäksi taulukossa on kunkin eri regressiomallin antama selitysaste. Regressiomallia määriteltäessä tavoitteena on pyrkiä yhtälöön, jonka selitysaste on korkea mallin ollessa kuitenkin mahdollisimman yksinkertainen. Näistä kolmesta mallista valittiin malli, jossa selittävinä muuttujina olivat ME:n saanti ja OIV:n pitoisuus rehuannoksessa. ME:n pitoisuus ja RV:n pitoisuus rehuannoksessa jätettiin pois, koska niiden selitysaste oli alhainen. Valitun mallin selityksasteeksi saatiin 84 % aineistossa esiintyneestä kokonaisvaihtelusta.

Saadusta yhtälöstä pystytään laskemaan ME:n saannin ja OIV:n pitoisuuden muutoksesta aiheutuvat marginaalivaikutukset päivittäiseen lihatuottoon. Marginaalivaikutukset on laskettu lihatuoton ja rehujen käytön keskiarvoilla:

$$\Delta Y / \Delta ME = \Delta \lg Y / \Delta \lg ME * Y / ME = \alpha_1 * \bar{Y} / \bar{ME}$$

$$\Delta Y / \Delta OIV = \Delta \lg Y / \Delta \lg OIV * Y / OIV = \alpha_4 * \bar{Y} / \bar{OIV}$$

missä, D = erotus  
 Y = lihatuotanto  
 ME = ME:n saanti, MJ/päivä  
 OIV = OIV:n pitoisuus rehuannoksessa kg/kg ka

Yllä olevasta kaavasta laskettuna saadaan yhden ME-yksikön lisäyksen vaikutukseksi lihatuottoon 0,078 mk. Yksi ohrakilo sisältää 11,7 MJ ME:aa, joten siitä saatava marginaalivaikutus on 0,85 mk. Ohran rehukustannuksena rahteineen ja jauhatuksineen tässä tutkimuksessa on käytetty 0,828 mk/kg. Yhden ohrakilon lisäämisestä saatava rajatuotto on siten suurempi kuin siitä aiheutuva rajakustannus, jolloin väkirehun muodossa annettua energiamäärää ruokinnassa kannattaa lisätä. Tässä luokassa ohraa on syötetty sonneille keskimäärin 2,3 kiloa päivää kohti. Aineistossa väkirehun ja säilörehun korvaussuhde on 0,65, väkirehun ME-pitoisuus 13,20 MJ/kg ka ja säilörehun ME pitoisuus 10,60 MJ/kg ka. Lisäämällä väkirehumäärää ruokinnassa esim. yhdellä kuiva-aine-

*Taulukko 6. Ikäryhmälle 1 saadut parametrien estimaatit, t-arvot ja keskihajonnat.*

Muuttuja	Malli A	Malli B	Malli C
$\alpha_0$ (vakio)	4,055	1,951	1,813
p-arvo	0,021	0,047	0,001
keskihajonta	1,571	0,905	0,424
$\alpha_1$ (ME:n saanti)	0,643	0,588	0,576
p-arvo	0,000	0,000	0,000
keskihajonta	0,097	0,095	0,061
$\alpha_2$ (ME:n pitoisuus)	-1,697	-0,092	-
p-arvo	0,151	0,864	-
keskihajonta	-1,121	0,531	-
$\alpha_3$ (RV:n pitoisuus)	-0,437	-	-
p-arvo	0,130	-	-
keskihajonta	0,273	-	-
$\alpha_4$ (OIV:n pitoisuus)	2,743	1,92	1,86
p-arvo	0,003	0,005	0,001
keskihajonta	0,758	0,586	0,46
Selitysaste	0,864	0,841	0,841

kilolla nousee päivittäinen ME:n saanti ruokinnassa 6,3 MJ:lla. Tällä ruokinnan muutoksella aikaansaadaan 0,49 markan lisäys päivittäiseen lihatuottoon.

Säilörehun tuotantokustannus yhtä rehuyksikköä (11,7 MJ) kohti on 1,57 mk tai 1,13 mk aiemmin esitetyistä laskutavoista riippuen. Tässä ryhmässä sonnit ovat syöneet keskimäärin 2,8 rehuyksikköä säilörehua. OIV:n pitoisuuden nousu yhdellä grammalla syötyä kuiva-ainekiloa kohti lisää lihatuottoa 0,167 mk päivässä. Väkirehun OIV:n pitoisuus kuiva-ainekiloa kohti on korkeampi kuin säilörehun, joten väkirehun suhteellisen osuuden lisääminen ruokinnassa lisää ruokinnan OIV:n pitoisuutta rehuannoksessa ja lihatuottoa tätä kautta. Esimerkkitapauksena OIV:n pitoisuuden muutoksen vaikutuksesta lihatuottoon voidaan ottaa ruokintakoe 18, jossa sonnit saivat keskimäärin 70,30 MJ ME:aa, josta 40,02 MJ tuli säilörehusta ja 30,28 MJ tuli väkirehusta. Muuttamalla väkirehun ja säilörehun keskinäistä suhdetta niin, että säilörehun syönnistä saatavaa ME:n määrää korvataan väkirehulla 5,85 MJ, muuttuu ruokinnan OIV:n pitoisuus 91 grammasta 93 grammaan ja päivittäinen lihatuotto nousee 0,33 markalla. Säilörehun lisäämisellä aikaansaatava rajatuotto on pienempi kuin rajakustannus, joten säilörehun muodossa annettavaa energiamäärää kannattaa laskea ja korvata sitä väkirehulla.

### 3.2.2. Ikäryhmä 2

Ikäryhmään 2 kuuluivat kokeiden alkaessa 105 - 151 päivän ikäiset sonnit. Kuten edellä tästä ryhmästä estimoitiin kolme regressiomallia. Regressiomallien parametrien estimaatit, p-arvot ja keskihajonnat on esitetty taulukossa 7. Lisäksi taulukossa on kunkin eri regressiomallin antama selitysaste. Näistä kolmesta mallista valittiin tarkemmin tutkittavaksi malli, jossa selittävinä muuttujina olivat ME:n saanti, ME:n pitoisuus ja RV:n pitoisuus. OIV:n pitoisuus jätettiin pois, koska sen selitysaste oli alhainen. Valitun mallin selitysasteeksi saatiin 67 % esiintyneestä kokonaisvaihtelusta.

Rajatuotokset laskettiin kuten edellä. Yhden ME-yksikön lisäyksen vaikutus lihatuottoon on 0,063 mk. ME:n saannin marginaalivaikutus lihatuottoon on tässä luokassa pienempi kuin ensimmäisessä luokassa, jonka voidaan katsoa johtuvan huonontuneesta rehuhyötysuhteesta koe-eläinten alkuiän kasvaessa. Yhdestä ohrakilosta saatava marginaalivaikutus on 0,74 mk. Yhden ohrakilon lisäämisestä saatava rajatuotto on siten pienempi kuin siitä aiheutuva rajakustannus, jolloin käytettävää energiamäärää ruokinnassa kannattaa vähentää. ME-pitoisuuden marginaalivaikutus lihatuottoon on 1,25 mk eli päivittäinen lihatuotto nousee tämän määrän ME-pitoisuuden noustessa yhden yksikön syötyä kuiva-ainekiloa kohti. Sonnit ovat saaneet tässä ryhmässä keskimäärin 2,5 kg/ka väkirehua ja 3,5 kg/ka säilörehua. Tämän perusteella väkirehun suhteellista osuutta ruokinnassa verrattuna säilörehuun kannattaa nostaa. RV:n pitoisuuden nousu yhdellä grammalla syötyä kuiva-ainekiloa kohti lisää 0,04 mk lihatuottoa päi-



Taulukko 7. Ikäryhmälle 2 saadut parametrien estimaatit ja niiden keskihajonnat.

Muuttuja	Malli A	Malli B	Malli C
$\alpha_0$ (vakio)	-3,460	-1,140	0,752
p-arvo	0,031	0,028	0,001
keskihajonta	1,505	0,488	0,204
$\alpha_1$ (ME:n saanti)	0,514	0,487	0,270
p-arvo	0,000	0,000	0,005
keskihajonta	0,085	0,086	0,087
$\alpha_2$ (ME:n pitoisuus)	2,793	1,622	-
p-arvo	0,002	0,000	-
keskihajonta	0,816	0,395	-
$\alpha_3$ (RV:n pitoisuus)	0,731	0,664	0,356
p-arvo	0,000	0,000	0,011
keskihajonta	0,129	0,126	0,129
$\alpha_4$ (OIV:n pitoisuus)	-1,034	-	-
p-arvo	0,118	-	-
keskihajonta	0,637	-	-
Selitysaste	0,705	0,672	0,441

vässä. Säilörehu sisältää enemmän raakavalkuaista kuin ohra, joten ohran suhteellisen osuuden nostaminen ruokinnassa vähentää lihatuottoa RV:n pitoisuuden laskiessa. Ohran suhteellisen osuuden lisäämisellä ruokinnassa on siis kaksisuuntainen vaikutus lihatuottoon. Energiapitoisuuden nousun myötä lihatuotto lisääntyy, mutta RV:n pitoisuuden laskun myötä se laskee. Ruokinnan energiapitoisuuden nousulla on kuitenkin suurempi vaikutus. Esimerkkitapauksena ME:n määrän, ME:n pitoisuuden ja RV:n pitoisuuden muutosten vaikutuksesta lihatuottoon voidaan ottaa ruokintakoe 1, jossa väkirehumäärää lisättiin 1,54 kg ka:sta 2,92 kg ka:n. Ruokinnan ME:n määrä nousi 8,7 MJ, ME:n pitoisuus 0,421 MJ/kg ka ja RV:n pitoisuus laski -6,3 g/kg ka. Ruokinnan muutoksesta johtuva lihatuoton nousu oli 0,83 mk päivässä, josta ME:n määrän nousu käsitti 0,55 mk, ME:n pitoisuuden 0,53 mk ja RV:n pitoisuuden -0,25 mk.

### 3.2.3. Ikäryhmä 3

Ikäryhmään 3 kuuluivat alkuiältään 170 - 250 päivän ikäiset sonnit. Tästä ikäryhmästä estimoitujen regressiomallien parametrien estimaatit, p-arvot ja keskihajonnat on esitetty taulukossa 8. Lisäksi taulukossa on kunkin eri regressiomallin

Taulukko 8. Ikäryhmälle 3 saadut parametrien estimaatit ja niiden keskihajonnat.

Muuttuja	Malli A	Malli B	Malli C
$\alpha_0$ (vakio)	-1,474	-1,815	-1,548
p-arvo	0,061	0,002	0,002
keskihajonta	0,744	0,504	0,441
$\alpha_1$ (ME:n saanti)	0,586	0,612	0,454
p-arvo	0,008	0,004	0,001
keskihajonta	0,198	0,191	0,123
$\alpha_2$ (ME:n pitoisuus)	1,739	1,768	1,549
p-arvo	0,009	0,007	0,011
keskihajonta	0,606	0,595	0,562
$\alpha_3$ (RV:n pitoisuus)	0,331	0,335	-
p-arvo	0,306	0,293	-
keskihajonta	0,315	0,310	-
$\alpha_4$ (OIV:n pitoisuus)	0,252	-	-
p-arvo	0,536	-	-
keskihajonta	0,400	-	-
Selitysaste	0,816	0,813	0,802

antama selitysaste. Näistä kolmesta mallista valittiin malli, jossa selittävinä muuttujina olivat ME:n saanti ja ME:n pitoisuus. Valkuaisen määrää kuvaavaa muuttujaa malliin ei tullut ollenkaan, niiden pienen selitysvoiman takia. Valitun mallin selitysasteeksi saatiin 80 % esiintyneestä kokonaisvaihtelusta.

Yhden ME-yksikön lisäyksen vaikutukseksi lihatuottoon saatiin 0,052 mk. ME:n saannin marginaalivaikutus lihatuottoon on tässä ryhmässä pienempi kuin ensimmäisessä ja toisessa ryhmässä, jonka voidaan katsoa johtuvan huonontuneesta rehuhyötysuhteesta koe-eläinten alkuiän kasvaessa. Yhdestä ohrakilosta saatava marginaalivaikutus on 0,61 mk. Yhden ohrakilon lisäämisestä saatava rajatuotto on siten pienempi kuin siitä aiheutuva rajakustannus, jolloin ME:n määrää ruokinnassa kannattaa vähentää. ME:n pitoisuuden marginaali-vaikutus lihatuottoon on 1,18 mk. ME:n pitoisuuden vaikutus lihatuottoon ei ole yhtä voimakas kuin toisessa ryhmässä, mutta väkirehun suhteellista osuutta ruokinnassa verrattuna säilörehuun kannattaa tässäkin ryhmässä nostaa. Sonnit ovat saaneet tässä ikäryhmässä keskimäärin 1,74 kg/ka väkirehua ja 4,77 kg/ka säilörehua.

### 3.3. Regressioyhtälön määrittäminen ruokintakokeen koeryhmiä vertailemalla

Tutkimuksessa käytettävä aineisto muodostuu ruokintakokeista, joissa koe-eläimien alku- ja loppuikä vaihtelevat paljon. Tämän takia eri ruokintakokeet eivät ole keskenään vertailukelpoisia kasvutuloksiltaan ja rehuhyötysuhteeltaan, koska eläimen kasvuominaisuudet vaihtelevat fysiologisen iän mukaan. Tämän ilmiön vaikutuksia on aikaisemmin vähennetty jakamalla tutkimusaineisto nautan koealkuiän mukaan kolmeen luokkaan. Kullekin ikäryhmälle on estimoitu oma lihatuottoa kuvaava regressiofunktio.

Jokaisessa erillisessä ruokintakokeessa on kuitenkin alku- ja loppuikänsä samanlaiset vertailuryhmät. Laskemalla näistä vertailuryhmistä lihatuoton erotus ja sen saavuttamiseen käytetyt ruokinnan määrää ja laatua kuvaavien muuttujien erot, voidaan määrittää lihatuoton erotusta kuvaava regressiofunktio. Menetelmän etuna on se, että näin pystytään poistamaan ruokintakokeiden erilaisien alku- ja loppuikäiden ja muiden aikaan lineaarisesti sidottujen tekijöiden vaikutus aineistossa esiintyvistä kokonaisvaihtelusta. Aineisto jaettiin kahteen luokkaan tutkitun ruokinnallisen muuttujan mukaan, joita olivat väkirehumäärä ja säilörehun D-arvo.

#### 3.3.1. Väkirehumäärän vaikutus lihatuottoon

Aineisto käsitti 11 ruokintakoetta, joissa väkirehun määrän vaikutusta kasvutuloksiin oli tutkittu. Näistä ruokintakokeista pystyttiin muodostamaan 13 vertailuparia, koska kahdessa ruokintakokeessa koeryhmiä oli kolme. Ruokintakokeiden koeryhmien väliset erot on laskettu seuraavan kaavan mukaan:

$$\begin{aligned}
 Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \beta_t^1 + \alpha_2 \beta_t^2 + \alpha_3 \beta_t^3 + \alpha_4 \beta_t^4 + \alpha_5 \beta_t^5 + \varepsilon_t \\
 Y_{t+1} &= \alpha_0 + \alpha_1 \beta_{t+1}^1 + \alpha_2 \beta_{t+1}^2 + \alpha_3 \beta_{t+1}^3 + \alpha_4 \beta_{t+1}^4 + \alpha_5 \beta_{t+1}^5 + \varepsilon_{t+1} \\
 \hline
 \Delta Y_t &= \alpha_1 (\beta_{t+1}^1 - \beta_t^1) + \alpha_2 (\beta_{t+1}^2 - \beta_t^2) + \alpha_3 (\beta_{t+1}^3 - \beta_t^3) + \alpha_4 (\beta_{t+1}^4 - \beta_t^4) + \alpha_5 + u_t \quad \Rightarrow \\
 \Delta Y_t &= \alpha^1_0 + \alpha_1 \Delta \beta_t^1 + \alpha_2 \Delta \beta_t^2 + \alpha_3 \Delta \beta_t^3 + \alpha_4 \Delta \beta_t^4 + u_t
 \end{aligned}$$

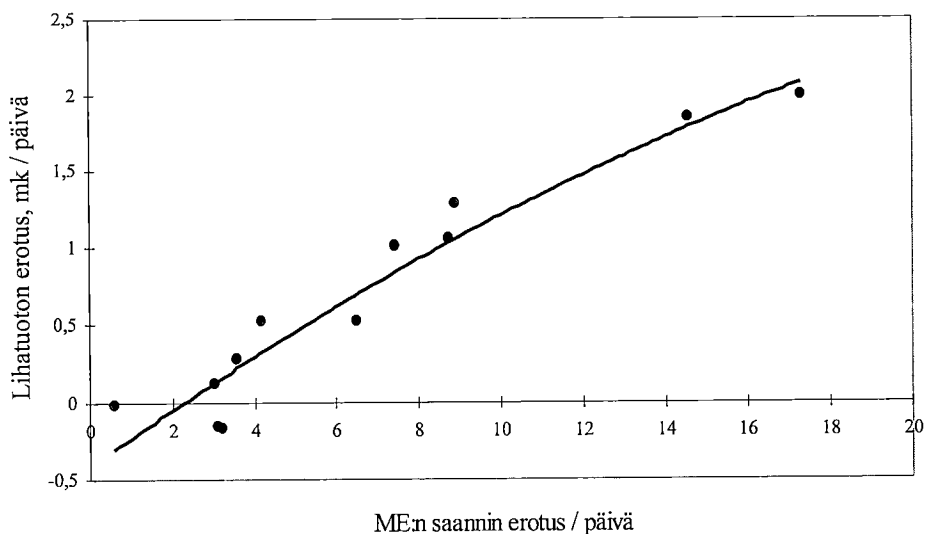
missä,  $\Delta Y_t$  = lihatuoton erotus (mk/päivä)  
 $\Delta \beta_t^1$  = ME:n saannin erotus (ME, MJ/päivä)  
 $\Delta \beta_t^2$  = ME:a pitoisuuden erotus (ME, MJ/kg ka)  
 $\Delta \beta_t^3$  = RV:n pitoisuuden erotus rehuannoksessa (RV, kg/kg ka)  
 $\Delta \beta_t^4$  = OIV:n pitoisuuden erotus rehuannoksessa (OIV, kg/kg ka)  
 $\Delta \beta_t^5$  = alkuikä = 0

Aluksi regressioyhtälön selittäviksi muuttujiksi otettiin ME:n saannin erotus, ME:n pitoisuuden erotus, RV:n pitoisuuden erotus ja OIV:n pitoisuuden erotus, joista valittiin malliin parhaiten sopivat muuttujat. Regressiomallien parametrien estimaatit, p-arvot ja keskihajonnat on esitetty taulukossa 9. Malliksi valittiin yhtälö, johon selittäväksi muuttujaksi tuli ME:n saannin erotus.

Malli on muotoa:

$$\Delta Y_t = -0,284 + 0,143\Delta\beta_t^1$$

Saadusta yhtälöstä pystytään laskemaan ME:n saannin muutoksesta aiheutuva marginaalivaikutus päivittäiseen lihatuottoon. Yhtälön mukaan saadaan yhden ME-yksikön (ME, MJ) lisäyksen vaikutukseksi lihatuoton erotukseen 0,143 mk. Yksi ohrakilo sisältää 11,7 MJ muuntokelpoista energiaa, joten siitä saatava marginaalivaikutus on 1,67 mk. Yhden ohrakilon lisäämisestä saatava rajatuotto on siten suurempi kuin siitä aiheutuva rajakustannus, jolloin väkirehun muodossa annettua energiamäärää ruokinnassa kannattaa lisätä. Aineistossa väkirehua oli annettu keskimäärin 1,6 kg ka peruskoeryhmille ja 2,5 kg ka vertailukoeryhmille. Väkirehun sisältämä kuiva-ainemäärä oli 26 % koko ruokinnan kuiva-ainemäärästä peruskoeryhmillä ja 39 % vertailukoeryhmillä. Ohran lisäyksestä aiheutuva marginaalitulo on tämän aineiston mukaan suuri. Saatu suuri tulonlisäys ME:n määrää nostamalla perustuu osaltaan peruskoeryhmien varsin maltilliseen ruokintaan.



Kuvio 6. ME:n saannin erotuksen vaikutus lihatuottoon.

*Taulukko 9. Ruokintakokeen koeryhmien erotuksen avulla määritetyn lineaarisen regressiofunktion parametrien estimaatit ja niiden keskihajonnat.*

Muuttuja	Malli A	Malli B	Malli C	Malli D
$\alpha_0$ ( vakio )	-0,893	-0,852	-0,373	-0,284
p-arvo	0,228	0,201	0,023	0,022
keskihajonta	0,683	0,617	0,139	0,106
$\alpha_1$ ( ME:n saannin erotus )	0,122	0,120	0,121	0,143
p-arvo	0,004	0,001	0,001	0,000
keskihajonta	0,030	0,026	0,025	0,013
$\alpha_2$ ( ME:n pitoisuusero )	0,910	0,838	0,603	-
p-arvo	0,291	0,252	0,343	-
keskihajonta	0,805	0,684	0,606	-
$\alpha_3$ ( RV:n pitoisuusero )	0,082	0,075	-	-
p-arvo	0,458	0,446	-	-
keskihajonta	0,104	0,094	-	-
$\alpha_4$ ( OIV:n pitoisuusero )	-12,734	-	-	-
p-arvo	0,844	-	-	-
keskihajonta	62,730	-	-	-
Selitysaste	0,929	0,929	0,924	0,916

Tutkimuksessa käytettyjen panoshintojen mukaan ME:n saannin lisäyksellä saavutettava lihatuoton lisäys kannattaa hankkia lisäämällä väkirehun määrää. Väkirehun määrää ja sen suhteellista osuutta ruokinnassa ei voida kuitenkaan rajattomasti nostaa naudan fysiologiasta riippuen. Näin ollen yhtä tärkeänä tietona voidaan pitää sitä, että säilörehun lisäyksellä saavutettava marginaalivaikutus on suurempi kuin lisäyksestä aiheutuva kustannus tiloilla, joilla säilörehun tuottamiseen tarvittavat varastot ja peruskoneet ovat jo olemassa. Lisäksi on huomioitava, että tässä tutkimuksessa käytetyt tuotantokustannukset on laskettu keskimääräisille tiloille, jolloin parhaimmat tilat tuottavat säilörehun huomattavasti halvemmalla ja niillä säilörehun syötön lisääminen on kannattavaa, vaikka säilörehun tuotantokustannukseen laskettaisiin kaikki kustannukset mukaan.

### **3.3.2. Säilörehun D-arvon vaikutus lihatuottoon**

Aineisto käsitti 10 ruokintakoetta, joissa säilörehun laadun vaikutusta kasvutuloksiin oli tutkittu. Kahdeksassa kokeessa oli tutkittu säilörehun sulavuutta ja

käymislaatua. Kolmessa kokeessa oli tutkittu pelkästään säilörehun käymislaatua, mutta sulavuusarvotkin on ilmoitettu. Näistä ruokintakokeista saatiin 11 vertailuparia, koska yhdessä ruokintakokeessa koeryhmiä oli kolme. Ruokintakokeiden koeryhmien väliset erot on laskettu seuraavan kaavan mukaan:

$$\begin{aligned}
 Y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \beta_t^1 + \alpha_2 \beta_t^2 + \alpha_3 \beta_t^3 + \varepsilon_t \\
 Y_{t+1} &= \alpha_0 + \alpha_1 \beta_{t+1}^1 + \alpha_2 \beta_{t+1}^2 + \alpha_3 \beta_{t+1}^3 + \varepsilon_{t+1} \\
 \hline
 \Delta Y_t &= \alpha_1 (\beta_{t+1}^1 - \beta_t^1) + \alpha_2 (\beta_{t+1}^2 - \beta_t^2) + \alpha_3 + u_t \quad \Rightarrow \\
 \Delta Y_t &= \alpha_1^0 + \alpha_1 \Delta \beta_t^1 + \alpha_2 \Delta \beta_t^2 + u_t
 \end{aligned}$$

missä,  $\Delta Y_t$  = lihatuoton erotus (mk/päivä)  
 $\Delta \beta_t^1$  = kuiva-ainemäärän syönnin erotus (kg ka/päivä)  
 $\Delta \beta_t^2$  = säilörehun D-arvon erotus  
 $\Delta \beta_t^3$  = alkuikä = 0

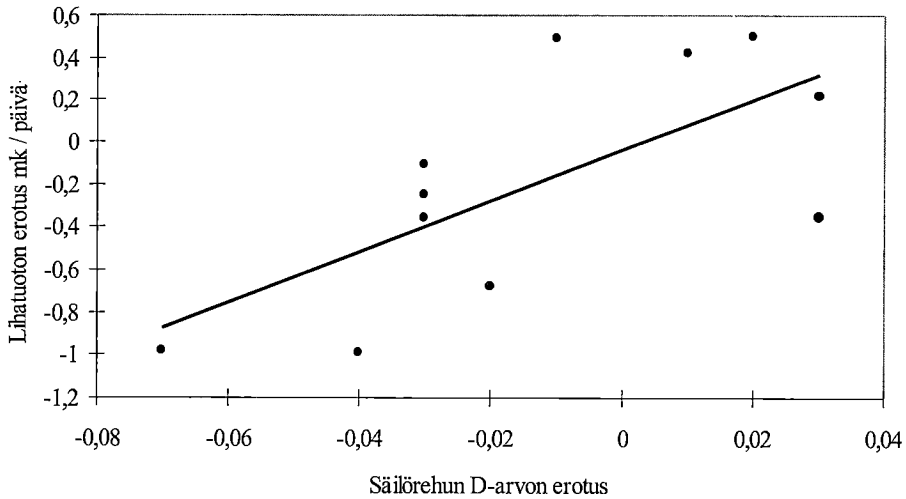
Regressioyhtälön selittäviksi muuttujiksi otettiin kuiva-ainemäärän erotus ja säilörehun D-arvon erotus. Mallin selitysasteeksi tuli 70,4 %.

Malli on muotoa:

$$\Delta Y_t = -0,013 + 1,406 \Delta \beta_t^1 + 9,140 \beta_t^2$$

Saadusta yhtälöstä laskettiin kuiva-ainemäärän syönnin ja säilörehun D-arvon muutoksista aiheutuvat marginaalivaikutukset päivittäiseen lihatuottoon. Yhden kuiva-ainekilon lisäyksen vaikutus lihatuoton erotukseen oli 1,406 mk. Yksi kuiva-ainekilo säilörehua sisältää tässä aineistossa keskimäärin 10,6 MJ ME:aa, joten sen tuotantokustannus on 1,42 mk tai 1,02 mk tuotantokustannusten laskutavasta riippuen. Yhden säilörehukuiva-ainekilon lisäyksestä saatava marginaalitulo 1,406 mk. Säilörehun syötön lisäämisestä saatava marginaalitulo on tuotantokustannusta suurempi, jos tuotantokustannuksiin ei lasketa olemassa olevien varastojen ja peruskoneiden aiheuttamia kiinteitä kustannuksia. Säilörehun lisäyksestä saatava marginaalitulo on huomattavasti pienempi kuin väkirehua käsittelevässä aineistossa. Yhtenä syynä voidaan pitää keskimäärin voimakkaampaa väkirehuruokintaa tässä aineistossa, jolloin väkirehun ja yleensä energian lisäyksestä saatava marginaalitulo laskee vähenevän rajatuoton lain mukaan. Tässä aineistossa sonnit olivat saaneet keskimäärin 2,4 kg ka väkirehua. Väki-  
 rehun sisältämä kuiva-ainemäärä oli 38 % koko ruokinnan kuiva-ainemäärästä sekä peruskoeryhmillä että vertailukoeryhmillä.

Säilörehun D-arvon noustessa yhden prosenttiyksikön päivittäinen lihatuotto nousee aineiston mukaan 0,09 markkaa. Lihatuoton nousu perustuu siihen, että



Kuvio 7. Säilörehun D-arvon erotuksen vaikutus lihatuottoon.

nauta saa syömästään säilörehun kuiva-ainemäärästä enemmän energiaa D-arvon noustessa. Säilörehun D-arvon paranemisesta johtuva päivittäisen lihatuoton lisäys on huomattava, koska se pystytään saavuttamaan ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Säilörehun sulavuuteen merkittävimmin vaikuttava tekijä on korjuuajankohta. Lisäkustannuksena voidaan pitää korkeampaa säilörehun tuotanto-

Taulukko 10. Ruokintakokeen koeryhmien erotuksen avulla määritetyn lineaarisen regressiofunktion parametrien estimaatit ja niiden keskihajonnat.

Muuttuja	Malli A
$\alpha_0$ ( vakio )	-0,013
p-arvo	0,907
keskihajonta	0,110
$\alpha_1$ ( ka-määrän erotus kg ka)	1,406
p-arvo	0,050
keskihajonta	0,608
$\alpha_2$ ( säilörehun D-arvon erotus )	9,140
p-arvo	0,049
keskihajonta	3,942
Selitysaste	0,704

kustannusta, kun säilörehusato korjataan aikaisemmin ja hehtaarisato on pienempi. Aineistossa käytettyjen säilörehujen D-arvot vaihtelevat 61 ja 74 % välillä. Parhaimmalla säilörehulla voidaan saavuttaa 1,2 mk parempi lihatuotto päivässä kuin heikoimmalla säilörehulla. Säilörehun laatuun panostaminen on varmasti helpoin tapa ruokintakustannusten alentamisessa (kuvio 7).

## 4. Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla tuottajan päätöksenteon tueksi erilaisten ruokintavaihtoehtojen vaikutuksia taloudelliseen tulokseen nykyisillä hintasuhhteilla. Tutkimuksessa selvitettiin väkirehun määrän ja nurmisäilörehun laadun vaikutusta taloudelliseen tulokseen. Tutkimusaineistona oli nautojen ruokintakokeita, joissa tiedot saavutetuista vasteista ja rehunkulutuksesta on ilmoitettu koeajan keskiarvoina. Tästä johtuen aineiston perusteella aikaansaattava yhteys kasvun ja rehunkulutuksen suhteen on lineaarista. Ruokintakokeiden keskinäistä vertailua vaikeuttaa lisäksi eri kokeissa käytettyjen sonnien erilaiset alku- ja loppuikäjakaumat, jolloin sonnien kasvutaipumukset ovat olleet erilaiset riippuen sijainnista kasvukäyrällä. Tätä ilmiötä on pyritty vähentämään jakamalla tutkimusaineisto alkuiän mukaan kolmeen osaan ja vertailemalla saman ruokintakokeen koeryhmien välisiä eroja ruokinnassa ja saavutetuissa kasvutuloksissa.

Väkirehun ja nurmisäilörehun keskinäinen hintasuhde ratkaisee pääasiassa niiden taloudellisesti järkevän käytön ruokinnassa. Väkirehun ja säilörehun tuotantokustannukset vaihtelevat voimakkaasti tilojen kesken. Käyttämällä naudoille syötettävän väkirehun hintana markkinahintaa huolimatta siitä onko vilja tuotettu itse vai ostettu, pyrittiin siihen, että naudanlihantuotanto maksaa rehuviljasta juuri saman määrän kuin viljelijä saa myydessään viljan. Näin tilansisäisessä tarkastelussa naudanlihantuotannon kannattavuus ja viljanviljelyn kannattavuus voidaan pitää erillään. Säilörehun kustannuksena ruokinnassa käytetään säilörehun tilakohtaista tuotantokustannusta, koska viljelijä tuottaa tai teettää säilörehun aina itse. Tässä tutkimuksessa käytettävät säilörehun tuotantokustannushinnat perustuvat tiloilla keskimäärin esiintyviin kustannuksiin. Yksittäisillä tiloilla säilörehun tuotantokustannukset saattavat vaihdella hyvinkin paljon keskimäärin esiintyvistä kustannustasosta, joka vaikuttaa ruokinnan taloudelliseen järjestämiseen. Jokaisen tilan on tunnettava omat säilörehun tuotantokustannuksensa ja sovitettava ruokinta niiden mukaan.

Väkirehumäärän vaikutusta naudanlihantuotannon taloudelliseen tulokseen tutkittiin luokittelemalla aineisto neljään eri luokkaan ja vertailemalla luokkien välisiä eroja yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Luokitteluperusteena käytettiin väkirehun osuutta ruokinnan kokonaiskuiva-ainemäärästä. Ensimmäisen luokan muodostivat koeryhmät, joissa käytetyn väkirehumäärän osuus kokonaisrehumäärästä oli 0-19 %. Muiden luokkien vastaavat arvot olivat 21-28 %, 36-



44 % ja 47-75 %. Päivittäinen lihatuotto nousi kolmanteen luokkaan asti, jossa väkirehun sisältämä kuiva-ainemäärä oli 36-44 %. Neljännessä luokassa lihatuotto kääntyi laskuun

Rehukustannuksen jälkeinen kate nousi väkirehumäärän lisääntyessä huolimatta siitä, että päivittäinen lihatuotto kääntyi laskuun neljännessä väkirehuluokassa. Tulos johtuu siitä, että säilörehun korvaamisesta väkirehulla saavutettava kustannussäästö on lihatuoton alenemista suurempaa tässä tutkimuksessa käytetyillä hintasuhteilla.

Väkirehulisän vaikutusta päivittäiseen lihatuottoon tutkittiin lisäksi laskeamalla saman ruokintakokeen sisältämien koeryhmien välinen erotus päivittäisessä lihatuotossa ja muuntokelpoisen energian määrässä, jolloin lihatuottoon vaikutti ainoastaan väkirehumäärän vaihtuminen koeryhmissä. Lihatuotossa tapahtunutta erotusta selitettiin ME:n saannin erotuksella. Regressioyhtälön mukaan yhden MJ:n lisäys ME-saannissa aiheutti 0,143 markan lisäyksen lihatuotossa eli yhden ohrakilon lisäämisellä saavutettava marginaalivaikutus oli 1,67 markkaa. Ohran lisäyksestä aiheutuva marginaalitulo on tämän aineiston mukaan suuri. Saatu suuri tulonlisäys ME:n saantia nostamalla perustuu osaltaan peruskoeryhmien varsin maltilliseen ruokintaan. Aineistossa väkirehua oli annettu keskimäärin 1,6 kg ka peruskoeryhmille ja 2,5 kg ka vertailukoeryhmille. Väkirehun sisältämä kuiva-ainemäärä oli 26 % koko ruokinnan kuiva-ainemäärästä peruskoeryhmillä ja 39 % vertailukoeryhmillä. Väkirehun ja nurmisäilörehun korvaussuhteen ollessa 0,65 saavutetaan yhden väkirehukilon lisäyksellä ruokinnassa 6,5 MJ:n lisäys ME-saannissa, joka lisää päivittäistä lihatuottoa 0,93 markkaa.

Nurmisäilörehun D-arvon eli sulavuuden vaikutusta naudanlihantuotannon taloudelliseen tulokseen tutkittiin luokittelemalla aineisto neljään eri luokkaan ja vertailemalla luokkien välisiä eroja yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Ensimmäisen luokan muodostivat koeryhmät, joissa käytetyn säilörehun D-arvo oli 60,5-63 %. Muiden luokkien vastaavat arvot olivat 64-66 %, 66-68 % ja 69-73 %. Päivittäisen lihatuoton arvo nousi lineaarisesti nurmisäilörehun D-arvon noustessa.

Nurmisäilörehun D-arvon vaikutusta päivittäiseen lihatuottoon tutkittiin lisäksi laskeamalla saman ruokintakokeen sisältämien koeryhmien välinen erotus päivittäisessä lihatuotossa, syödyssä kuiva-ainemäärässä ja nurmisäilörehun D-arvossa. Saadun regressioyhtälön mukaan Säilörehun D-arvon noustessa yhden prosenttiyksikön päivittäinen lihatuotto nousi aineiston mukaan 0,09 markkaa. Lihatuoton nousu perustuu siihen, että nauta saa syömästään säilörehun kuiva-ainemäärästä enemmän ME:aa D-arvon noustessa. Säilörehun D-arvon paraneemisesta johtuva päivittäisen lihatuoton lisäys on huomattava, koska se pystytään saavuttamaan ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Säilörehun sulavuuteen merkittävimmin vaikuttava tekijä on korjuuajankohta. Lisäkustannuksena voidaan pitää korkeampaa säilörehun tuotantokustannusta, kun säilörehusato korjataan

aikaisemmin ja hehtaarisato on pienempi. Tutkimuksen mukaan parhaimmalla säilörehulla voidaan saavuttaa 1,2 mk parempi lihatuotto päivässä kuin heikoimmalla säilörehulla. Säilörehun laatuun panostaminen on varmasti yksi tapa naudanlihantuotannon kannattavuuden parantamisessa.

## **Kirjallisuus**

- Bondi, A. 1987. Animal nutrition. Lontoo. 539 s.
- Kallinen, A. & Heikkilä, E. 1997. Sian- ja naudanlihan EU-sopeutuminen 1997. Elintarviketieto Oy. Espoo. 88 s.
- Kettunen, L. 1996. Suomen maatalous. Maatal. tal. tutk. lait. tied. n:o 82. Helsinki. 64 s.
- Käytännön maamies. Maatalouskalenteri 1997.
- MMM 1996a. Maatilatilastollinen vuosikirja 1995. STV. Maa- ja metsätalous 1995:5.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 249 s.
- MMM 1996b. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 1996:12. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 32 s.
- MMM 1996-1997. Hintapuntari 1996-1997.
- Rinne, M. 1995. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Maatalouden tutkimuskeskus, tiedote 12/95. Jokioinen. 70 s.
- Ryhänen, M. 1996. Maatalousyrittäjän päätöksenteko. Julkaisussa Ylätalo, M. (toim.). Maatalous yrityksen sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. Helsingin yliopiston tal.tied. lait. julk. 12. Helsinki. 9-23 s.
- Ryhänen, M., Sipiläinen, T. & Seppälä, R. 1996. Liite 6.2. Julkaisussa Ylätalo, M. (toim.). Maatalousyrityksen sopeutuminen EU:ssa vallitseviin hintasuhteisiin. Helsingin yliopiston tal.tied. lait. julk. 12. Helsinki. 9-23 s.

**Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia (tiedonantoja)**  
**Research Reports of the Agricultural Economics Research Institute**

- No 223 Niemi, J. 1998. Agricultural trade relations between ASEAN and the EU. 82 p.
- No 224 Lehtonen, H. 1998. Suomen maatalouden alueellinen sektorimalli. Versio 1.0. 155 s.
- No 225 Lankoski, J. 1998. Linkages between agricultural trade and the environment. 79 p.  
Lankoski, J. 1998. Agricultural trade liberalisation and environmental externalities. 7-31 p.  
Lankoski, J. & Lehtonen, H. 1998. Agricultural policy reforms and environmental quality in Finland: a sector model application. 32-52 p.  
Alanen, L. & Lankoski, J. 1998. Impacts of environmental protection on agricultural trade and competitiveness. 53-73 p.
- No 226 Forsman, S. & Aro, J. 1998. Elintarvikealan maaseutuyritysten keskeiset markkinointikanavat. s. 7-56.  
Kupiainen, T. 1998. Elämästyylit elintarvikkeiden kuluttajasegmentoinnissa. s. 59-136.
- No 227 Haataja, K. 1998. Karjanlannan käytön kannattavuus. 107 s.
- No 228 Miettinen, M. 1998. Maatalouden verotus Saksassa. 187 s.
- No 229 Pietola, K., Lempio, P. & Heikkilä, A.-M. 1998. Kotieläinrakennusinvestointien kannattavuus ja maksuvalmius. 119 s.
- No 230 Ala-Orvola, L. (toim.). 1998. Käyttöomaisuuskirjanpidon uudistus kirjanpito-tiloilla. 73 s.  
Ala-Orvola, L., Rantala, O. & Pietola, K. 1998. Käyttöomaisuuden arvostus- ja poistomenetelmän uudistus maatalouden kannattavuuskirjanpidossa. s. 7-23.  
Valkola, J. 1998. Käyttöomaisuuden arvostus- ja poistomenetelmän muutoksen vaikutus kirjanpito-tilojen tuloksiin. s. 24-73.
- No 231 Rantamäki-Lahtinen, L. 1999. Viljelijöiden eläketurvan taloudellinen tarkastelu. s. 11-75.  
Lehmusvuori, P. 1999. Lomituspalveluihin tehtyjen muutosten vaikutukset kotieläintiloilla. s. 76-168.
- No 232 Lehtonen, H., Linjakumpu, H., Knuutila, M. & Marttila, J. 1999. Maatalouden rakennekehitys vuoteen 2008. 137 s.
- No 233 Virolainen, M. 1999. Hormonilihariita EU:n ja USA:n välillä - SPS-sopimuksen merkitys vapautuvassa maailmankaupassa. 71 s.
- No 234 Myyrä, S. ja Pietola, K. Tuottavuuskehitys Suomen maataloudessa vuosina 1987-97. 57 s.
- No 235 Rantamäki-Lahtinen, L. 1999. Maaseudun pienyritysrekisteri. 84 s.
- No 236 Heikkilä, A.-M. 1999. Poikimävlin pituuden taloudelliset vaikutukset. 54 s.

