

Kevytrakenteinen lammashalli Suomen ilmastossa

Tapani Kivinen ja Eeva Mustonen



Maa- ja elintarviketalous numero 142
48 s.

Kevytrakenteinen lammashalli Suomen ilmastossa

Tapani Kivinen ja Eeva Mustonen

ISBN 978-952-487-231-7 (Verkkojulkaisu)

ISSN 1458-5081 (Verkkojulkaisu)

www.mtt.fi/met/pdf/met142.pdf

Copyright

MTT

Tapani Kivinen ja Eeva Mustonen

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 03400 Vihti

Jakelu ja myynti

MTT Kotieläintuotannon tutkimus, Vihti

Julkaisuvuosi

2009

Kannen kuva

Tapani Kivinen

Kevytrakenteinen lammashalli Suomen ilmastossa

Tapani Kivinen¹⁾ ja Eeva Mustonen²⁾

¹⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Vakolantie 55 03400 Vihti, tapani.kivinen@mtt.fi

²⁾ Helsingin yliosto, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos, Paroninkuja 20, 04920 Saarentaus, eeva.a.mustonen@helsinki.fi

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa selvitettiin uudentyyppisen, muovikatteisen ja teräskaarirakenteisen hallin rakennuskustannukset sekä verrattiin sitä lampolan kasvatuksena tavanomaiseen puurakenteiseen kylmäkasvattamoon. Tutkimus tehtiin talvella 2007-2008 Suomenlahden rannikolla Pernajassa sijaitsevalla lammastilalla. Molemmissa halleissa oli uuhia karitsoineen ja osa toimi verkkiiryhminä. Uuhien ja karitsojen terveydentilaa seurattiin verinäytteiden avulla ja karitsoiden kasvua säännöllisin punnituksin. Kasvatusolosuhteita verrattiin jatkuvalla lämpötila- ja kosteusseurannalla. Rakentamisprosessi dokumentoitiin ja työsuoritteet, materiaalimenekit ja niiden kustannukset eriteltiin.

Tulosten perusteella perinteisen puuhallin ja muovihallin välillä ei ollut olosuhde-eroja sydäntalvella. Keväällä muovihallin päivälämpötiloissa esiintyi voimakkaampia päivävaihteluja ja valoisuus oli suurempaa kuin puuhallissa. Lampaiden terveysindikaattoreissa ei esiintynyt eroja hallien välillä. Päiväkasvut olivat hienokseltaan parempia muovihallissa. Lampaiden terveyden kannalta uusi hallirakenne oli tasavertainen kasvatusala perinteisiin puurakenteisiin kylmäkasvattamoihin verrattuna. Hallin rakennusaika oli noin 4 kuukautta. Kokonaiskustannukset 320 m² kokoiselle rakennukselle olivat 61970 €. Uuhipaikan kustannuksiksi muodostui 380 € Pilottikohteen perusratkaisusta voidaan vielä kehittää teknisesti kevyempiä ja kustannustehokkaampia malleja. Vaihtoehtoisilla perusratkaisuilla uuhipaikan kustannusten voidaan ennustaa laskevan alle 300 €n. Ulkopuolinen ruokintavisiiri yhdistettynä aperuokintavaunun rehujakeluun osoittautui työtekniisesti tehokkaaksi. Visiirin rakennedetaljit olivat toimivia, mutta yksityiskohtia voidaan edelleen kehittää. Myös katemateriaaleiksi on tarjolla laaja kirjo eri paksuisia ja kestoiltaan erilaisia materiaaleja. Näiden valinta on rakentajalle haasteellinen.

Avainsanat: lampolat, eläinsuojat, lammas, karitsat, uuhet, maatalousrakennukset, rakennusmateriaalit, aperuokinta, kaarihalli, akuutin faasin proteiinit

Greenhouse facility as sheep production building in Finnish climate

Tapani Kivinen¹⁾ and Eeva Mustonen²⁾

¹⁾MTT Agrifood Research Finland, Animal Production Research, Vakolantie 55 FI-03400 Vihti, Finland, tapani.kivinen@mtt.fi

²⁾University of Helsinki, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Production Animal Medicine, Paroninkuja 20, FI-04920 Saarentaus, Finland, eeva.a.mustonen@helsinki.fi

Abstract

This project was a comparative research between a conventional wood constructed hall and a new greenhouse-type production hall. The floor area of the new building was 320 m² and the older one 250 m². Both halls were full of ewes with new born and growing lambs. The health indicators did not show any remarkable differences between animals in different halls. The general animal health was good in both groups. Daily weight gain was slightly better in the new greenhouse-type hall. The indoor circumstances were equal in both buildings as far as temperature and humidity is concerned. Daily temperature variation and luminosity was greater in the greenhouse-type hall during the spring months but not during the winter months.

Labour and material inputs were documented in the construction phase. The total project costs were 61970 €. The price for one ewe place was 380 €. This seemed to be at the low-end compared with other sheep production buildings built at the same period. There is a potential to build even cheaper – 300 €/ewe place - if alternative, lighter foundation techniques are utilized. The cover material is the weakest point in the building due to its vulnerability to mechanical strains and slow decay. However there are several choices and thicknesses for cover materials. The outdoor forage delivery has indicated effectiveness with TMR-feeding.

Key words: sheep barn, out-of-season lambing, total mix ratio feeding, feeding trough, metal frame tunnel hall, acute phase proteins

Alkusanat

Tutkimus on ollut yhteistyöprojekti MTT:n kotieläintuotannon tutkimuksen ja Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan kesken. Tutkimuksen keskeisenä yhteistyökumppanina on ollut pernalainen Södra Rönns Gård, jonka aiemmin rakennettu puurakenteinen lammashalli ja hankkeen aikana rakennettu uusi muovihalli toimivat tutkimusalustana.

MTT on toiminut hankkeen koordinoijana sekä koonnut loppuraportin. MTT:ssä tutkimuksen on toteuttanut arkkitehti Tapani Kivinen. Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisestä tiedekunnasta tutkimukseen ovat osallistuneet erikoiseläinlääkäri Eeva Mustonen sekä eläinlääketieteen opiskelijat Anne Kiiskinen ja Marjukka Perttunen. Södra Rönns Gårdin edustajina ovat toimineet Pia ja Samuli Näri.

Tutkimuksen on rahoittanut maa- ja metsätalousministeriön maatilatalouden kehittämisrahasto MAKERA. Tutkimusraha on käytetty pääosin tutkijoiden palkka- ja matkakustannuksiin sekä verinäytteiden analyysikemikaaleihin. Tutkimusrahaa ei ole käytetty tutkimuskohteen rakentamiseen. Rakennuskustannukset on katettu rakennuttajan hankkimalla rahoituksella sekä TE-keskuksen hankkeeseen myöntämällä investointituella. Tutkimus alkoi kesälä 2007, kun muovihallin rakennustyö käynnistyi. Rakennus valmistui marraskuussa 2007, jolloin uuhet karitsoineen muuttivat uusiin kasvatustiloihin. Lampaiden terveystilaa seurattiin samalla kasvatusolosuhteita seurattiin huhtikuuhun 2008 saakka. Tulosten tulkinta ja raportointi on tapahtunut kesän ja syksyn 2008 aikana.

Hankkeen ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Raija Seppänen MMM:stä. Jäseninä toimivat Michael Hornborg MTK:sta, Riitta Sormunen-Cristian MTT:stä, Pia Näri Södra Rönns Gårdista, Ulla Savolainen ProAgria Keskusten liitosta (marraskuuhun 2008 asti) ja hänen seuraajanaan Pia Parikka, Outi Sirola Sirolan tilalta Tohmajärveltä. Ohjausryhmässä oli etäjäsena Birgit Fag (Hushållningssällskapet) Ruotsista ja osallistui kokouksiin ainoastaan sähköpostin välityksellä. Ohjausryhmä kokoontui kaikkiaan 6 kertaa vaikuttamaan hankkeen edistymiseen.

Tutkimusryhmä kiittää rahoittajaa, ohjausryhmän jäseniä sekä taustaorganisaatioita, joiden avulla hanke vietiin menestyksekkäästi läpi.

Vihdissä helmikuussa 2009

Tapani Kivinen
hankkeen vastuullinen johtaja

Sisällysluettelo

1 Johdanto	8
2 Aineisto ja menetelmät.....	9
2.1 Kevytrakenteinen lammashalli	9
2.1.1 Tutkimuskohteen sijainti ja järjestelyt.....	9
2.1.2 Rakennustekninen kuvaus	10
2.1.3 Verrokkihallin tekninen kuvaus	10
2.2 Ympärivuotinen lammaskasvatus.....	11
2.3 Rakennusprosessin seuranta	12
2.3.1 Työmaan tekninen seuranta.....	12
2.3.2 Rakennuskustannusten seuranta	13
2.4 Eläinkokeet.....	14
2.4.1 Kasvatusolosuhteiden seuranta.....	14
2.4.2 Lampailla tehdyt kliiniset kokeet ja painon seuranta	15
2.4.3 Eläinkokeiden tilastollinen käsittely.....	16
3 Tulokset.....	16
3.1 Kevyshallin rakentamisvaiheet	16
3.1.1 Maarakennus ja perustustyöt.....	16
3.1.2 Lattiarakenne	17
3.1.3 Runkorakennusvaihe	19
3.1.4 Ruokintakaukalot	20
3.1.5 Hallin sisätilojen varusteet	21
3.2 Rakennuskustannukset	22
3.2.1 Yleistä kustannuslaskennasta	22
3.2.2 Kustannukset rakennusvaiheiden mukaan.....	23
3.2.3 Kustannukset Talo-2000 nimikkeistön mukaan	23
3.2.4 Mistä kustannukset muodostuivat?	25
3.2.5 Vaihtoehtoisia perustamistapoja.....	25

3.2.6	Lattiarakenne	28
3.3	Kasvatusolosuhteet ja ruokinta.....	29
3.3.1	Kasvatushallien kuivitus	29
3.3.2	Lämpötila ja kosteus vertailuhalleissa.....	30
3.3.3	Ruokintatavan kuvaus	31
3.3.4	Rehut	32
3.4	Lampaiden terveysindikaattorit.....	32
3.4.1	Lampaiden yleinen terveystilanne.....	32
3.4.1.1	Pieni verenk kuva ja glutatationiperoksidaasitulokset	33
3.4.1.2	Akuutin faasin proteiinit infektioidikaattoreina	34
3.4.2	Lampaiden kasvu	35
3.4.3	Teurastiedot.....	36
3.4.4	Johtopäätökset eläinseurannan perusteella.....	38
4	Tulosten tarkastelu	38
4.1	Lampola lampaiden hyvinvoinnin ja terveyden kannalta.....	38
4.2	Kevytrakenteisen hallin kasvatusolosuhteet.....	40
4.3	Kevytrakenteisen hallin tekninen kelpoisuus	41
4.3.1	Perustamistapa.....	41
4.3.2	Teräsrunko.....	41
4.3.3	Katemuovi	42
4.3.4	Ilmanvaihto	42
4.3.5	Siirrettävyys	42
4.4	Kevytrakenteisen hallin käytettävyys.....	43
4.5	Kevytrakenteisen hallin rakennuskustannus	43
4.6	Kevytrakenteisen hallin edullisuus.....	44
4.7	Käyttäjän kokemukset	45
4.8	Tulevaisuuden ratkaisu?.....	46
5	Kirjallisuus.....	48

1 Johdanto

Lampaiden hoito ja lammastalous on Suomessa marginaalisessa asemassa. Tuotanto on pienimuotoista. Aktiivitulojen lukumäärä on 960 kpl. Lammas-tuotannon lihaomavaraisuus on laskutavasta ja vuodenajasta riippuen vain 10 – 30 %. Kuluttajan ja teurastamojen näkökulmasta yksi tuotannon kipupiste on kausiluontoisuus, kun kysyntä ja kulutus eivät kohta. Näiden seikkojen lisäksi lammastuotantotilojen kannattavuus ei kestä kalliita kasvatustilojen rakennusinvestointeja

Lammastaloudessa on suuri kasvupotentiaali, jos tuotannon osatekijät saadaan toimimaan. Lammastuottajilla on selkeä tahtotila nostaa alan tuottavuutta. Uuhien määrä maassamme on nyt noin 57200 kpl ja keskiuuhiluku 60 kpl/tila. Suomen lammasyhdistyksen valtakunnallisena tavoitteena on 150 000 uuhta ja tilakohtaisen eläinmäärän kasvattaminen yli 100 uuehen. Kysynnän tyydyttäminen edellyttää ympärivuotista karitsointia eli karitsanlihan kasvatusta myös talviolosuhteissa. Suuri katras, ympärivuotinen karitsointi, ruokinta, hoito ja sen ammattimainen järjestäminen työteknisesti tehokkaaksi ketjeksi erityisesti talvella vaatii investointeja uusiin tuotantotiloihin ja rehumenetelmiin. Tilat ja työmenetelmät täytyy pystyä toteuttamaan kustannustehokkaasti ja työmäärää selkeästi järkiperaistään samalla kun karitsoiden ja uuhien terveys ja hyvinvointi tulee turvata maamme olosuhteissa.

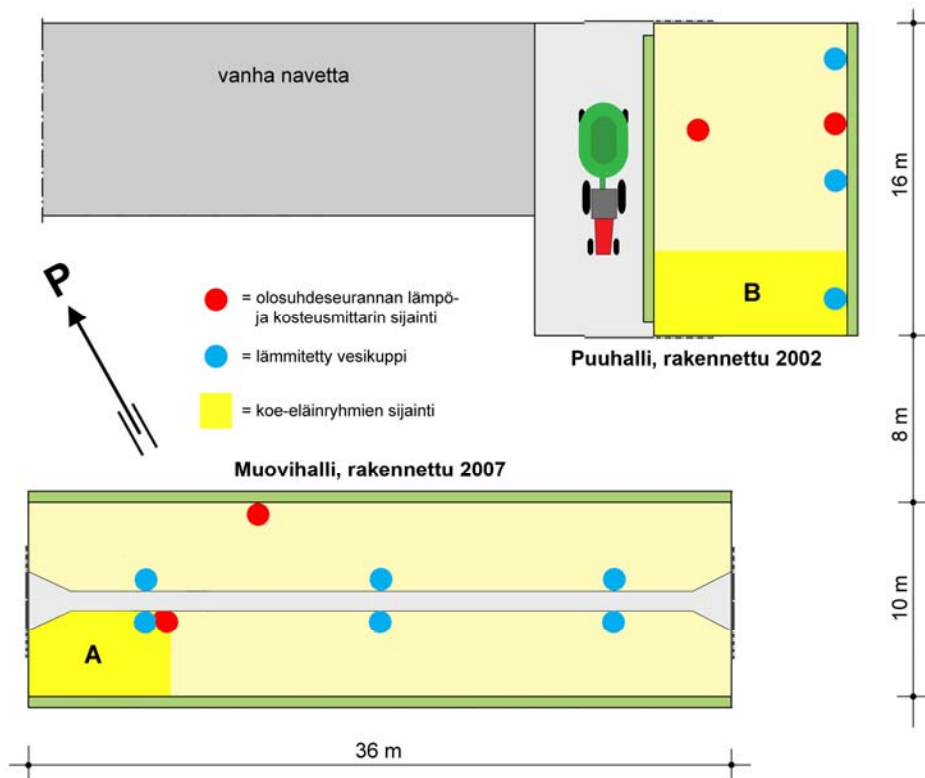
2000-luvulla Suomessa on tehty TE-keskusten maaseutuosastojen myöntämällä investointituella 105 lampolainvestointia, joista uudisrakennuksia on ollut 60 kpl. Eniten investointeja on tehty vuosien 2005–2007 välisenä aikana. Tällä aikajaksolla uudisrakennusten kustannusarvioiden mukainen uuhipaikan kustannus on vaihdellut 200 €:sta 1300 €:oon. Keskiarvokustannus on ollut 585 €/ uuhipaikka. Lammastuotanto ei kestä hintavia investointeja kasvatustiloihin. Haasteita on jalostuksen, ruokinnan ja yleisen tilanhoidon eli managementin kehittämisessä. Tällä seurantatutkimuksella haluttiin selvittää, soveltuuko kevythalli lammaskasvatukseen ja onko sen kustannusrakenne oikeassa suhteessa tuotantokustannuksiin. Tiedon toivotaan palvelevan investointia harkitsevia lampureita sekä rakennusvalvonnasta ja-rahoituksesta vastaavia virkamiehiä.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Kevytrakenteinen lammashalli

2.1.1 Tutkimuskohteen sijainti ja järjestelyt

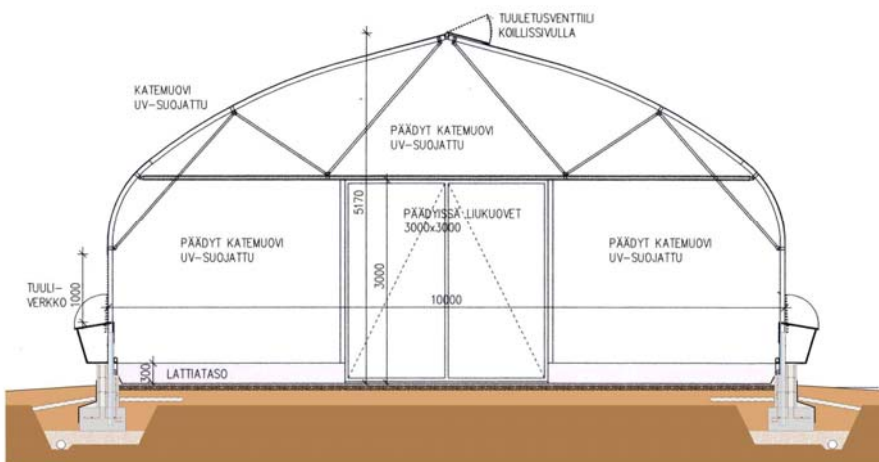
Tutkimuskohde sijaitsi Pernajan kunnassa Södra Rönnäs Gård -tilalla, joka oli erikoistunut lammastuotantoon. Tuotantopihassa oli kolme rakennusta. Vanhassa tiili- ja puurakenteisessa navetassa oli pääasiassa huolto- ja varastotilaa. Navetan jatkeena oli vuonna 2002 rakennettu puurakenteinen lampola, johon mahtui noin 80-90 uuhua karitsoineen. Puurakenteinen lampola oli kooltaan 250 m². Uusi lampola oli rakennettu kulmittain vanhaan lampolaan nähden siten, että traktorilla ja apevaunulla voitiin ajaa rakennusten ympäri ja vaivatta täyttää kaikki ruokintapöydät.



Kuva 1. Vanhemman puuhallin ja uuden muovikatteisen kevythallin keskinäinen sijainti. Koe-eläinryhmä A oli uudessa muovihallissa ja verrokkiryhmä B puuhallissa.

2.1.2 Rakennustekninen kuvaus

Tarkastelun kohteena oli erityisesti lampaiden kasvatukseen tarkoitettu halli. Kantava pysty- ja vaakarunko oli kolminivelkehän ja ristikon sekamuoto, ja rakenneosina toimivat ohuet teräsputket. Seinä- ja kattomateriaalina oli lasikuituvahvistettu ristipunottu läpikuultava muovikate. Rakennuksen yleishahmo vertautui perinteiseen kasvihuoneeseen. Tarkasteltavassa kohteessa perustus oli jatkuva betoniharkkorakenteinen sokkeli, johon teräskaarien juuret oli upotettu jäykiksi tolpparakenteiksi. Lattiamateriaalina oli valuasvaltti. Rakennus oli hollantilaisen Amevo Techniek B.V:n valmistama vakio-ratkaisu. Koekohteeseen se oli ostettu ruotsalaiselta toimittajalta.



Kuva 2. Muovihallin leikkauskuva

2.1.3 Verrokkihallin tekninen kuvaus

Lampaiden kasvatuskokeen verrokkiryhmä sijaitsi vanhemmassa puurakenteisessa lampolassa, joka oli rakennettu 2002. Rakennuksen kantavana pystyrunkona toimivat teräspilarit. Vesikattorakenteena oli liimapuinen primääripalkisto, joka kannatti sahatavarasta tehtyä sekundääripalkistoa. Vesikatteena oli profiilipelti. Seinien verhoilu oli puulautaa. Lattia oli valettua betonilaattaa. Rakennusteknisesti vanha lampola muistutti rakennustavan ja materiaalien kannalta perinteistä maatalouden konehallia.

Rakennus oli alun perin ollut kokonaan täytepohjaperiaatteella toimiva lampola, ja alkuperäinen ruokintametsä oli pyöröpaalihäkki. Ulkoseinän visiiriruokintakaukalo oli rakennettu syksyllä 2006. Vuoden 2007 alussa osa täytepohja-alueesta oli muutettu läpiajettavaksi ja samalla rakennettiin hallin sisälle vaunulla täytettävä ruokintakaukalo.

Puuhallin kerrosala oli 250 m², josta varsinaista eläintilaa 200 m². Rakennuksessa oli lämmitettävät uimurivesikupit (4 kpl) ja ruokintakaukaloa yhteensä 30 m. Täytepohja-alue oli jaettu karsinoiksi siirrettävillä kevytrakenteisilla metalliaidoilla kulloisenkin karitsointi-, eristys- tai kasvatustilanteen edellyttämällä tavalla.



Kuva 3. Puulampolan sisä- ja ulkokuva. (Kuvat: Tapani Kivinen)

2.2 Ympärivuotinen lammaskasvatus

Perinteisesti uuhet karitsoivat kerran vuodessa keväällä. Keväällä syntyneet karitsat myydään teuraskypsinä seuraavana syksynä tai syystalvella. Tuotannon tehokkuutta pyritään lisäämään ympärivuotisella karitsoinnilla. Ympärivuotisessa karitsoinnissa samat uuhet karitsoivat joko kolme kertaa kahdessa vuodessa tai tilan uuhet on jaettu useampaan ryhmään ja eri ryhmät astutetaan tietyin väliajoin eri vuodenaikoina.

Ympärivuotisessa karitsoinnissa on siis useampia astutus-, karitsointi- ja karitsoiden kasvatuskausia. Näin menetellen karitsanlihaa saadaan myyntiin myös pääsiäisesongin ulkopuolella. Ympärivuotisessa karitsoinnissa työ määrä on suurempi kuin kerran vuodessa tapahtuvassa karitsoinnissa. Tuotantotavan valintaa vaikuttavat työvoima, maatilan muiden töiden ajoittuminen sekä lammaskasvatus. Ympärivuotiseen karitsointiin soveltuvat parhaiten suomenlammas ja dorset sekä näiden risteytykset.

Kohdetilan eläinainekasvatus koostuu 50-80 %:sti dorsetin ja suomenlampaan risteytyksistä ja joukossa on joitain texelristeytyksiä. Uusien uuhien tuottamiseen käytettävät pässit ovat suomenlammas-dorset -rotuisia, loppuvaiheen tuotantopässit texel-rotua. Tilalla harjoitetaan ympärivuotista kasvatuskausia, millä pyritään tuottamaan markkinoille karitsanlihaa ympäri vuoden. Uuhet karitsoivat kahtena ryhmänä, yksi ryhmä joulukuussa, toinen ryhmä maaliskuussa. Joulukuussa syntyvät karitsat ovat yksinomaan lihantuotantoon tarkoitettuja kolmiroturisteytyksiä, maaliskuussa syntyvät karitsat ovat osaksi lihantuotantoon, osaksi eläinainekasvatuksen uudistamiseen. Pääsääntöisesti uuhet karitsoivat kerran vuodessa, joskin osa uuhista tiinehtyy tiheämmällä kierrolla. Varsinai-

2.3.2 Rakennuskustannusten seuranta

Rakennuskustannusten toteutumista varten tutkija laati taulukon, joka eteni loogisesti työmaan eri rakennusvaiheiden mukaan. Taulukossa eriteltiin oman työn osuus tunteina, vierastyön osuus sekä tunteina että maksettuina palkkoina, ostopalvelujen sekä itse hankittujen tarvikkeiden hinnat arvonlisäveroineen. Seurantatyössä pyrittiin mahdollisimman suureen tarkkuuteen. Jos esimerkiksi ostetusta sorakuormasta yksi osa meni sokkelin vierustäyttöihin ja toinen osa lattian alusrakenteeksi, näiden prosentuaaliset osuudet arvioitiin kuutiometreinä ja edelleen erien hinnat kohdennettiin asianomaisille riveille. Analyysivaiheessa työmaa-aikainen taulukko muunnettiin Talo-2000 rakennuslaskelmuksen muotoon.

Taulukko 2. Esimerkki työmaavaiheen työ- ja materiaalipanosten keräilytaulukosta.

Lammashallin seuranta	oma työ, tunnit	vierastyö, tunnit ja maksetutu palkat	ostopalvelut alv 22 %	itse maksetut materiaalikulut alv 22 %
Maanrakennus ja raivaus				
pintamaan kuorinta				
uudet täytöt				
vesijohdon asennus				
sähkötilpan siirto ja uusi keskus				
Pohja- ja perustustyöt				
anturakaivu				
anturasepelöinti				
salaojat ja kaivot				
routaeristeet				
eristeiden asennus				
anturalaudoitus				
teräkset ja kiinnikkeet (naulat, ruuvit jne)				
betoniharkot				
betonivalut				
muottien purkaminen				
anturoiden vierustäytöt				
asvaltointi tasaussorastuksineen				
ajopihan pintakerros, viimeistelypinta				
Runko- ja vaipparakenteet				
seinätolpat				
tolppien asennustyö				
kaarit				
kaarien asennustyö				
päätyseinät ja ovet				
muovi				
muovin asennustyö				
verhoseinä				
verhoseinän asennustyö				
Ruokintakaukalon runko				
ruokintakaukalon seinämät ja läppä				
ruokintakaukalon asennustyö				
Kalusteet ja varusteet				
karsina-aidat				
aitojen asennustyö				
juomakupit				
kuppien asennustyö				
sähkötyöt (valaisimet ja niiden asennus)				
loppusiivous				

2.4 Eläinkokeet

2.4.1 Kasvatusolosuhteiden seuranta

Uuhien ja karitsojen kasvuympäristön ominaisuuksista rekisteröitiin lämpötila ja suhteellinen kosteus. Mittaus tapahtui Tinytag Ultra dataloggerilla, joita oli sijoitettu 2 kpl puuhalliin ja 2 kpl muovihalliin. Molemmissa halleissa yksi mittareista oli sijoitettu ulkoseinän sisäpuolelle ja ruokintapöydän yläpuolelle noin 2,2 m korkeuteen paikkaan, josta korvausilmaa virtasi rakennuksen sisään. Toinen mittarisarja oli sijoitettu mahdollisimman lähelle lamppaiden oleskeluvyöhykettä rakennuksen keskialueelle. Yksi mittarisarja oli sijoitettuna entisen navetan pohjoispäättyyn räystäään alle mittamaan todellista ulkolämpötilaa sisäolosuhteiden verrokiksi.



Kuva 4. Lämpötila- ja kosteuslukemien datakeräin eläintilassa. (Kuva: Tapani Kivinen)

Mittaussarja alkoi 14. joulukuuta 2007 ja päättyi 14. huhtikuuta 2008. Datakeräilijä toimi automaattisesti tehden havaintoja 30 minuutin välein. Mittaus-session aikana tiedot purettiin kolmeen eri kertaan tietokoneelle jatkokäsittelyä varten.

2.4.2 Lampailla tehdyt kliiniset kokeet ja painon seuranta

Lammashallihankkeen eläinosuudessa seurattiin marras-joulukuussa karitsoineita uuhia ja niiden karitsoita talven ja kevään ajan karitsojen teurastukseen saakka. Etelä-Suomen lääninhallituksen yhteydessä toimiva eläinlääkärikunta myönsi koejärjestelylle eläinlääkärin (päättös STH761A) ja läänineläinlääkäri Tapani Parviainen tarkasti ja hyväksyi eläinlääkäritilat Södra Rönnäs Gård tilalla. Tutkimusosuuden tavoitteena oli verrata karitsoiden terveyttä ja hyvinvointia kahdessa eri kasvatushallissa; puurakenteisessa lampolassa ja uudessa muovihallissa.

Kesällä 2007 tiinehtyneet 26 uuhia karitsoivat puisessa lampolassa 17.11.–31.12.2007 välisenä aikana. Karitsoinnin jälkeen uuhia karitsoineen siirrettiin joko puu- tai muovihallissa olevaan ryhmään. Eri kasvatushalleissa olevat ryhmät pyrittiin mahdollisuuksien mukaan tasapainottamaan. Puuhallissa kasvatettiin 27 karitsaa, joista ykköskaritsa oli yhdellä, kaksoskaritsat kymmenellä ja kolmoskaritsat kahdella uuhella. Muovihallissa kasvatettiin 28 karitsaa, joista ykköskaritsoita oli kahdella, kaksoskaritsat kuudella ja kolmoskaritsat viidellä uuhella.

Eläinten terveyttä ja hyvinvointia tarkkailtiin päivittäin tuottajan toimesta ja säännöllisillä eläinlääkärien käynneillä. Käyntien yhteydessä uuhilta ja karitsoilta otettiin verinäytteitä, joista analysoitiin pieni verenkuvakuva, tulehdustilaa kuvaavat akuutin faasin proteiinit seerumin amyloidi A (SAA) ja haptoglobiini. Lisäksi valikoiduista näytteistä analysoitiin seleenin saantia kuvaava glutationiperoksidaasi. Karitsoilta pyrittiin ottamaan näytteet noin 3 vrk ja 2 viikon isässä, vieroituksen aikaan ja viikko vieroituksen jälkeen sekä juuri ennen teurastusta. Uuhilta otettiin näytteet ennen karitsointia, karitsoiden ollessa 3 vrk ja 2 viikon ikäisiä sekä karitsoiden vieroituksen yhteydessä sekä vieroituksen jälkeiset näytteet.

Karitsojen kehittymistä seurattiin säännöllisin punnituksin. Karitsat punnittiin karitsoinnin aikaan, viimeistään kolmen vuorokauden iässä, ja sen jälkeen kahden viikon välein teurastukseen saakka. Karitsoilla oli jatkuvasti seosrehua saatavilla eikä karitsoita paastotettu ennen punnituksia.

Verinäytteistä EDTA-verinäytteistä analysoitiin valkosolujen määrä ja haptoglobiini Vet ABC laitteella (Triolab Oy). Akuutin faasin proteiineista seerumin haptoglobiini määritettiin käyttäen mukailtua menetelmää, joka perustuu haptoglobiinin kykyyn sitoutua hemoglobiiniin (Makimura ja Suzuki, 1982). Seerumin amyloidi-A määritettiin epäsuoraa ELISA-menetelmää käyttäen (Phase SAA kit, Tridelta Ltd). Seleenin saantia kuvaava glutationiperoksidaasi analysoitiin modifioidulla Günzlerin menetelmällä (Günzler, 1974).

2.4.3 Eläinkokeiden tilastollinen käsittely

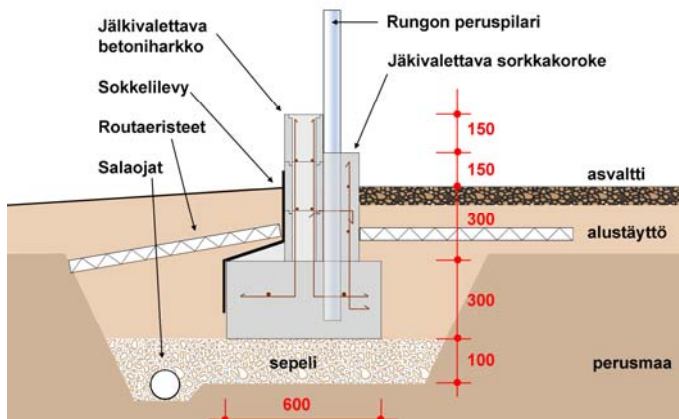
Kasvatushallin vaikutusta karitsoiden elopainon kehitykseen, teurastuloksiin sekä karitsojen ja uuhien veriparametreihin testattiin tilastollisesti lineaarisen regression sekamalleilla. Karitsa ja uuhi olivat kaikissa malleissa satunnais-tekijöitä. Malleissa otettiin huomioon karitsan sukupuoli. Elopaino- ja veriparametrimittauksissa toistomittauksien väli oli eripituinen, joten malleissa käytettiin ”Spatial Exponential Correlation Matrix”-matriksia, joka ottaa huomioon toistomittauksien välisen korrelaation. Sekamalleissa otettiin huomioon uuhien vaikutuksen karitsaan, yhdellä uuhella oli 1-3 karitsaa imetetävänä. Lisäksi sekamalli huomioi elopaino- ja veriparametrimittauksissa samasta eläimestä mitattujen arvojen korrelaation. Mallien edellytykset testattiin käyttäen standardoitujen residuaalien kaavioita. Logaritimuunnosta käytettiin niiden veriparametrien kohdalla, jotka eivät olleet normaalisti jakautuneet. Tilastollinen analyysi tehtiin R-ohjelmalla, versio 2.7.2. (Development core team, Wien, Itävalta, 2006).

3 Tulokset

3.1 Kevyshallin rakentamisvaiheet

3.1.1 Maarakennus ja perustustyöt

Uusi halli rakennettiin viettävään maastokohtaan, joka edellytti tasamaata suurempia täyttöjä. Täyttömaat hankittiin tilan omasta sorakuopasta ja rakennuksen alustäytöt ostosorana. Rakennuspaikalla oli sähkölinja, joka piti siirtää uuden rakennuksen tieltä. Perustuskaivannot kaivettiin tasoitettuun täyttömaahan. Vesi- ja sähköjohdon linjat kaivettiin vanhasta navetasta pihan poikki. Maarakennusvaiheen oman ja vierastyön menekki oli 156 tuntia.



Kuva 5. Perustussuunnitelma. Toteutusvaiheessa sokkelin yläpinnan ja asfaltin korkeuseroksi tuli 400 mm.

Rakennesuunnittelijan perustussuunnitelma oli konehallimainen ratkaisu: routaeristetty jatkuva betoniantura, ja sen päällä 3 kerrosta jälkivalettavia betoniharkkoja. Rakennus ympäröitiin salaojilla. Anturasepelin päälle tehtiin raakalaudasta anturamuotti ja raudoitettiin suunnitelman mukaan. Betonivalut tehtiin valmiista tehdasbetonista, joka pumpattiin suoraan muottiin. Valukertoja oli kolme: ensin anturavalu, sokkeliharkkojen täytevalu ja lopuksi sorkkakorokkeen jälkivalu.



Kuva 6. Anturakaivua meneillään vasemmassa kuvassa ja anturan valumuotit paikallaan raudoitettuna oikeassa kuvassa. (Kuva: Samuli Näri)

Kaarirakenteen peruspilariputkelle tehtiin anturamuottiin asennuskolo, johon putki istutettiin myöhemmässä vaiheessa ja jäykistettiin jälkivalettavalla sorkkakorokkeella. Asennuskolon muottitaminen oli tarkkuutta vaativa työvaihe, joka samalla hidasti työn etenemistä. Perustustöiden oman ja vierastyön menekki oli kaikkiaan 310 tuntia.

Kuva 7. Antura ja kolme harkkokerrosta ovat valmiina. Peruspilariputkea asennetaan paikoilleen. Käden taso osoittaa korkeuden, johon jälkivalettavan sorkkakorokkeen pinta tulee. (Kuva: Tapani Kivinen)



3.1.2 Lattiarakenne

Hallin lattiarakenteeksi oli valittu valuasvaltti. Rakennus sijaitsi routimattomalla soratäytöllä ja routaeristeet asennettiin vain sokkelin molemmin puolin metrin levyiselle kaistaleelle rakennuksen ympäri. Valuasvaltin alla oli vähintään 300 mm täryttämällä tiivistettyä karkeata soraa ja mursketta sekä suodatinkangas.



Kuva 8. Tiivistetyn perusmaan päälle asennettiin suodatinkangas, jonka päälle tuli mursketta asvaltin alusrakenteeksi. Etualalla vesijohtojen nousut ja vesikoppien asennusholkit. (Kuva: Samuli Näri)

Asvaltin paksuus oli 70 mm. Asvaltointityö ajoitettiin vaiheeseen, jossa sokkelit olivat kokonaan valmiit ja runkotolpat osittain pystyssä. Tässä vaiheessa asvaltointikoneet pääsivät liikkumaan esteettä koko pinnoitettavalla alueella. Työn suoritti asvalttiurakoitsija. Asvaltin hinta alusrakenteineen oli kutsuinkin sama kuin tehdasbetonilla valetun betonilaatan. Asvaltoinnissa syntynyt oman työn menekki oli 38 tuntia.



Kuva 9. Asvaltointityö on alkanut. Meneillään on alusrakennemurskeen tasoitus ja jyräys. Rungon peruspilarit ja kaarien lähdöt ovat jo asennettuina. (Kuva: Samuli Näri)

3.1.3 Runkorakennusvaihe



Kuva 10. Teräsrunгон kaariosien asennus käynnissä. (Kuva: Samuli Näri)

Teräsrunko oli hollantilaisen Amevo Techniek B.V:n valmistama modulirakenne 10 metrin jännevälillä. Hallin myyjänä ja toimittajana oli ruotsalainen Slättö Kvarn Ab. Toimitus sisälsi kaikki teräsosat nk. peruspilarista ylöspäin, jolloin perustustapa ja niiden teko jäi rakennuttajan vastuulle. Hollantilaisen valmistajan perustussuositus on esitetty kuvassa 18. Teräsrunгон lisäksi toimitus sisälsi kaikki muovikateosat ja tuuliverkot, niihin liittyvät aukaisumeکانیسمت sekä päätyovet. Runгон kokoaminen perustui pultti- ja ruuviliitoksiin, eikä hitsauksia tarvittu.

Työtä hidasti asennusohjeiden puute. Työn edistyminen edellytti useita puhelinoitoja runkotoimittajalle, ja asennusdetaljeja saatiin yksittäisinä fakseina työn edistyessä.



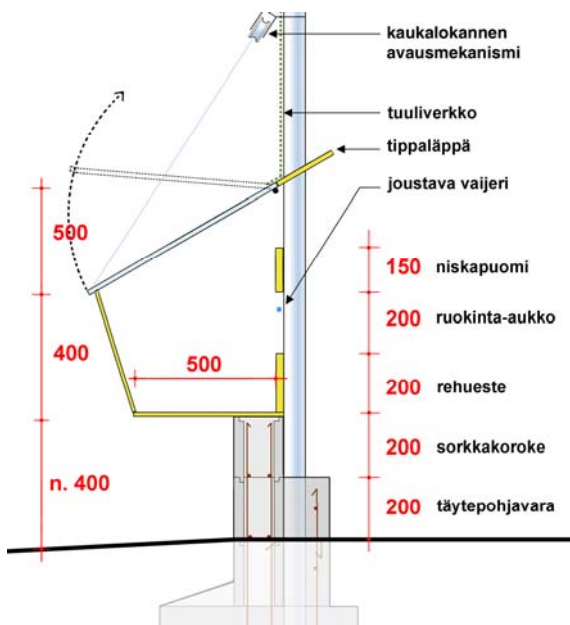
Kuva 11. Muovin asennusta. (Kuva: Samuli Näri)

Runkorakennusvaiheessa tarvittiin telineitä. Traktorin lavalle oli rakennettu lautarakenteinen lava, minkä lisäksi työmaalle vuokrattiin sähkötoiminen henkilönostin. Metallirungon pystytysvaiheen oman työn menekki oli kaikkiaan 158 tuntia. Katemuovi tuli työmaalle yhtenä rullana. Traktorin etunostimeen asennettiin varta vasten tähän tarkoitukseen tilalla rakennettu ripustinmekanismi, jonka avulla muovi oli vedettävissä rullalta rakennuksen koko pituudelle ja pingottaa reunoihinsa. Katemuovin asennustyössä kului työaika kahdelta henkilöltä yhteensä 40 tuntia. Ilmanvaihdon tuuliverkkoseinän asennuksessa meni 16 tuntia.

3.1.4 Ruokintakaukalot

Uutena innovatiivisena sovelluksena kasvatushalliin tehtiin navetoissa usein käytettävä, ulkoa apevaunulla täytettävä visiiriruokintakaukalo. Kaukalon runko oli teräsneliöputkesta tehty konsolirakenne, joka pultattiin sokkeliin. Konsoleita oli metrin välein ja niiden varaan ruuvattiin vesivaneria olevat kaukalon pohja, takareuna ja rehueste. Avautuvana kansirakenteena toimi kennomuovilevy, joka saranoititiin peruspilareihin.

Kennolevy jatkui vanerisuikaleena saranapisteestä 30 cm seinälinjan sisäpuolelle. Sen muodosti tippasuojaan vesi- ja lumisateiden varalta. Kannen avausmekanismit sijoitettiin hallin toiseen pätyyn. Mekanismi oli samanlainen kuin pihatoiden verhoseinien avaukseen tarkoitettu kampilaite, jossa avausliike välittyi rissapyörien kautta vaijereilla avautuville kansille.



Kaukalon mitoituksessa oli tärkeää yhtäältä lampaalle sopivat mitat ja toisaalta apevaunulle sopivat korkeudet. Kaukalon pohjan oli oltava tasainen ja esteetön, jotta se voidaan työteknisesti nopeasti ja helposti siivota. Tästä syystä kaukalo piti sijoittaa peruspilarilinjan ulkopuolelle. Ruokintakaukalon rakennustyöhön kului kaikkiaan 156 tuntia.

Kuva 12. Aperuokintakaukalon mitoitus.



Kuva 13. Sokkelipinnasta nousee 200 mm korkea vanerinen rehueste, niska-puomina on 150 mm lauta, jonka korkeutta voidaan säätää lampaiden koon mukaan. Osastoihin, joissa on pieniä karitsoja, voidaan asentaa tilapäiset joustavat vaijerit, joiden tehtävänä on estää karitsojen pääsy ruokintakaukaloon. Joustoliike sallii uuhien esteettömän ruokailun. (Kuva: Tapani Kivinen)

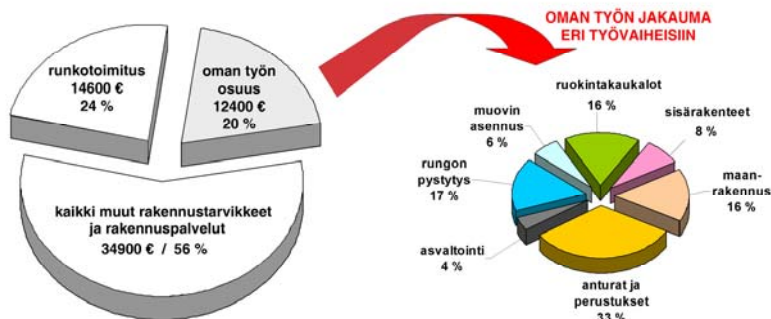
3.1.5 Hallin sisätilojen varusteet

Hallin sisätiloissa on varusteina karsina-aidat, juomavesikupit ja valaisimet. Sähkötyöt teki ammattuurakoitsija, jolloin rakentajan omaksi työksi jäi aitojen ja juomavesikuppien asennus. Karsina-aidat olivat vakiomallisia tehdasvalmisteisia teräsaitoja, joiden paikkaa voidaan siirtää tarpeen mukaan. Hallin keskellä oleva huoltokäytävä tehtiin työmaalla. Rakenteena oli teräsneliöputkesta hitsattu jäykkä U-mallinen runkokehikko metrin välein. Kehikon sivuihin oli pultattu laudat, joihin edelleen oli kiinnitetty profiilipellit seiniksi. Käytäväseinät olivat irrallaan lattiasta, jolloin ne voitiin siirtää kokonaan pois tieltä täytepohjan tyhjennyksen yhteydessä. Sisätilojen oman työn menekki oli yhteensä 78 tuntia.

Hallin rakentaminen perustui suureksi osaksi rakennuttajan omaan työpanokseen. Omaan työtä koko rakennusvaiheessa kului 952 tuntia. Tähän lukuun sisältyi perustustyövaiheessa palkatun työmiehen sekä muovin asennusvaiheen apumiehen työtunnit, joiden osuus oli 140 tuntia. Eri rakennusvaiheisiin kuului ostopalveluja, jotka sisälsivät materiaalien lisäksi myös työsuoritukset. Niiden tuntimääriä ei ole selvitetty.



Kuva 14. Valmis kasvatushalli. (Kuva: Tapani Kivinen)



Kuva 15. Investoinnin (61 970 €) menorakenne ja oman työn (952 tuntia) jakauma eri työvaiheisiin.

3.2 Rakennuskustannukset

3.2.1 Yleistä kustannuslaskennasta

Hankkeen valmistelu oli ollut pitkä prosessi, johon sisältyi tuotekehitystä, uuden tiedon hankintaa ja tutustumismatkoja ulkomailla. Uudisrakentamisen ja eläinmäärän lisääntymisen takia hankkeelle piti hakea myös uusi ympäristölupa. Eläinsuojalle epätyypillisen rakennusratkaisun vuoksi investointitukihakemuksen käsittely TE-keskuksessa sekä rakennuslupaprosessi kunnassa veivät normaalia pidemmän ajan vaadittujen lisäselvitysten vuoksi. Näiden rakennuttamiseen kuuluvien tuntien määrän – joita ei ole tarkasti laskettu - on arvioitu olevan n. 200 – 300 tuntia. Pilottiluonteen vuoksi rakennuttamisen aiheuttamaa työmenekkiä ei ole otettu kustannuslaskentaan mukaan. Kustannuksiin on laskettu suunnitteluvaiheen rakennussuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu, rakennuslupa- ja ympäristölupamaksu sekä rakennesuunnittelu.

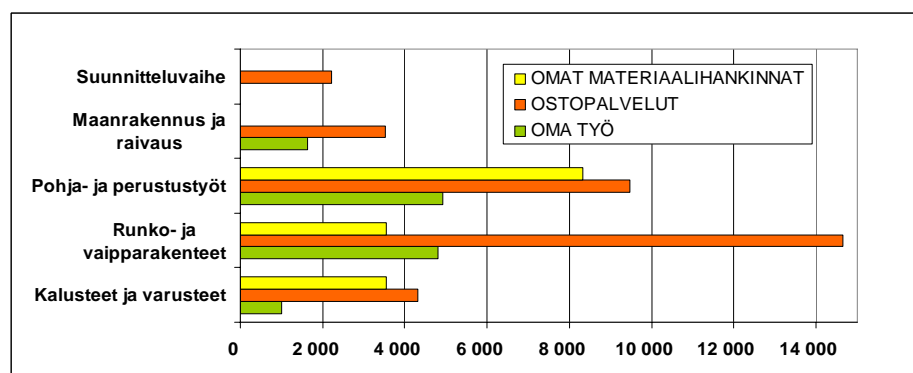
Kustannukset on jaoteltu kolmeen ryhmään. Ostetut rakennustarvikkeet ja urakkasuoritukset on eritelty rakennusvaiheittain. Näistä summista on vähennetty arvonlisäverot eli summat ovat verottomia. Palkatulle työvoimalle maksetut palkat on laskettu veroineen ja henkilösivukuluineen. Oman työn osuus on laskettu kertomalla tuntikertymä tuntihinnalla 13 €/tunti. Summaan ei ole lisätty henkilösivukuluja.

3.2.2 Kustannukset rakennusvaiheiden mukaan

Rakennuttaja keräsi kustannustietoa reaaliajassa rakennustyön edetessä taulukossa 1 esitetyllä tarkkuudella. Suurin yksittäinen hankintakustannus oli hallin teräskaarien, katemuovin ja verhoseiniä kauppa ruotsalaiselta toimittajalta, ja kauppasumma oli 13380 €. Seuraavaksi suurin kustannuserä oli lattian asfaltointi, hinta 7600 €. Karsinoiden väliaidat olivat kolmanneksi suurin erä, kauppasumma 2950 €. Betonivalujen hinta oli 2887 €. Kaikki muut hankintaerät olivat tätä pienempiä ja jakautuivat tasaisesti eri rakennusvaiheisiin. Hankkeen kokonaisrakentamiskustannus on 61 970 €(alv 0).

Taulukko 3. Kustannukset (€) rakennusvaiheittain jaoteltuina omaan työhön, ostopalveluihin ja itse maksettuihin materiaalihankintoihin. (erittely ei sisällä itse tehdyn rakennuttamisen kustannusta)

	OMA TYÖ	OSTOPALVELUT	OMAT MATERIAALIHANKINNAT
Suunnitteluvaihe	0	2 206	0
Maanrakennus ja raivaus	1 638	3 522	0
Pohja- ja perustustyöt	4 914	9 469	8 326
Runko- ja vaipparakenteet	4 810	14 658	3 551
Kalusteet ja varusteet	1 014	4 327	3 536



Kuva 16. Kustannusten jakauma graafisena esityksenä, luvut euroja.

3.2.3 Kustannukset Talo-2000 nimikkeistön mukaan

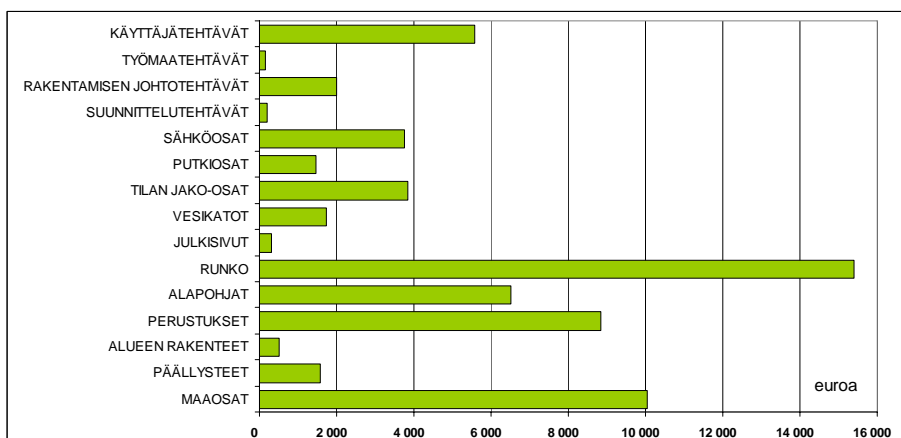
Lammashallin kustannustieto on edellisessä luvussa kuvattu karkealla jaotuksella maanrakennuksen, pohja- ja perustustöiden, runko- ja vaipparakenteiden sekä kalusteiden ja varusteiden kokonaisuutena.

Kustannustieto on kerätty lopullisesti Talo-2000 nimikkeistön mukaisesti. Hallin rakennekokonaisuus on yksikertainen ja siksi kustannuslajeja on normaalia talonrakennusta vähemmän. Hallin rakenteet ovat perinteisen talonrakennustekniikan näkökulmasta epätyypillisiä, mistä syystä usea rakenne on määritelty kohtaan *erityiset rakenteet*. Talo-2000 nimikkeistö ei tässä suhteessa vastaa kovin hyvin rakenteen teknistä sisältöä.

Taulukko 4. Lammashallin rakennuskustannukset Talo-2000 nimikkeistöllä. Lopputulokseen 61 970 € on summattu lihavoidut koontisummat

1	RAKENNUSOSAT	
11	ALUEOSAT	
111	MAAOSAT	10 040
1111	Raivaustehtävät	390
1112	Kaivannot	3 111
1114	Täyttöosat	5 418
1116	Kuivatusosat	1 121
113	PÄÄLLYSTEET	1 578
1131	Liikennealueiden päällysteet	1 578
115	ALUEEN RAKENTEET	521
1159	Eriyiset aluerakenteet	521
12	TALO-OSAT	
121	PERUSTUKSET	8 854
1211	Anturat	3 367
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja perusanturat	5 487
122	ALAPOHJAT	6 513
1223	Eriyiset alapohjat	6 513
123	RUNKO	15 400
1233	Pilarit	1 350
1239	Eristyiset runkorakenteet	14 049
124	JULKISIVUT	312
1243	Ulko-ovet	312
126	VESIKATOT	1 728
1263	Vesikatteet	1 728
13	TILAOSAT	
131	TILAN JAKO-OSAT	3 853
1319	Eriyiset tilajako-osat	3 853
2	TEKNIikkaOSAT	
21	PUTKIOSAT	1 468
23	SÄHKÖOSAT	3 764
3	HANKETEHTÄVÄT	
32	SUUNNITTELU TEHTÄVÄT	211
33	RAKENTAMISEN JOHTOTEHTÄVÄT	1 995
34	TYÖMAATEHTÄVÄT	156
5	KÄYTTÄJÄTEHTÄVÄT	5 579

61 970



Kuva 17. Kustannusten jakauma Talon-2000 nimikkeistön mukaisesti. Luvut ovat euroja.

3.2.4 Mistä kustannukset muodostuivat?

Kuvista 16 ja 17 voidaan analysoida hallirakennuksen kustannuserien keskinäisiä suhteita ja pohtia, voitaisiinko rakenteita muuntaa teknisesti keveämmiksi tai edullisemmiksi. Tällä pilottikohteella on lisäksi ollut rakennuspaikasta johtuvia erityispiirteitä, kuten sähkölinjan siirto hallin tieltä ja rakennuspaikan runsas täyttö. Lisäksi hallirungon kokoomaohjeiden puute hidasti ja pitkitti rakentamista. Myös perustusten tekninen ratkaisu oli hallin omaan painoon nähden massiivinen. Perustus oli rakennesuunnittelijan itsenäinen ratkaisu ja ”varman päälle” valinta.

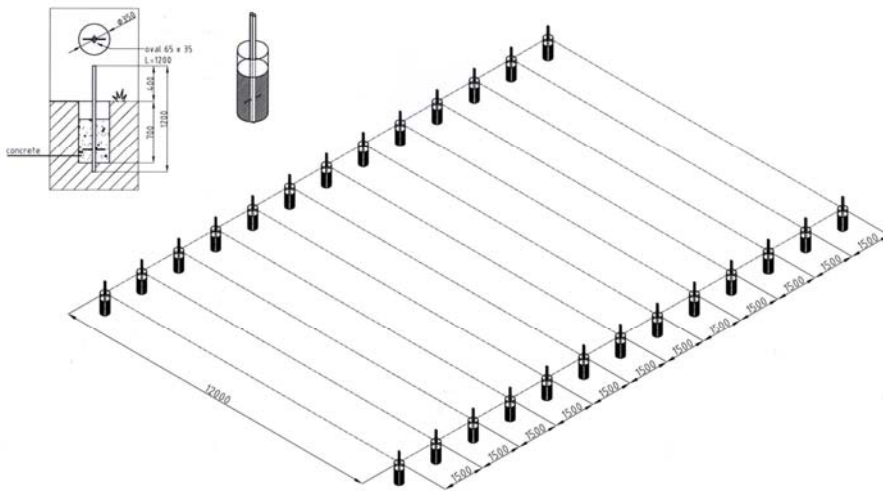
Tasaiselle ja hyvin kantavalle rakennusmaalle rakennettaessa kustannussäästöjä voidaan saavuttaa pilottikohteeseen verrattuna vähäisemmillä maatäytöillä ja perustustavan vaihtoehtoisilla ratkaisuilla. Runko- ja vaipparakenne on vakiotuote, joka koostuu kantavasta teräsrungosta, muovikatteesta ja ilmanvaihtoverhoista. Rungon ja vaipan kustannuksia ei voida juurikaan alentaa. Lattian osalta on jo aiemmin todettu, että asfaltti ja betonivalu olivat hinnaltaan tasavertaisia ratkaisuja, kun betoni olisi toimitettu tehdasvalmisteisesti. Itse tehty betoni olisi ollut halvempaa, mutta epätasaisemman laadun ja suuremman työmenekin vuoksi asfaltti katsottiin parhaaksi vaihtoehdoksi. Asfaltin etuna oli lisäksi nopea asennus. Myös sähkötöiden kilpailutuksella voidaan saada selkeitä hintaeroja. Pilottikohteen rungon ja katteen toimittajavalinta perustui ulkomaisten kollegoiden kokemuksiin eri tuotemerkeistä.

3.2.5 Vaihtoehtoisia perustamistapoja

Edellä on jo todettu, että perustusratkaisu oli turvallinen ja teknisesti oikeaoppinen, mutta hallin käyttötarkoitukseen ja omaan painoon nähden ilmeisen ylimitoitettu. Toteutetun betonianturan ja harkkomuurin pääasiallinen valin-

tasyy on yhtäältä ruokintakaukalo, joka tarvitsee yhtenäisen kantavan alatuon sekä toisaalta betonimuurin kestävyys hallin täytepohjan tyhjennysvaiheessa. Sorkkakorokkeen betonipinta toimii myös lampaiden sorkkia hiovana ja hoitavana pintana.

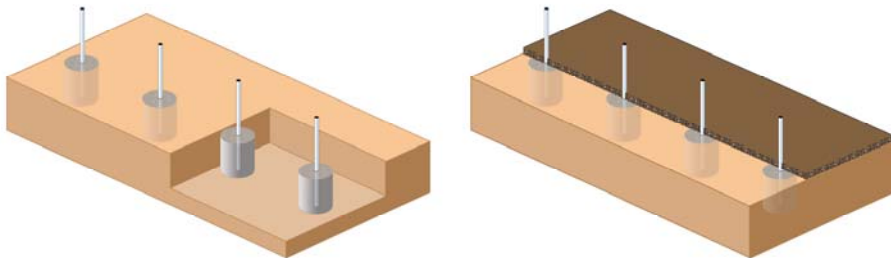
Hollantilaisen runkotoimittajan oma perustamisehdotus perustuu maakuoppiin valettuihin betonikakkuihin, joihin peruspilarit on istutettu valuvaiheessa ja linjattu suoriksi. Tämän tyyppiseen perustamiseen betonia olisi kulunut 2 m³, kun sitä pilottikohteessa kului 21 m³. Lisäksi huomioon pitäisi ottaa huomattava työajan ja materiaalien säästö anturalaudoitusten, raudoitusten, patolevyjen ja eristysten jäädessä pois.



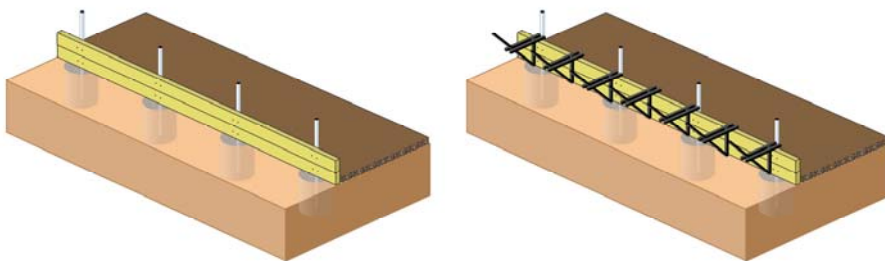
Kuva 18. Pilottikohteeseen asennetun hallirungon alkuperäistoimittajan perustamistapaehdotus. (Kuva: Amevo Techniek B.V, Hollanti).

Perustustavan vaihtoehtoja arvioitaessa on hyvä muistaa, että valmistajan ehdottama perustustekniikka on tehty Hollannin olosuhteisiin, jossa tuulee enemmän kuin Suomessa ja lumikuorma ja routa ovat vähäisempiä tai minimaalisia. Suomessa kevytrakenteiselle hallille kannattaa varata tuulilta suoja ja maaperältään routimaton, hyvin kantava maastokohta. Teräsrunko on yksinkertainen kasvihuonetyyppinen ratkaisu, joiden valmisosatoimittajia löytyy Keski-Euroopasta useita. Myös katteena käytetty lasikuitukangas ei ole ainoa vaihtoehto, vaan myös erilaiset yksikerroskatteet voivat tulla kyseeseen.

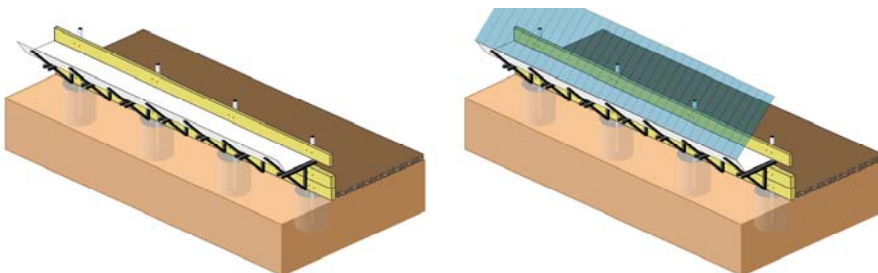
Seuraavassa esitetään hollantilaisratkaisusta kehitetyt betoniratkaisu ja puupohjainen kevytperustusratkaisu, joilla hallin hankintakustannusta voitaisiin minimoida.



Kuva 19. Hollantilaisen perustustavan toteutus suomalaisissa olosuhteisissa. Vasemmalla pintakuorittuun maahan on kaivettu kuopat pilariperustusta varten, pilarit asemoitu ja betoni valettu kuoppaan, jonka jälkeen maa on tasattu. Oikeassa kuvassa asfalttilattia on valettu pilarilinjaan asti kiinni.



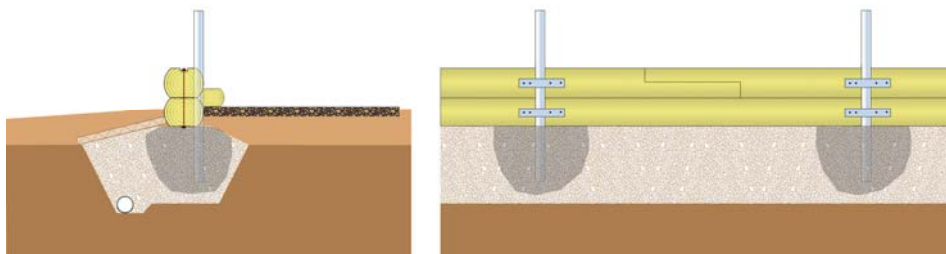
Kuva 20. Vasemmassa kuvassa maan varaan asennetaan puinen sokkeli 63 x 200 mm lankuista ja lankut kiinnitetään peruspilareihin. Oikeassa kuvassa lankkusokkelin varaan rakennetaan teräsputkista hitsattu ulokerakenne ruokintakaukalon rungoksi. Teräsputket pultataan lankkuihin.



Kuva 21. Vasemmassa kuvassa teräsputkirakenteet verhotaan ruokintakaukaloksi filmivanerilla, ruokintaeste voidaan tehdä vanerista tai puulankusta. Oikeassa kuvassa ruokintakaukalon sääsuojaksi asennetaan kenno muovinen katto, joka saranoidaan hallirungon pilareista.

Vaihtoehtoinen kevytperustus, jonka käyttöikä riittää yhtä pitkään kuin varsinaisen teräsrunгон, voidaan tehdä painekyllästetyistä, uusista tai käytetyistä puhelinpylväistä (ks. kuvat 22 ja 23). Anturalinjat kaivetaan haluttuun syvyyteen, salaajitetaan ja täytetään sepelillä. Näin perustuksesta tulee routimaton eikä kapillaarivesi nouse puuhun. Puut pelkkasahataan ja asetetaan kaksi runkoa päällekkäin, jolloin tasaiset poskipinnat ottavat hyvin yhteen. Puut

jatketaan limityslitoksia ja vaarnataan tosiinsa kierretangoilla ja muttereilla. Näin tehdään hallin jatkuva yhtenäinen sokkeliosa, jonka päälle ruokinta-kaukalo voidaan rakentaa samalla tekniikalla kuin pilottikohteessa. Puusokkeli asetetaan sepelin päälle ja pilarilinjoille 1,5 välein kaivetaan sepeliin valukuoppa. Puusokkeliin mitataan teräspilarien paikat ja moottorisahalla sahataan puuhun juuri teräspilarin mentävä pystykolo. Kuoppaan valetaan saman betonikakku, muotteja ei tarvita. Betonia kuluu saman verran kuin hollantilaisen rakennustoimittajan suosittamaan perustukseen. Teräspilarit asetellaan tuoreeseen betoniin, linjataan suoriksi ja kiristetään puusokkeliin tulevilla teräsparannoilla (Alakomi, Niiles 1996).



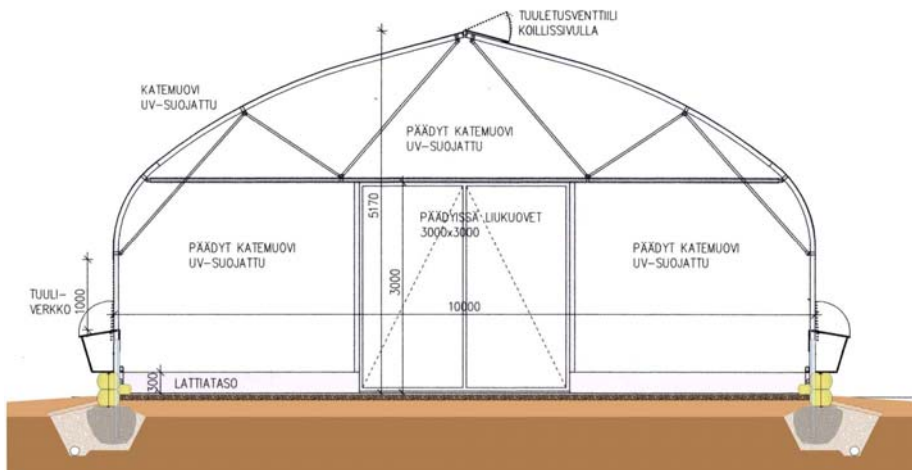
Kuva 22. Vaihtoehtoinen puuperustus, vasemmalla poikkaisleikkaus ja oikealla katkelma pituussuuntaisesta leikkauksesta.

3.2.6 Lattiarakenne

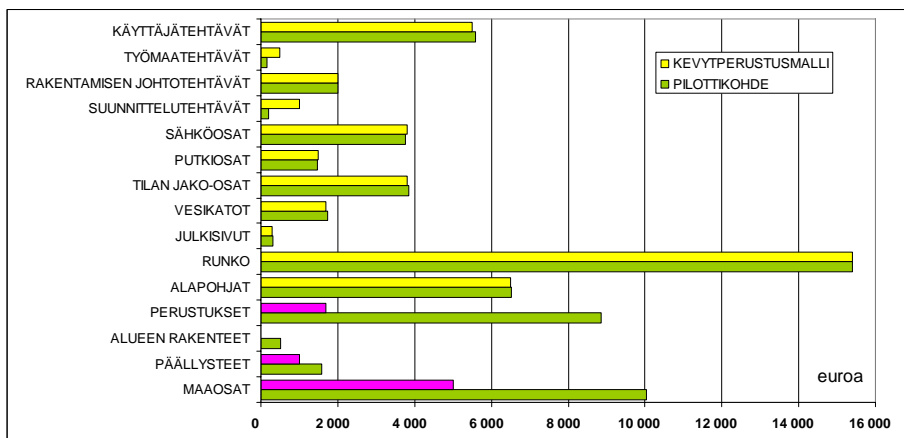
Lattia voidaan tehdä betonista tai asvaltista. Maatalousasvaltti on kotieläinrakennuksissa käytetty tavanomainen pinnoite, jonka ainoana haittapuolena on pistekuormien huono sietokyky lämpimällä säällä. Asfaltin painumista ei ole vaaraa lampolassa, koska kuormat ovat pieniä ja eläinten ja lattian välissä on kuivikekerros.

Sorkkakorokkeena voidaan käyttää pelkkasahattua ohuempaa puupölliä. Puumateriaali sorkkakorokkeena saattaa olla lampaalle pehmeä ja liukas. Puupölli jouduttaneekin vaihtamaan jokaisen kasvatuserän jälkeen jos se on kulunut. Sorkkakorokkeen ja rehukaukalon väliin jää painekyllästettyä puuta näkyviin ja se voidaan verhota laudalla, joten lampaat eivät pääse kosketuksiin kyllästysaineiden kanssa. Puusokkeli on korjattavissa siten, että vaarnatpit irrotetaan ja yksittäisiä osia vaihdetaan uusiin. Tällaisesta perustustavasta tehtiin vaihtoehtoinen kustannuslaskelma.

Vaihtoehtoisen perustuksen kustannuksia arvioitaessa suunnittelun ja työmaatehtävien osuutta on hieman korotettu. Suurimmat säästöt on saatu aikaan maaosissa, koska täyttöjä ja soraa tarvitaan vähemmän. Perustuksen kustannukset ovat halventuneet oleellisesti. Kustannusarvion loppusumma on 49 700 €, mikä on 75 % pilottikohteen toteutuneista kustannuksista.



Kuva 23. Hallileikkaus teletolppaperustuksella, (vertaa kuva 2).



Kuva 24. Kustannusarvio vaihtoehtoisesta kevytperustushallista Talo-2000 nimikkeistön mukaisesti jaoteltuina. Alemmat investointikustannukset johtuvat vähäisemmistä maakaivu-, perustus- ja pihatöistä, jotka kuvassa esiintyvät violetteina palkkeina. Luvut ovat euroja.

3.3 Kasvatusolosuhteet ja ruokinta

3.3.1 Kasvatushallien kuivitus

Molempia kasvatushalleja kuivitettiin samoilla menetelmillä ja määrillä. Kuivikkeena käytettiin pyörö- tai kantipaalattua olkea, jota säilytettiin katon alla vanhassa riihessä. Paalit siirrettiin traktorilla hallien viereen. Käsitönä tapahtunut levitys kesti noin puoli tuntia päivässä.

Halli tyhjentyi lampaista toukokuun aikana. Tämän jälkeen tehtiin lannanpoisto, johon traktorin etukuormaajalla kului aikaa noin 4 tuntia. Sisänurkista ja

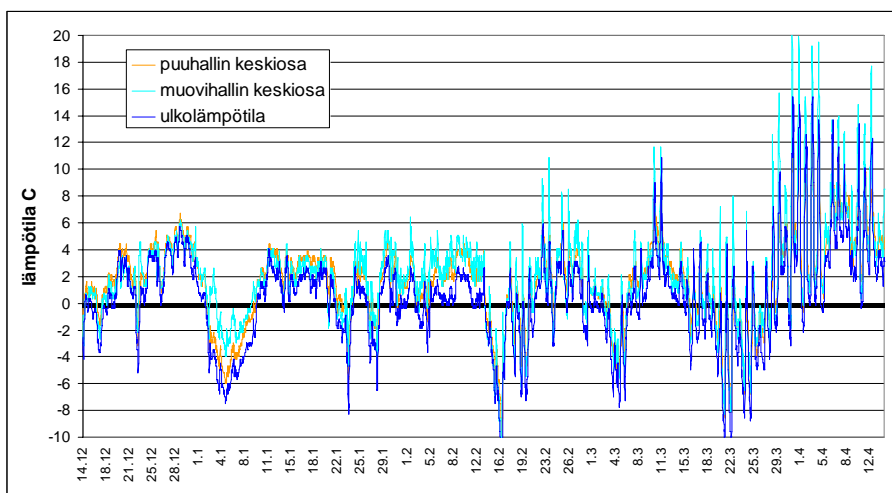
juomakuppien ympäriltä olkilantaseosta jouduttiin siirtämään käsityönä. Hoitokäytävä nostettiin etukuormaajalla ulos tyhjennyksen ajaksi. Asvaltin pinta oli tyhjennyksen jäljiltä riittävän puhdas seuraavaa täyttöä varten. Tästä huolimatta asvaltti pestiin, koska hallia käytettiin kesän aikana yrttiljelyyn ja lattian hygieniä ja käyttömukavuus haluttiin nostaa toiminnan mukaiseksi.

3.3.2 Lämpötila ja kosteus vertailuhalleissa

Olosuhteiden seuranta keskittyi lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen uudessa ja vanhassa hallissa sekä suhteessa ulkoilmaan. Ilman liikkeen, vetoisuuden tai valoisuuden mittausta ei koejärjestelyyn kuulunut.

Mittausjakso alkoi joulukuun 14. päivänä 2007 ja jatkui 4 kuukautta. Joulukuussa halleissa karitsoitiin ja talven aikana kaksi karitsaerää kasvoi teurasikään. Uuhet siirrettiin laiturille toukokuun loppuun mennessä, jonka jälkeen hallista poistettiin lanta.

Talvi oli harvinaisen lämmin mittausjakson aikana. Kylmin hetki oli helmikuun 16. päivänä, jolloin lämpötila laski $-12,6\text{ C}^\circ$ asteeseen. Uuden vuoden aattona lämpötila kipusi $+5,4\text{ C}^\circ$ asteeseen. Tammi- ja helmikuussa lämpötila pysytteli keskimäärin $+2\text{ C}^\circ$ asteessa hetkittäin käyden nollan alapuolella. Mittausjaksolla kunnan kipakat pakkaset jäivät kokematta.



Kuva 25. Ulkolämpötila ja sisälämpötila uuden muovihallin ja vanhan puuhallin keskiosassa.

Yleistäen voidaan todeta, että mittausjaksolla niin vanhan kuin uuden hallin lämpötilat ja suhteelliset kosteudet olivat lähes samat kuin ulkotilassa. Erona oli ainoastaan tuuli, joka pääsi rakennuksiin ainoastaan rakojen ja kaarihallin tuuliverkon kautta. Suhteellisessa kosteudessa ei ollut käytännössä lainkaan eroja sisä- ja ulkotilojen välillä. Lämpötiloissa oli hyvin vähäisiä eroja siten,

että hallit olivat noin asteen lämpimämpiä kuin ulkoilma. Lämpötilaero kasvoi kun ulkoilma kylmeni. Kylminä jaksoina ero oli paikoin noin 3 C° astetta sisätilan hyväksi. Samassa rakennuksessa ulkoseinälinjan ja keskialueen välillä oli korkeintaan asteen ero keskialueen hyväksi.

Vanhan ja uuden hallin selkeänä erona oli valoisuus. Vanhan hallin ikkunapinta-alan suhde lattiapinta-alaan on alle 5 %. Uudessa hallissa prosenttiluvuksi voidaan laskea 100 %. Pääasiassa tästä johtuen uuden hallin sisälämpötiloissa alkoi huhtikuun alusta näkyä päivän pidentymisestä ja auringon paiste-
päivistä johtuvat korkeammat sisälämpötilat.

3.3.3 Ruokintatavan kuvaus

Molemmissa halleissa ruokinta tapahtui apevaunulla. Rehut sijaitsivat hallien läheisyydessä ja apetta sekoitettiin tarpeen mukaan, joka toinen tai kolmas päivä. Sään lämmitessä appeeseen voitiin lisätä propionihappoa n 2 litraa tonnille rehun lämpenemisen ja mikrobiologisen laadun heikkenemisen estämiseksi.



Kuva 26. Ruokintakaukalon läppä aukeaa kammesta kiertämällä koko sivu kerrallaan, jolloin apevaunulla ajo sujuu tehokkaasti. (Kuva: Tapani Kivinen)

Södra Rönnäs Gårdin tilalla on ollut seosrehuruokinta punnitsevilla seosrehuvaunulla käytössä vuoden 2007 alusta alkaen. Seoksissa käytettiin tilan omia karkearehujia; säilörehua, kokoviljasäilörehua sekä olkea. Väkirehuina käytettiin tilan omaa kauraa ja ostorehuina melassileikettä sekä rypsipuristetta. Lisäksi seokseen lisättiin lammaskivennäistä ja suolaa. Rehujakeina käytettiin tiineyskaudella esikuivattua säilörehua, kokoviljasäilörehua, hiukan rypsirouhetta, olkea, suolaa ja kivennäistä. Uuhet saivat noin 1 kk ennen karitsointia seleenipistokset. Tunnutusvaiheessa lisättiin seokseen hiukan kauraa ja melassileikettä sekä nostettiin valkuaislisän määrää. Imetysaikana valkuais- ja energiarehun määrää seoksessa nostettiin, lisäksi annettiin neste-mäinen ADE-lisä kahdesti viikossa. Imettävät uuhet ja niiden karitsat ruokittiin samalla seoksella, jota karitsoilla on ollut vapaasti saatavilla alkuun karitsakammarissa. Myöhemmin karitsat siirtyivät syömään apetta samasta pöydästä uuhien kanssa. Karitsat saivat lisäksi tilalla tehtyä väkirehuseosta, joka

koostui kaurasta, rypsirouheesta, melassileikkeestä, suolasta, seleenimureesta, kivennäisestä ja oljesta. Vettä oli kummassakin hallissa lämmitetyissä uimurivesikupeissa. Lampaat jättivät kortisimmat osat, noin 5 % kokonaisseoksesta, syömättä. Ruokintapöytä puhdistettiin vanhasta rehusta päästä päähän ennen uuden rehuerän jakoa.

3.3.4 Rehut

Tilan seosrehusta lähetettiin edustavia rehunäytteitä tutkittavaksi Viljavuuspalveluun. Seosrehunäytteet pyrittiin ottamaan aina seoksen muuttuessa. Marras- joulukuussa seos sisälsi 400 kg kokoviljasäilörehua, 30 kg olkea, 70 kg Öpex rypsiuristetta, 60 kg kauraa ja 30 kg Mella-melassileikettä. Lisäksi seoksessa oli 1,5 kg lammaskivennäistä ja 1 kg suolaa. Helmikuussa seoksessa oli 600 kg apilasäilörehua, 50 kg kauraa, 30 kg Öpex rypsiuristetta, 15 kg melassia, 1,5 kg lammaskivennäistä ja 1 kg suolaa. Huhtikuussa seos sisälsi 300 kg säilörehua, 10 kg olkea, 35 kg rypsirouhetta, 1 kg lammaskivennäistä ja 1 kg suolaa.

Talukko 5. Apeseosten analyysit

Viljavuuspalvelun rehuanalyysi	Apeseos 13.12.2007	Apeseos 14.2.2008	Apeseos 9.4.2008
Kuiva-aine, %	29,9	32,5	39,6
Raakavalkuainen, g/kg ka	114	175	176
Raakakuitu, g/kg ka	251	202	287
Tuhka, g/kg ka	108	99	101
Raakarasva, g/kg ka	40	37	27
Typettömät uuteaineet, g/kg ka	487	487	409
Kalsium, g/kg ka	10	9,4	11
Fosfori, g/kg ka	7,8	3,9	4,5
Magnesium, g/kg ka	2,0	3,1	3,3
Kalium, g/kg ka	9,7	30	24
Natrium, g/kg ka	2,7	2,6	2,6
Kupari, mg/kg ka		7,1	
Mangaani, mg/kg ka		37	
Sinkki, mg/kg ka		56	
Rauta, mg/kg ka		230	
K / (Ca + Mg) ekvivalenttisuhte	0,4	1,1	0,8
Seleeni, mg/kg ka	0,3	0,27	0,19

3.4 Lampaiden terveysindikaattorit

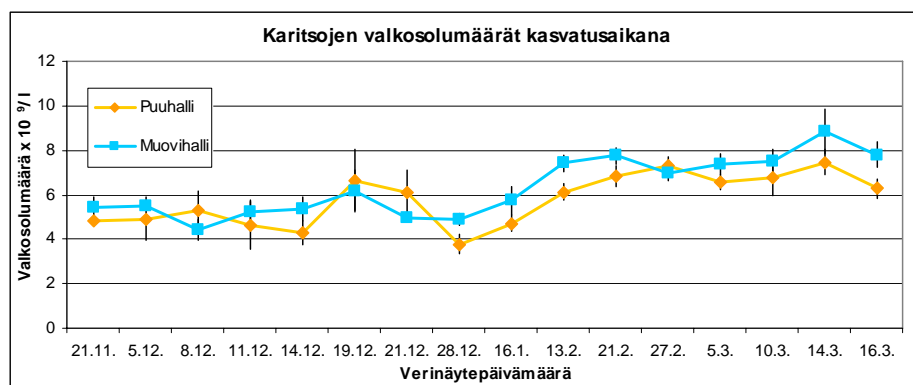
3.4.1 Lampaiden yleinen terveystilanne

Kasvatuskauden aikana karitsoilla ei havaittu ripuleita tai hengitystieinfektioiden oireita. Lampaiden yleinen terveys kasvatusaikana oli hyvä. Suurimman ongelman aiheuttivat korvanlehtiä ärsyttäneet korvamerkit sekä yksittäi-

siä pässikaritsoituja vaivanneet virtsaamisongelmat. Tutkimuseläimiä menehtyi kolme, yksi karitsa ei alkanut imeä ja jouduttiin lopettamaan 2 vuorokauden iässä ennen siirtoa kumpaankaan ryhmään. Varsinaisen koejakson aikana yksi pässikaritsa jouduttiin lopettamaan virtsatietukoksen vuoksi ja yksi uuhi lopetettiin vieroituksen jälkeen ilmeneen utaretulehduksen vuoksi.

3.4.1.1 Pieni verenkuv ja glutationiperoksidaasitulokset

Pieni verenkuv sisältää valkosolumäärän lisäksi hemoglobiinin ja hematokriittiarvon (Hkr). Virus- tai bakteeritulehduksen aiheuttavat muutoksia verenkuv-arvoissa. Virustulehdukset voivat aiheuttaa valkosolumäärän laskua, bakteeritulehdukset tavallisesti nostavat valkosoluarvoa. Lampaiden normaali vaihteluväli valkosoluille on $4-12 \times 10^9$ /litra, hemoglobiinille (Hb) 90 – 150 g/litra ja hematokriitille 0.27 – 0.45, viitearvoina käytettiin Tuotantoeläinsairaalan laboratorikohtaisia viitearvoja. Puuhallissa kasvaneilla karitsoilla valkosolut olivat keskimäärin $6.2 \pm 0.17 \times 10^9$ /l, hemoglobiini 117 ± 1.8 g/l ja hematokriitti 0.34 ± 0.07 . Muovihallissa kasvaneille vastaavat lukemat olivat $6.7 \pm 0.18 \times 10^9$ /l, 114 ± 1.4 g/l ja 0.34 ± 0.06 . Molemmissa ryhmissä karitsojen valkosolu, Hb ja Hkr arvot olivat normaalivaihteluväleissä. Alla olevassa kaaviossa esitetään karitsaryhmän valkosoluarvot verinäytteen ottopäivän mukaan.



Kuva 27. Karitsaryhmän valkosoluarvot.

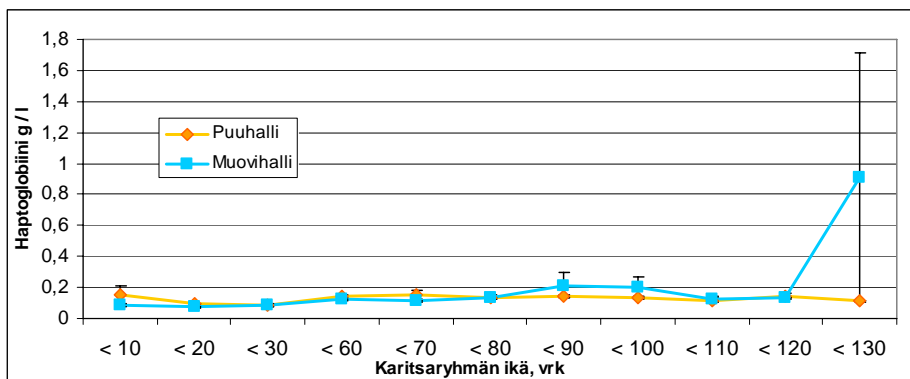
Glutationiperoksidaasiaktiivisuutta (GPx) käytetään kuvaamaan seleenin saantia. Tässä kokeessa GPx aktiivisuus esitetään jaettuna lampaan hemoglobiinimäärällä (GPx-Hb). Glutationiperoksidaasiaktiivisuudessa ei uuhi- tai karitsaryhmillä ollut merkittäviä eroja puu- ja muovihallin välillä. Uuhien GPx-Hb puuhallissa oli 15.4 ± 0.80 μ kat/gHb ja muovihallissa 14.2 ± 0.70 . Puuhallissa kasvaneilla karitsoilla GPx-Hb oli 18.1 ± 0.43 μ kat/gHb ja muovihallissa kasvaneille karitsoille 18.2 ± 0.33 μ kat/gHb.

3.4.1.2 Akuutin faasin proteiinit infektioidikaattoreina

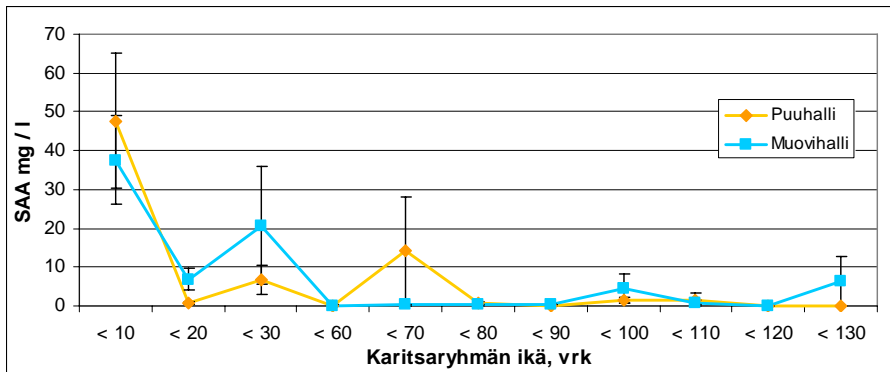
Kudostuho käynnistää elimistössä tulehdusvastereaktion, reaktion tarkoituksena on vähentää ja estää tulehdusta, vähentää ja parantaa kudostuhoa tulehdusalueella. Tätä tulehdusvastereaktiota kutsutaan akuutin faasin reaktioksi. Tulehdusalueella vapautuu välittäjäaineita ja akuutin faasin reaktio alkaa. Tulehduksen aiheuttaja voi olla infektio, trauma, immunologinen tai vaikka kasvain, akuutin faasin reaktio on epäspesifinen kudostuho-reaktio. Akuutin faasin proteiinien muodostuminen alkaa, kun kudostuho alueelta eritetään tulehdusvälittäjäaineita kudostumakrofageista tai kun veren monosyytit kerääntyvät vaurioalueella.

Märehtijöillä haptoglobiini (Hp) on eniten tutkittu akuutin faasin proteiini. Kohonneita Hp arvoja on todettu naudoilla mm. bakteeri-infektioissa, poikimisen jälkeen, maksan rasvoittumiseen liittyen, sarvensahauksen jälkeen, kuljetusstressiin yhdistettyinä. Useilla eläinlajeilla, erityisesti naudalla, SAA reagoi herkemmin ja pienempään ärsykkeeseen kuin haptoglobiini, SAA arvo myös kohoaa ja laskee nopeammin kuin haptoglobiini. (Orro, 2008). Lampaiden akuutin faasin reaktiota on tutkittu selvästi vähemmän, vaikka seerumin haptoglobiinin ja SAA:n tiedetään olevan tärkeitä akuutin faasin proteiineja ja tulehdusindikaattoreita myös lampaalla. Eckersall et al. (2008) selvitti rokotetutkimuksessaan karitsojen haptoglobiin- ja SAA-tasoja syntymän aikaan sekä vajaan 2 viikon iässä ennen rokotusta ja rokotuksen jälkeen. Syntymän aikaan SAA-tasot olivat 21 – 24 mg/L ja 8-14 vuorokauden iässä 0,8 – 1,0 mg/L. Rokotus nosti SAA-arvot välille 200 – 800 mg/L. Vastaavasti haptoglobiiniarvot olivat syntymän aikaan 0,01 – 0,02 g/L, mutta vajaan kahden viikon iässä alle mittausrajan. Rokotus sai haptoglobiini-arvot nousemaan välille 0,1 – 0,6 g/L.

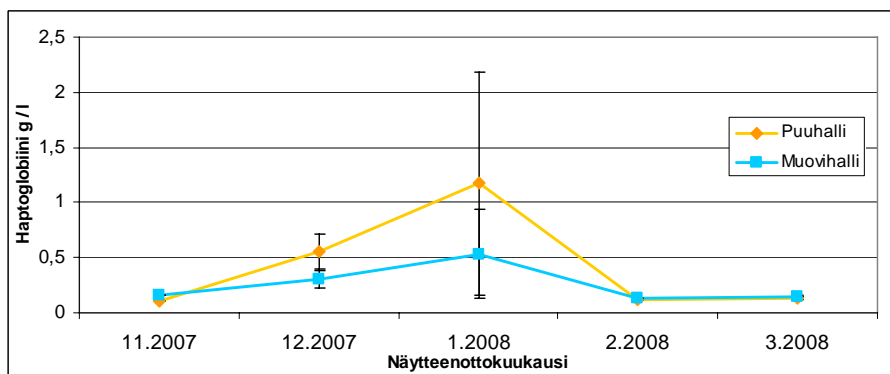
Puu- ja muovihallin karitsojen ja uuhien haptoglobiini ja SAA arvojen välillä ei ollut tilastollisesti merkittäviä eroja. Karitsoiminen todennäköisesti aiheutti SAA ja haptoglobiiniarvojen lyhytaikaisen kohoamisen uuhilla.



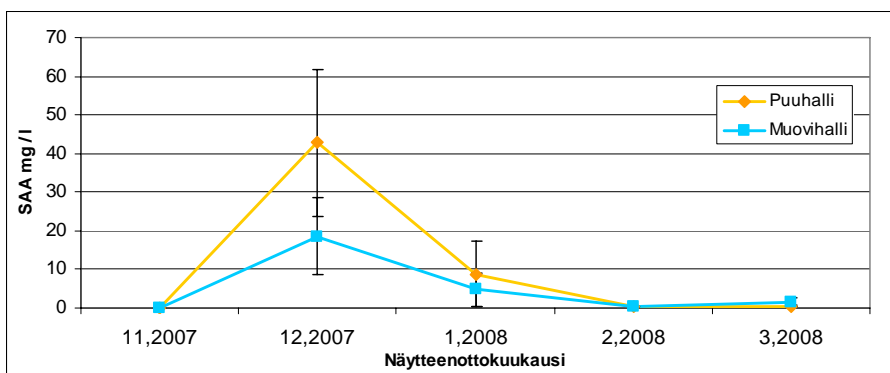
Kuva 28. Karitsojen seerumin haptoglobiini iän mukaan.



Kuva 29. Karitsojen seerumin SAA iän mukaan.



Kuva 30. Uuhien seerumin haptoglobiiniarvot.

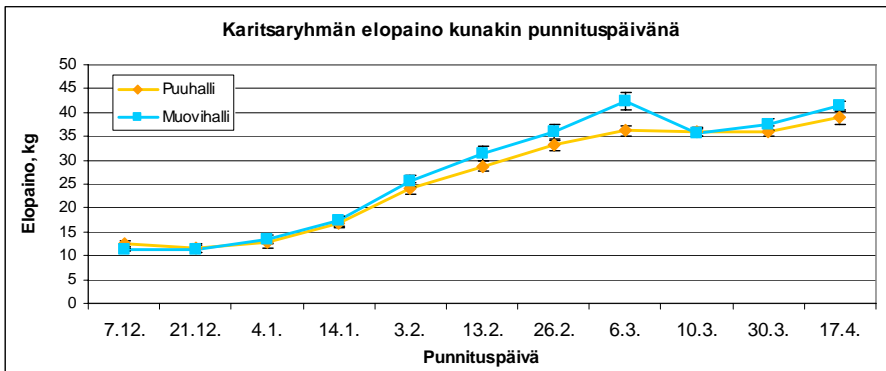


Kuva 31. Uuhien seerumin SAA-arvot.

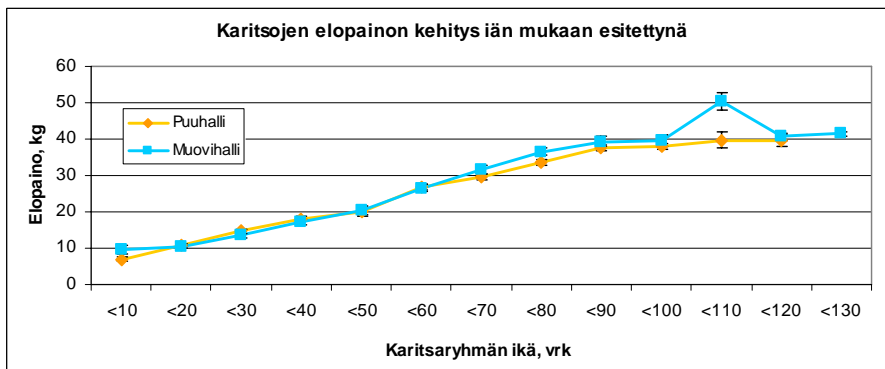
3.4.2 Lampaiden kasvu

Molempien ryhmien karitsat kasvoivat teuraskypsiksi runsaan kolmen kuukauden iässä. Puuhallissa uuhikaritsojen kasvuaika oli $104 \pm 3,6$ vuorokautta ja päässikaritsojen 101 ± 4 vuorokautta. Muovihallissa karitsat saatiin hieman

aiemmin teuraaksi, vastaavat kasvatusajat olivat 105 ± 4.7 vuorokautta uuhikaritsoille ja 100 ± 3.6 vuorokautta päässikaritsoille. Vastaavasti karitsojen päiväkasvu puuhallissa kasvaneille uuhikaritsoille oli 345 ± 14 g/vrk ja päässeille 373 ± 13 g/vrk. Muovihallissa kasvaneilla päiväkasvut olivat hieman paremmat; uuhien päiväkasvu oli 353 ± 11 g/vrk ja päässikaritsoilla 391 ± 18 g/vrk. Päiväkasvuissa ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa kasvatushallien välillä, molemmissa halleissa karitsat kasvoivat erinomaisesti. Alla olevissa taulukoissa on esitetty karitsaryhmien elopainon kehitys sekä punnituspäivän että iän suhteen esitettynä. Proagria tuotantotarkkailutilastojen mukaan liharotuisten karitsojen elopaino 4 kuukauden iässä on ollut 37.6 – 38 kg ja vastaava päiväkasvu 250 – 253 g/vrk.



Kuva 32. Elopainon kehitys punnituspäivän mukaan.

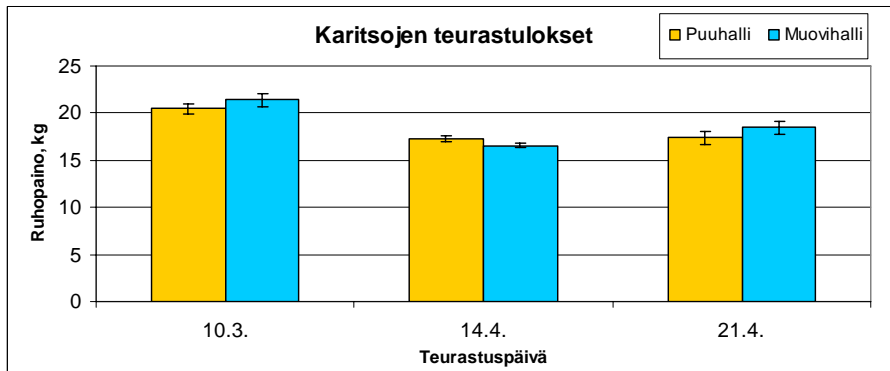


Kuva 33. Elopainon kehitys iän mukaan.

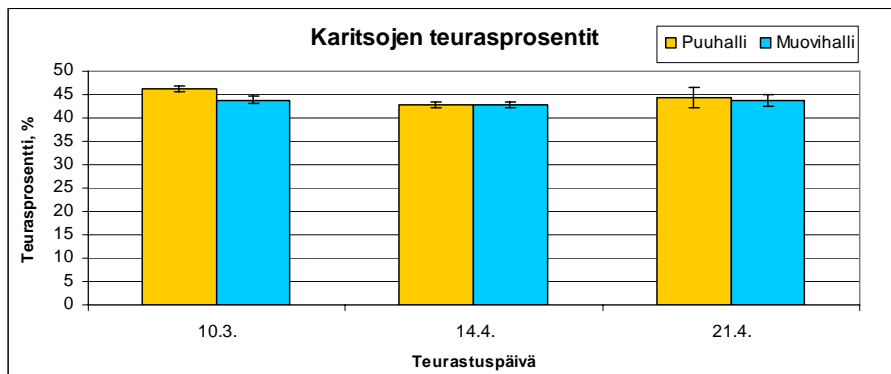
3.4.3 Teurastiedot

Karitsat teurastettiin kolmessa erässä maali- ja huhtikuussa lihan markkinointitilanteen mukaan. Teurastuloksissa eri halleissa kasvatettujen ryhmien välillä oli pieni ero muovihallin hyväksi. Puuhallissa kasvatettujen uuhikaritsojen lihapaino oli keskimäärin 17.7 ± 0.420 kg ja päässikaritsoilla 18.3 ± 0.480 kg. Vastaavat luvut muovihallissa kasvatetuille olivat 18.2 ± 0.480 ja $18.7 \pm$

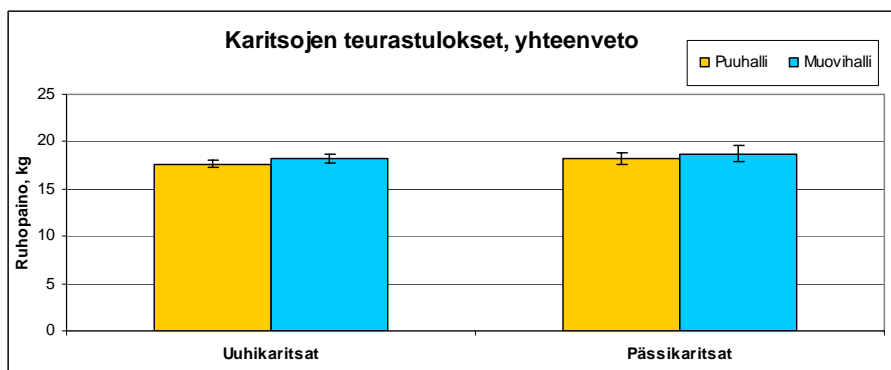
0.840 kg. Ruholuokitus oli molemmissa ryhmissä keskimääri R- ja ruhojen rasvaisuus 3+. Alla olevissa taulukoissa on esitetty teurasruhojen massat ja ruhojen teurasprosentit kunakin teurastuspäivänä.



Kuva 34. Karitsojen ruhopainot.



Kuva 35. Karitsojen teurasprosentit.



Kuva 36. Uuhi- ja pässikaritsojen teurastulokset.

3.4.4 Johtopäätökset eläinseurannan perusteella

Tässä tutkimuksessa seurattiin kahden karitsaryhmän kasvatusta vastasyntyneestä teuraskypsiksi. Toinen ryhmä kasvatettiin Södra Rönnäs Gård -tilan aiemmin rakennetussa puuhallissa ja toinen ryhmä uudessa muovihallissa. Seurantajakson aikana tehdyillä tilakäynneillä seurattiin eläinten vointia silmämääräisesti ja otettiin lampaista verinäytteitä terveystilanteen seuraamiseksi. Karitsojen kasvua seurattiin säännöllisin punnituksin.

Tutkimusjakson aikana karitsat vaikuttivat silmämääräisesti terveiltä eikä taudinpurkauksia havaittu yksittäisiä sairastapauksia lukuun ottamatta. Punnitus- ja teurastulosten perusteella molemmissa ryhmissä kasvatetut karitsat kasvoivat ja kehittyivät erittäin hyvin. Karitsaryhmien kasvu- tai teurastuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä. Verinäytetutkimuksissa niin pieni verenkuvakin kuin akuutin faasin proteiinit määrittelyksissä ei havaittu tilastollisesti merkittävää eroa ryhmien välillä.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Lampola lampaiden hyvinvoinnin ja terveyden kannalta

Lampaan käyttäytymisen perusteet

Lammas on laiduntava pienmärehtijä ja erittäin laumasidonnainen luonteeltaan. Lammas kärsii joutuessaan olemaan yksin tai erossa laumasta. Esimerkiksi laiduntaessa lammas tarvitsee vähintään 4 - 5 lajitoverin seuraa tunteakseen olonsa turvatuksi ja pystyäkseen syömään tai märehtimään rauhassa. Lammas ei mielellään syö tai juo yksin. Tästä syystä on erityisen tärkeää, että koko ryhmä pystyy syömään yhtä aikaa ja että veden saanti on tehty mahdollisimman helpoksi.

Suojaa lampaille

Perinteisesti eläinsuojat rakennettiin suojaamaan kotieläimet pedoilta. Suoja pedoilta on ajankohtaista myös nykyään; ongelmana voivat olla joko satunnaisesti alueella liikkuvat suurpedot tai ihmisen hallinnasta riistäytyneet koirat.

Eläinsuojan tarve lampaan kannalta

Lammas selviää hyvin kylmissäkin olosuhteissa, jopa -40 °C, jos se on hyvin syönyt, sopivassa villassa ja kylmiin lämpötiloihin tottunut. Sade, tuuli ja villan koostumus vaikuttavat siihen, missä lämpötilassa lammas selviää ulkona. Vaikka lammas voi selvitä ilman eläinsuojaa, on eläinsuoja tarpeen erityisesti karitsointiaikana. Helpommat työskentelyolosuhteet ihmiselle takaavat

paremman päivittäisen huolenpidon eläimille. Ruokinta ja juomavedestä huolehtiminen helpottuu, samoin astutusten ja karitsointien seuranta. Eläinsuojassa rehua kuluu ja hukkaantuu vähemmän. Eläimet ovat kuivia ja puhtaampia, jolloin kuivikkeita kuluu vähemmän (Berge, 1997).

Lampola lämpöeristeellä vai ilman?

Lampolan lämpöeristämisen arvioitiin aiemmin edistävän eläinten hyvinvointia, vähentävän sairauksia ja lisäävän tuotantoa. Lampolan arvioitiin olevan miellyttävämpi työympäristö lämpimänä ja helpottavan erityisesti juomaveden saantia. Norjassa on lukuisten koejärjestelyin ja seurantatutkimuksin selvitetty lämpöeristetyn ja eristämättömän lampolan vaikutuksia lammastuotantoon. Selvityksissä ei ole saatu mitään eroa keskeisissä tuotannon tunnusluvuissa, kuten syntyneiden lampaiden määrässä, lihan- ja villantuotannossa, rehun syönnissä ja hyväksikäytössä. Sen sijaan lämpöeristetyissä lampoloissa havaittuja ongelmia olivat suurempi ammoniakkipitoisuus ja korkeampi suhteellinen kosteus puutteellisesta ilmanvaihdosta johtuen (Berge, 1997).

Ilmanvaihto ja valo

Eristämättömissä lampoloissa on painovoimainen ilmanvaihto. Riittävästi ja hyvin sijoitellut raitisilma-aukot takaavat vedottoman ilmanvaihdon. Ilmanvaihdon säätelylle on harvoin tarvetta. Tavanomaisia ongelmia ovat liian pienet ja riittämättömät poistoaukot ja kondenssiveden tippuminen katosta eläinten päälle. Alueilla, joissa tuulee vähän, mutta sumu on tavallista, eriste katon sisäpinnalla voi helpottaa tilannetta. Ulkopuolelta maalattu peltikatto voi aiheuttaa kondenssiveden kertymistä kirkkaina öinä, kun lämpösäteily estyy eikä kosteus pääse pakenemaan (Berge, 1997).

Vuorokausirytmii säätelee monia elimistön välttämättömiä elintoimintoja ja päivittäinen valoisan ja pimeän jakson vaihtelu on tarpeen. Erityisesti lampaat lyhyen päivän lisääntyjinä ovat herkkiä havaitsemaan valon ja pimeän vaihtelut. Lampolassa täytyy olla luonnonvaloa joko ikkunoiden tai valoa läpäisevän katon kautta. Työskentelyä varten tarvitaan noin 75 – 100 luxin valaistus. Alle 10 luxin valaistus lampolassa vähentää syömiseen käytettyä aikaa ja lisää epänormaalia käyttäytymistä (Caroprese, 2008).

Äänet

Äänien tai melun vaikutuksesta lampaiden hyvinvointiin on vain vähän tietoa. Yli 75 dB melu aiheutti lievää kortisolitason nousua lampaissa, mutta käyttäytymisessä ei havaittu muutosta. Kova melu lyhensi syöntiaikaa ja lisäsi levottomuutta. Lampaat voivat myös tottua jatkuvaan meluun, jolloin melu ei enää stressaa. Äkillinen kova melu stressaa lampaita (Berge, 1997).

Tilantarve

Eläinsuojelulaissa asetetaan tilavaatimukset lampaiden pidolle kuivikepohjaisessa lampolassa. Koosta riippuen lammas tarvitsee vähintään 1 – 1.4 m² tilaa, karitsalle on varattava 0.25 – 0.75 m² ja tiineelle uuhelle 1.3 – 1.7 m². Uuhille karitsoineen on varattava vähintään 2 m². Karitsointikarsinan suosituskoko on 1.5 x 1.5 m² (Eläinlääkintölainsäädäntö 4/EEO/1997). Eläinsuojelulain vähimmäisvaatimuksilla turvataan minimiolosuhteet lampaille. Tilavaatimukset ovat ohjeena eläinsuojelutilanteissa eivätkä ne takaa optimiolosuhteita hyvin tuottavalle lampaalle.

Hyvin toimivassa lampolassa tilantarve kartoitetaan tuotantovaiheen mukaan. Jos lammastuotanto perustuu keväällä karitsoiviin uuhiin, voidaan tilantarpeeksi laskea 3.4 m² uuhelle ja kahdelle karitsalle. Jos karitsointi tapahtuu myöhään keväällä ja uuhi karitsoineen saadaan nopeasti laitumelle, riittää 2.4 m² uuhta kohden. (Fag, 2005). Suomalainen Lampaankasvattajan käsikirja arvioi tilantarpeeksi 3 m² uuhta tai pässiä kohden kuivikepohjaisessa lampolassa. Karitsointiaikana on kullekin uuhelle varattava oma karitsointikarsina, karsinoita on syytä olla 30 % karitsoivien uuhien määrästä (Fag, 2005, Äärilä & Nopanen, 2007).

Varsinaisten eläintilojen lisäksi tarvitaan rehuvarastoja ja rehunkäsittelytiloja, ruokintapöytätilaa, käytävätilaa ruokintapöytien yhteyteen ja hoitokäytävätilaa. Eläinkarsinoihin täytyy olla helppo kulkea ja eläimiä on voitava helposti siirtää karsinasta toiseen. Hyvän siisteyden ylläpitäminen vaatii sekä kuivikevarastoja että kuivikkeiden helppoa käytettävyyttä. Eläinten punnitus voi vaatia omat tilansa. Lampolan pässit tarvitsevat omat karsinansa ja sairaita eläimiä varten on syytä olla erilliskarsina. Lisäksi tarvitaan tilaa toimistotöille ja karitsointien valvonnan järjestämiseksi.

4.2 Kevytrakenteisen hallin kasvatusolosuhteet

Hyvinvoivalla eläimellä on jatkuvasti vettä ja ruokaa saatavilla, sillä on kuiva, vedoton ja riittävän tilava alue elämiseen ja lepoon. Lampaiden tavanomaisempia sairauksia ovat hengitystieinfektiot ja ripulit. Suuri eläintiheys eli ahtaus on merkittävä altistava tekijä molempien ongelmien taustalla. Hengitystieinfektioiden taustalla on tavanomaisesti riittämätön ilmanvaihto. Karitsaripulien syntyä edesauttaa ahtaus ja heikko hygienia erityisesti ruokinta-alueilla.

Ruokintapöytätilaa karsinaa kohden saadaan mahdollisimman paljon, kun koko pitkän hallin molempia ulkoseiniä käytetään visiiriruokintapöytänä. Verkkoseinärakenne hallin yläosassa ja kattotuuletus takaavat hyvän ilmanvaihdon ja riittävän kosteuden poistumisen eläintilasta. Juomaveden saanti on eläimen perusoikeus ja on erikseen varmistettava kylmärakennuksissa lämmitettyjen uimurikoppien avulla.

4.3 Kevytrakenteisen hallin tekninen kelpoisuus

4.3.1 Perustamistapa

Runkotoimitus ei sisältänyt perustuksia. Niiden toteuttamiseksi oli tiedossa hollantilainen tekniikka sekä vastaavia esimerkkejä Ruotsissa toteutetuista perustuksista. Perustamisen tulee tapahtua paikkakuntaakohtaisesti siten, että huomioon otetaan maaperän rakennettavuus sekä routa-, tuuli- ja lumiolosuhteet.

Valittu perustustapa oli kohteeseen turvallinen ja kelpoinen jopa siinä määrin, että samoja perustuksia voitaisiin myöhemmin, kevythallin mahdollisen purkamisen jälkeen, käyttää esimerkiksi puuseinätekniikalla toteutettavan uudisrakennuksen perustuksina. Valittu perustusratkaisu oli rakennuksen painoon ja käyttötapaan nähden ylimitoitettu. Tätä kuvastaa osaltaan sekin, että rakennustyötunneista liki 50 % ja rakennuskustannuksista 45 % kului maa- ja perustusrakentamiseen.

Perustukset ja koko rakennuskohteen toteutti rakennuttaja lähes kokonaan omana työnä. Perustukset sisälsivät useita valuvaiheita ja muotteihin rakennettiin peruspilarien upotusmuotit, mitkä seikat tekivät muotti- ja valutyöstä hidasta Yksikertaisempi perustusratkaisu ja rakennusammattilaisten käyttö olisi lyhentänyt rakennusaikaa ja säästänyt kustannuksia.

4.3.2 Teräsrunko

Toteutetussa pilottikohteessa runkorakenne vastaa rakennusteknisesti tavanomaisia kasvihuoneita. Runko on terästä ja toimii jäykkänä kehänä. Kehäjako on riittävän tiheä, jotta se muodostaa muovikatteelle riittävän tuen. Myös ulkosyöttöinen ruokintakaukalo on uusi sovellus. Rakennuksen oma paino on pieni. Pilottikohteen teräsrunko oli hollantilaista alkuperää. Euroopasta löytyy muitakin kaaritoimittajia, joiden malleja käytetään erilaisissa maatalouden tuotanto- ja varistorakennuksissa, myös lampoloissa. Sinkityn teräsrungon käyttöikä riittää hyvin todennäköisesti yhtä pitkään kuin hallia yleensä käytetään lampolatarkoituksiin. Osaava omatoimirakentaja voisi periaatteessa hitsata runkorakenteen teräsprofiileista itsekin, mutta rakentamissäädökset ja eläinten ja ihmisten turvallisuus edellyttäisivät joka tapauksessa ammattitaitoista rakennesuunnittelua. Omatoimikohteiden korroosiosuojaus saattaa olla huonompi kuin teollisten valmishallirunkojen. Kevyiden runkojen haittapuolena yleensä voidaan pitää vaurioherkkyyttä erilaisille mekaanisille töytäisykuormille kun seinärakenteen lähietäisyydellä ulkona tai sisällä ajetaan traktorilla.

4.3.3 Katemuovi

Katemuovi lienee rakennuksen haavoittuvin osa. Muovia kuluttavat auringon uv-säteilyn lisäksi erilaiset törmäyskuormat (traktorit, perävaunut yms) sekä lumikuorma, joka painollaan saattaa venyttää muovia. Lisäksi tuuli aiheuttaa muovin ja rungon välistä liikettä, joka voi mekaanisesti ohentaa muovia.

Linnut saattavat nokkimisellaan aikaansaada reikiä. Linnut pääsevät halliin sisään kattoluukusta sekä ruokintakaukalojen päädyistä. Tästä huolimatta lintujen ei ole kuitenkaan havaittu aiheuttaneen vaurioita. Lintujen tai muiden haittaeläinten torjunta alkaa eläinsuojan välittömän ympäristön siistinä pitämällä ja rehuntahteiden poistamisella. Lintuja on havaittu enemmän puuhallissa kuin muovihallissa.

Muovin uusimisvälistä ei ole valmistajan antamaa arviota, mutta sen kestoksi arvioidaan 10 vuotta. Kohteeseen asennetun muovin neliöhinta on 2 € Muoveja on markkinoilla useita materiaalivevaihtoehtoja, paksuuksia ja murtolujuusluokkia, joilla päästään pidempään kuin 10 vuoden kestoikään.

Lumikuorma aiheutti pohdintaa rakennuslupaviranomaisen luparatkaisussa, koska muovikatteen kestävydestä ei ollut tarkkaa tietoa. Pilottikohteen kokemusten mukaan kertynyt lumi liukui helposti ja nopeasti pois katolta eikä jäänyt kasautumaan katolle. Katon kaarimuoto edesauttaa lumen liukua.

4.3.4 Ilmanvaihto

Muovihallin tuuliverhot ovat talvella suljetut, jolloin sisään tulevan ilman nopeus hidastuu merkittävästi verkossa. Ilmanvaihto perustuu ilman liikkeeseen rakennuksen poikki sekä poistumiseen avattavien kattoluukkujen kautta. Lisäksi päätyovien raoista pääsee ilmaa. Ilmanvaihto oli käyttäjäkokemuksen perusteella riittävää ja kattoluukkuja avattiin tarpeen mukaan. Kattoluukulla säädettiin kosteuden poistumista, eikä katemuovin sisäpinnalla juurikaan havaittu kondenssia. Ilman kattoluukkua sisäilman kosteutta voi olla hankala poistaa.

Kohdetilan hallia ei ole suunniteltu käytettäväksi kesäkaudella kasvatukseen, sillä eläimet loppukasvatetaan laitumella. Kuumina kesäpäivinä lämpötila saattaa rakennuksessa nousta eläimille epämiellyttävän korkeaksi. Rakennusta on tarkoitus hyödyntää laidunkauden ajan muuhun tarkoitukseen.

4.3.5 Siirrettävyys

Teräsrunkokaaret on helppo purkaa ja siirtää toiseen paikkaan ja myös toiseen käyttötarkoitukseen. Purkutilanteessa kaaret irrotetaan peruspilareista, jotka jäävät paikoilleen, koska ne ovat lujasti perustusvalussa kiinni. Perus-

tuksia ei kannata siirtää uuteen paikkaan. Uudessa kohteessa tulee rakentaa uudet perustukset ja asentaa uudet peruspilariputket, joiden varaan vanhat kaaret asennetaan. Monikäyttöisyyden ja siirrettävyyden näkökulma puoltaa rakennukselle mahdollisimman yksinkertaisia perustuksia.

4.4 Kevytrakenteisen hallin käytettävyys

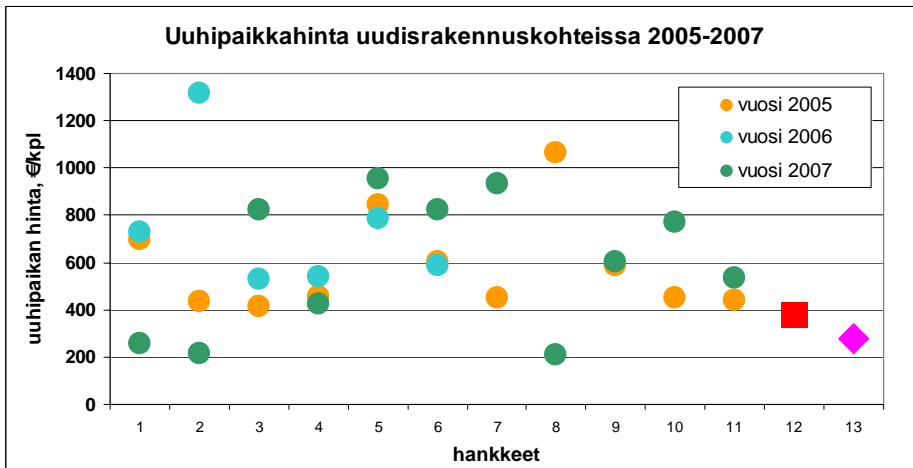
Hallin käytettävyyttä tulee arvioida karsinoiden sijoittelun, hoitoliikenteen ja rehustuksen päivittäisen toiminnan sujuvuuden kannalta. Rakennuksen perusmuoto on edullinen, jänneväli on vain 10 m. Metrin levyisen huoltokäytävän jälkeen karsinatilaa jää 4,5 m kummallekin puolelle hallia. Tämä syvyydeltä mahdollistaa ja toteuttaa eläinsuojelulain määrittelemät eläintihetydet ja minimiruokintaleveydet yksittäiselle uuhelle, uuhelle karitsoineen sekä kasvavalle karitsalle.

Tämän lisäksi käytettävyyttä tulee tarkastella hallin täytepohjan tyhjennyksen näkökulmasta, joka tapahtuu yleensä kerran vuodessa. Karsinat siirretään pois ja traktorilla on voitava vaivatta ajaa sisään. Kauhalla on pystyttävä kurottautumaan nurkkiin. Halliratkaisun ovet ovat riittävän isoja traktorin sisään ajoon. Ainoat toimintaa lievästi häiritsevät esteet ovat keskiosan kiinteät juomakuppirakenteet. Ne ovat kuitenkin kohtuullisen helposti ohitettavissa. Tyhjennys osoittautui helpoksi toimenpiteeksi ja siihen kului aikaa 4 tuntia. Väliaitojen siirtoa ei ole laskettu tyhjennysaikaan.

Hallin tyhjennyksen jälkeen lampaat viettävät 3,5 – 4,5 kuukautta laitumella. Tänä aikana halli seisoo tyhjillään. Kesäaikana se voisi toimia monikäyttöperiaatteella jossain toisessa käyttötarkoituksessa. Rakennus on hyvä sääsuoja, joten se voi toimia vaikkapa konesuojana tai kesään ajoittuvan rakennusprojektin valmisosapajana tai kokoonpanohallina. Koska rakennus on ensisijaisesti kasvihuonetyyppinen, se voi toimia erittäin hyvin juuri kasvihuoneena tomaatteja, kurkkuja, maustekasveja varten. Syksyllä valon ja lämpötilan hiipussa kasvit poistetaan ja halli sisustetaan karsinoilla lampaita varten.

4.5 Kevytrakenteisen hallin rakennuskustannus

Pilottikohteen rakennuskustannuksia voidaan vertailla saman ajanjakson lampolarakennusinvestointien kustannuksiin. Maa- ja metsätalousministeriön tuettua rakentamista koskevista rakennustilastoista on kerätty vuosien 2005 – 2007 lampolainvestointien kustannusarvioiden perusteella lasketut uudisrakennusten uuhipaikkahinnat. Kuvassa 37 on yhteensä 31 hankkeen uuhipaikkahinnat, jotka on muunnettu rakennuskustannusindeksillä vuoden 2007 hintatasoon. Esitetyt kustannusarvot vaihtelevat 200 €sta 1300 €oon uuhipaikka kohden. Södra Rönns Gårdin toteutettu pilottikohde on osoitettu punaisella neliöllä ja vaihtoehtoisella perustuksella laskettu esimerkkitapaus violetilla vinoneliöllä.



Kuva 37. Lampolahankkeiden (32 kpl, ympyräkohteet vuosittain jaoteltuina) uuhipaikkahintoja vuoden 2007 hintatasossa. Rönnäsin pilottikohte on punainen neliö ja kevytperustainen halvennetty versio violetti vinoneliö.

Kuvan 37 vertailu osoittaa, että pilottikohteen kustannukset ovat pienimpien joukossa 31 hankkeeseen verrattuna 383 €uuhipaikkahinnalla. Kevennetyillä perusteilla uuhipaikan kustannus aleni vajaan kolmanneksen eli 383 €sta 280 €oon. Kustannusero tuntuu merkittävältä, mutta tuntuu vähäiseltä suhteessa verrokkihankkeiden kustannusvaihteluun. Verrokkihankkeiden kustannuksiin voi vaikuttaa rakennuksen sisätilojen laitteet jne.

4.6 Kevytrakenteisen hallin edullisuus

Rakentamisesta maksettu hinta ei yksin selitä edullisuutta. Rakennustaloudessa edullisuus tarkoittaa rakennuksen kelpoisuuden, käytettävyyden ja laadun suhdetta rakentamisessa syntyneisiin kustannuksiin. Edullisuudella kuvataan siten panosten ja tuotosten suhdetta laajassa mielessä. Miten ja millä aikajaksolla rakennuttaja saa siitä taloudellista hyötyä sen jälkeen, kun lampola on rakennettu. Tarkastelussa täytyy seurata useampia vuosia, jotta toimintaa voidaan pitää vakiintuneena. Hankkeen taloudellisuudella tarkoitetaan kustannusten ja tuotoksen suhdetta eli saadaanko rakentamisella kustannuspuitteiden mukainen tuotantotila ja onko se oikeassa suhteessa tilassa tuotettavista tuotteista (esimerkkikohteessa lampaanliha) saatavaan markkinahintaan. Näin ollen pilottikohteen edullisuutta ei voida yksiselitteisesti määrittellä yhden toimintavuoden perustella. Edullisuutta tukevat kuitenkin seuraavat seikat:

- verrokkikohteisiin nähden varsin pieni uuhipaikkahinta
- ratkaisu mahdollistaa tehokkaan ruokintaratkaisun, joka toimii nykyistä suuremmillakin katrailla

- hallin optimaalinen jänneväli, joka mahdollistaa eri eläinryhmien pidon ja täyttää pinta-alaltaan ja /tai ruokintaleveydeltään lampaan tarvitsemat vähimmäistilavaatimukset
- hallin laajennettavuus ja monistettavuus isommille katraille
- hallin monikäyttömahdollisuus ja siirrettävyys

4.7 Käyttäjän kokemukset

Tilanpitäjät arvioivat, että uusi muovihalli (320 m²) soveltuu tiineysaikana hyvin 140 uuhelle ja karitsointi-, ja imetysaikaan enintään 100 uuhelle. Vie-roituksen jälkeen vanhempi puurakenteinen eläinsuoja sopii uuhille, ja karit-sat jäävät kasvamaan valoisaan muovihalliin, jossa ne myös syövät enem-män. Kasvavia karitsoita hallissa voi pitää arviolta 160 -180 kpl. Karitsoiden kasvaessa tilantarve lisääntyy, mutta kookkaimpia eläimiä voi myydä jo teu-raaksi tilantarpeen ollessa suurimmillaan.

Kosteus ja lämpötilavaihtelut eivät poikenneet muista eristämättömistä pihat-totyypisistä rakennuksista. Kattotuuletus ja tuuliverkko sekä ruokintavisiiri-en aukipitomahdollisuus sateettomalla säällä mahdollistivat riittävän ilman-vaihdon. Kondenssivesi ei ole ollut ongelma, eikä sitä esiintynyt muovihallis-sa enempää kuin puuhallissa. Tuuliverkkoon muodostui kosteutta säätyypistä, lumi- ja tuuliolosuhteista riippuen. Ilmiö voi vaikuttaa sen avattavuuteen, jos kosteus jäätyy.

Ympärivuotisesti tiinehtyvät rodut (dorset, suomenlammas) sopivat hyvin kasvatettaviksi tässä rakennustyypissä. Lammas altistuu kaarihallissa samalle valomäärälle kuin luonnonoloissakin.

Eläinten päivärytmi tuntui seuraavan luontaista rytmiä. Aperuokittavat eläi-met ruokailevat siten, että noin puolet laumasta makaa ja märehtii loppuosan ruokaillessa. Rakennuksen ulkopuolelta tapahtuva rehunjakelu edellyttää ajolinjojen pitämistä puhtaana lumesta. Lumisateiden aikana tämä tuottaa ylimääräistä työtä, joka pitää rytmittää päivärutiinien kanssa. Ruokintakauka-lon on syytä olla väriltään vaalea, jotta niukassakin päivänvalossa traktorista voi havainnoida kouruun menneen rehun määrään.

Hoitajan työpaikkana valoisa muovihalli on mukava. Lampaat ovat huomattavasti rentoutuneempia ja rauhallisempia kaarihallissa kuin puuhallissa. Tuot-osvaiheesta riippumatta eläimet nukkuvat lepoaikanaan syvää unta pitkin pituuttaan kyljellään maaten -näky on usein hoitajalle jopa hämmäntävä, sillä syvässä unessa oleva lammas näyttää lähes kuolleelta.

Rakennustyö olisi järkevää antaa ulkopuoliselle urakoitsijalle kokonaisuraka-ksi, ellei rakennuttajalla itsellään ole vastaavanlaisesta rakennuksesta ai-empaa pystytyskokemusta. Suomalaista urakoitsijaa oli vaikea löytää, koska

kohde oli ensimmäinen laatuaan maassamme. Ruotsalaisen toimittajan pystytystarjous oli liian arvokas. Tämä taas johti omana työnä suoritettuun pystytykseen, mikä osaltaan hidasti työn etenemistä, kuten on aikaisemmin jo selostettu. Oma työtä kalliimman ostotyöpanoksen käyttö saattaa kuitenkin tuoda merkittävää ajansäästöä ja vähentää rakennustyön stressaavuutta.

4.8 Tulevaisuuden ratkaisu?

Jos lammastaloutta halutaan kehittää voimakkaasti uuhimäärää ja katrasko-koa kasvattaen, rakentamis-, ja käyttökustannukset on syytä tarkoin etukäteen arvioida realistisesti. Rakentamisessa kantaa pyrkiä ns. elinkaariedullisiin, toimiviin ja eläinten hyvinvointia edistäviin ratkaisuihin.

Lampolarakentamisessa edullisia toteutusratkaisuja voivat olla:

1. hyödynnetään logistisesti hyvin sijaitsevat, olemassa olevat tyhjilleen jääneet tuotantorakennukset kuten navetat, konehallit ja sikalat. Suunnitellaan ja rakennetaan niihin kustannustehokkaasti ja hyvää eläintenpitoa edistäen tarvittavat karsina-, ruokinta- ja muut ratkaisut. Aperuokintaa voidaan rakennuksen korkeusmitoista riippuen tapauskohtaisesti toteuttaa rakennuksen sisällekin.
2. lammastuotantoa voimaperäisesti laajennettaessa voidaan vanhojen rakennusten hyödyntämisen ohella rakentaa uudisrakennuksia kevythallimaisina ratkaisuin. Jatkokehittelyä tarvitaan kuitenkin edullisiin perustustapoihin sekä katemateriaalin oikeaan valintaan.

Tuotantotilojen lisätarpeeseen kannatta hyödyntää ensin kaikki teknisesti hyväkuntoiset olevat tuotantorakennukset. Kevytrakenteinen muovihalli ei siten ole ainoa tulevaisuuden ratkaisumalli, mutta tarjoaa mielenkiintoisen mahdollisuuden uudisrakentamisen yhtenä vaihtoehtona.



Kuva 38. Uudisrakennusaikakauden maatalon talouskeskus: A = asunto, K = konevaja, VN = vanha navetta, joka on korjattu lampolaksi = UL. Vanhan navetan päätyyn on tehty uusi lantala ja rehusiilot toiseen päätyyn.



Kuva 39. Uudisrakennusaikakauden maatalon talouskeskus: A = asunto, K = konevaja, VN = vanha navetta, joka on korjattu lampolaksi = UL. Toiminnan laajentuessa uusia kevythalleja = UL rakennetaan niin, että muodostuu uusi tuotantopiha. Tuotantopihaan keskitetään rehu- ja lantavarastot toisistaan erilleen. Myös uusi ajoreitti tuotantopihaan voi tulla ajankohtaiseksi.

5 Kirjallisuus

- Alakomi, T. & Niiles, P. 1996. Perustamistapojen hintavertailu. Vakolan rakennusratkaisuja 4/1996. MTT, Maatalousteknologian tutkimuslaitos, Vihti, 6 s.
- Berge, E. 1997. Housing of sheep in cold climate. *Livestock Production Science* 9(2): 139–149.
- Caroprese, M. 2008. Sheep housing and welfare. *Small Ruminant Research* 4 (1–2): 21–25.
- Eläinlääkintölainsäädäntö,4/EEO/1997, viitattu 16.2.2009. Saatavissa internetistä: <http://wwwb.mmm.fi/el/laki/ff16.html>
- Eckersall, P. D., Lawson, F. P., Kyle, C. E., Waterson, M., Bence, L., Stear, M. J. & Rhind, S. M. 2008. Maternal undernutrition and the ovine acute phase response to vaccination. *BMC Veterinary Research* 4: 1–10.
- Fag, B. 2005. Productionformer. Teoksessa Fag, B. (toim.) Lönsam lammproduktion, Ett utbildningsmaterial för blivande och nystartade fårföretagare. Hushållningssällskapet i Jönköpings län, Jönköpings Läns Fåravelsförening. s. 2:1 – 2:6.
- Günzler, W. A., Kremers, H. & Flohé, L. 1974. An Improved Test Procedure for Glutathione Peroxidase (EC 1.11.1.9.) in Blood. *Zeitschrift Klinische Chemie und Klinische Biochemie* 12: 444 – 448.
- Makimura, S. & Suzuki, N. 1982. Quantitative determination of bovine serum haptoglobin and its elevation in some inflammatory diseases. *Japanese Journal of Veterinary Science* 44; 15–21.
- Orro, T. 2008. Acute phase proteins in dairy calves and reindeer – changes after birth and in respiratory infections. Väitöskirja. Helsinki: Yliopistopaino. s. 128.
- Äärilä, M. & Nopanen, A. 2007. Lammastalouden perusedellytykset: Lampola ja niiden vaatimukset. Teoksessa: Äärilä, M. & Harmoinen, T. (toim.). Lampaankasvattajan käsikirja. ProAgrian Maaseutukeskusten liiton julkaisuja 1044. Tieto tuottamaan 121. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. s. 10– 21.

