

VAKOLA

PETRI KAPUINEN

**NAUDANLIHAN TUOTANTOMENETELMÄT
JA RAKENNUKSET**

METHODS AND BUILDINGS FOR BEEF PRODUCTION



VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 63

VIHTI 1992

VAKOLA

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS
STATENS LANTBRUKSTEKNOLOGISKA FORSKNINGSANSTALT
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

Postiosoite PPA 1
 03400 VIHTI

Postal address PPA 1
 SF-03400 VIHTI
 FINLAND

Puhelin (90) 224 6211
Telephone int. + 358 0 224 6211

Telefax (90) 224 6210
Telefax int. + 358 0 224 6210

PETRI KAPUINEN

**NAUDANLIHAN TUOTANTOMENETELMÄT
JA RAKENNUKSET**

METHODS AND BUILDINGS FOR BEEF PRODUCTION

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 63

VIHTI 1992

Summary p. 112

Sammanfattning s. 108

State Research Institute of Engineering
in Agriculture and Forestry (VAKOLA)

Date of publication
28.8.1992

Authors (if organ: name of organ, chairman, secretary)	Kind of publication Study Report
	Comesioned by Ministry of Agriculture and Forestry
	Date of setting up of organ 23.12.1988
English and Swedish titles of publication Methods and Buildings for Beef Production	
Parts of publication	
<p>Abstract</p> <p>The dominating building type for beef production based upon suckler cows is cold barns. However, existing old warm barns on the farm are worth utilizing for the post-weaning raising of the suckler cows' calves. A suckler cow with her calves needs 8 - 10 m² of pen area. For heifers and bulls is 5 - 7 m² enough. Depending on at what age the calves are sold is 11 - 17 m² needed per cow place. The need of space is biggest in spring at the end of the calving period before the cattle are let out into pasture.</p> <p>The cows had better be divided into groups during the house feeding period according to age, condition and number of calvings. The heifers and bulls are divided into groups after weaning at least according to sex. Suitable group size is 5 - 7 cows or 5 bulls. It is good to have one pen for calving and sick animals per 20 cows. Pens are always classed to belong to the actual stock room. There are two main types of pens: built-up litter pens with and without concreted feed stance. Cow-kennels are more rare. The height of the pen fences has to be 140 - 150 cm above the built-up litter surface. Actual cattle handling facilities are not needed on an ordinary farm specialized on beef production, but such are usually substituted by temporary structures made of scales, pen fences, pens and passages. Actual handling facilities make the work considerably easier, though. It is advisable to equip the cow pens with small calf pens where the cows can not get in and where the calves can be fed special diet.</p> <p>The fodder board does not necessarily have to be inside the building frame, but can be on the outside of the frame under a separate little roof or completely separated from the building. A passage built purposely for littering the pens can be replaced by doors leading from the fodder board into every pen, and such doors improve access to the pens for other purposes, too. The openings in the feeding rack of cow pens have to be narrower in the lower end to prevent the calves from escaping. The fodder board of cow pens can be replaced by a feed trough and a portable feeding rack. One water cup that can be heated is needed per 15 beasts. The best place for the water cup is at the partition between two pens, at a podium in the pen close to the fodder board.</p> <p>In barns with built-up litter pens with concreted feed stance is 3.7 - 5.0 m³ storage room needed for the manure scraped from the concreted floor. The litter consumption in such barns is 4 - 7 kg/beast • day and with built-up litter pens without concreted feed stance it is 7 - 12 kg/beast • day.</p> <p>The most common deficiencies in beef barns are too few transparent boards in the roof and lack of a proper handling system for concentrates. The illumination should be 75 lx in day-time.</p> <p>For a barn of hall type is natural ventilation best suited. The width of an outlet at the ridge of the roof is 5 cm per every 3 m of the building width. The size of the air inlets under the eaves should not exceed the one of the outlets. In summer the ventilation can be rendered more effective by opening the doors. An open-fronted barn does not necessarily need a special ventilation system.</p>	
<p>Key words</p> <p>beef production, suckler cow production, self-renewing production, cold barns, open-fronted barns, hall type barns, litter, built-up litter, ventilation, illumination, feeding, feed stores, fodder board, manure disposal, manure store, exercise yard, barn dimensioning, space requirement, utilizing of old buildings, pen fences, fencing.</p>	
<p>Additional information</p> <p>VAKOLA PPA 1 03400 VIHTI FINLAND</p>	<p>Telephone + 358-0-224 6211 Telefax + 358-0-224 6210</p>
<p>Name of series, number</p> <p>Vakolan tutkimusselostus 63</p>	<p>ISSN 0782-0054</p>
<p>Pages</p>	<p>Language Finnish. Tables and figures: English. Summaries: English, Swedish.</p>
<p>Sold by</p> <p>VAKOLA, PPA 1, 03400 VIHTI, FINLAND</p>	<p>Price FIM</p>

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun laji	
Petri Kapuinen		Tutkimusselostus	
		Toimeksiantaja	
		Naudanlihantuotannon edistämishanke (MMM)	
		Toimielimen asettamispvm	
		23.12.1988	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)			
Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä			
<p>Emolehmäkasvattamon yleisin rakennustyyppi on kylmäkasvattamo. Kuitenkin tilalla olevat vanhat lämpimät kasvattamot kannattaa hyödyntää emolehmävasikoiden jatkokasvatuksessa. Emo vasikoineen tarvitsee karsina-alaa 8 - 10 m². Hiehoille ja sonneille riittää 5 - 7 m². Riippunen siitä, minkä ikäisinä emolehmävasikat myydään edelleen tarvitaan kasvattamossa karsinatilaa 11 - 17 m² emolehmäpaikkaa kohti. Suurimmillaan tilantarve on keväällä poikimakauden lopulla ennen laiduntamisen alkamista.</p> <p>Emot on syytä jakaa sisäruokintakaudella ryhmiin iän, kunnan ja poikimiskerran mukaan. Hiehot ja sonnit jaetaan vieroituksen jälkeen ryhmiin ainakin sukupuolen mukaan. Sopiva ryhmäkoko on 5 - 7 emoa tai 5 sonnia. Kasvattamossa on hyvä olla sairas- ja poikimiskarsina jokaista 20 emoa kohti. Kasvattamon tiloihin kuluu aina karsina. Karsinoita on kahta päätyyppiä: täyskuivikepohjainen ja osakuivikepohjainen. Makuuparsikasvattamo on harvinaisempi. Karsina-aitojen korkeuden tulee olla vähintään 140 - 150 cm kuivikepinnan yläpuolella.</p> <p>Varsinaisia eläinten käsittelytiloja ei tavallisella lihantuotantoon erikoistuneella tilalla tarvita, vaan ne korvataan yleensä vaa'asta, karsina-aidoista, karsinoista ja käytävistä tehdyillä väliaikaisilla rakenteilla, mutta ne helpottavat merkittävästi eläinten käsittelyä. Vasikoille kannattaa tehdä lymykarsinoita, joihin emot eivät pääse ja joihin niille voidaan järjestää erityisruokavalio.</p> <p>Ruokintapöydän ei tarvitse olla rakennuksen rungon sisäpuolella, vaan se voi olla lipan alla tai kokonaan erillään. Ruokintapöydän aidassa olevalla kulkuovella joka karsinan kohdalla voidaan korvata kuivituskäytävä ja helpottaa muutoinkin karsinaan menoa. Emojen karsinoissa ruokintapöydän aidan aukkojen tulee olla alhaalta kapenevia. Emojen karsinoiden kohdalla ruokintapöytä voidaan korvata ruokintahäkkillä ja rehukaukalolla. Jokaista 15 eläintä kohden tarvitaan lämmitettävä vesikuppi. Se on viisainta sijoittaa ruokintapöydän edessä karsinassa olevalle kynnykselle karsina-aidan kohdalle.</p> <p>Osakuivikepohjallisessa kasvattamossa tarvitaan noin 3,7 - 5,0 m³ varastotilaa kiinteältä lattialta poistettavaa lantaa varten. Täyskuivikepohjalla kuiviketta kuluu 7 - 12 kg/eläin • pv ja osakuivikepohjalla 4 - 7 kg/eläin • pv.</p> <p>Käytännön kasvattamoissa yleisimmät puutteet ovat valolevyjen käytön vähäisyys katossa ja kunnollisen väkirehuketjun puuttuminen. Päivävalaistuksen tulisi olla 75 lx.</p> <p>Hallikasvattamoon soveltuu parhaiten painovoimainen ilmanvaihto. Avokasvattamo ei tarvitse erillistä ilmanvaihtoa. Harjalla sijaitsevan poistoaukon leveys on 5 cm rakennuksen leveyden 3 metriä kohden. Räystäiden alla olevien korvausilma-aukkojen koko on korkeintaan sama kuin poistoaukkojen. Kesäilmanvaihtoa voidaan tehostaa avaamalla ovia.</p>			
Avalnsanat (asiasanat)			
naudanlihantuotanto, emolehmätuotanto, itseuudistuva tuotanto, kylmäkasvattamot, avokasvattamot, hallikasvattamot, kuivikkeet, kuivikepohja, ilmanvaihto, valaistus, ruokinta, rehuvarastot, ruokintapöytä, lannanpoisto, lantavarasto, jaloittelualue, kasvattamon mitoitus, tilantarve, vanhojen tilojen hyödyntäminen, karsina-aidat, aitaukset, aitaaminen			
Muut tiedot			
Saatavana Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitokselta (VAKOLA)			
puh. (90) 224 6211			
telefax (90) 224 6210			
Sarjan nimi ja numero		ISSN	ISBN
VAKOLAn tutkimusselostus 63		0782-0054	
Kokonaissivumäärä	Kieli suomi	Hinta	Luottamuksellisuus
	tiivist. englanti, ruotsi		Julkinen
Jakaja	Kustantaja		
VAKOLA, PPA 1, 03400 VIHTI			

SISÄLLYSLUETTELO

KUVAILULEHDET

ALKULAUSE

1. JOHDANTO	9
1.1. Rakennus- ja rehukustannusten sekä niiden seurannaiskustannusten merkitys ja vähentäminen naudanlihantuotannossa	9
1.2. Emolehmätuotannon laajeneminen lähitulevaisuudessa ja sen aiheuttama kasvattamoiden rakentamis- ja peruskorjaamistarve.	12
1.3. Haastattelututkimuksen aineisto ja sen käsittely tutkimusselostuksessa	13
2. KIRJALLISUUSKATSAUS	14
2.1. Tilalle sopiva emolehmätuotannon laajuus	14
2.2. Kylmäkasvatuksessa käytettävät rakennukset	15
2.3. Kylmäkasvatuksen asettamat vaatimukset käytettäville rakennuksille	16
2.3.1. Kylmäkasvattamon sijoittaminen ilmansuuntiin nähden, tilalle ja talouskeskukseen	16
2.3.2. Rakenteellinen kestävyys	16
2.3.3. Olosuhdevaatimukset	17
2.3.3.1. Vaatimukset yleensä	17
2.3.3.2. Lämpötila	17
2.3.3.3. Kosteus	19
2.3.3.4. Ilman nopeus	20
2.3.3.5. Haitallisten kaasujen ja epäpuhtauksien pitoisuudet eläinsuojan ilmassa	20
2.3.3.6. Valaistus	22
2.4. Rehun käsittely	27
2.5. Ruokinnan järjestäminen	28
2.6. Kuivikepohja	36
2.6.1. Kuivituksen ja lannanpoiston järjestäminen	36
2.6.2. Kuivikepohjan hygienia	41
2.6.3. Vedenimukyvyn ja ammoniakkin sitomiskyvyn sovittaminen kuivikevalinnalla	42
2.6.4. Kuivikepohjan oikeat ravinnesuhteet	43
2.6.5. Kuiva-ainehäviöt kuivikepohjan kompostoisemisessa	43
2.7. Tarvittavat tilat	44
2.7.1. Tilat yleensä	44
2.7.2. Varsinaiset eläintilat	46
2.7.2.1. Yleistä varsinaisista eläintiloista	46
2.7.2.2. Parret	46
2.7.2.3. Ruokintapöydät	54

2.7.2.4.	Karsinat	59
2.7.2.5.	Juomavesi- ja ruokinta-automaatit	63
2.7.2.6.	Kiinteät ja rakolattiat	65
2.7.2.7.	Eläinten käsittelytilat	66
2.7.3.	Muut eläintilat	67
2.7.3.1.	Jaloittelualue	67
2.7.3.2.	Aitaukset	69
2.7.3.3.	Sääkatokset	70
2.7.4.	Aputilat	70
2.7.4.1.	Lantala	70
2.7.4.2.	Rehuvaramot	71
2.8.	Kylmäkasvatuksen asettamat vaatimukset rakenteille	73
2.8.1.	Runko	73
2.8.2.	Lattian eri rakennevaihtoehdot	74
2.8.3.	Eristeet	78
2.8.4.	Ulkoverhous	78
2.8.5.	Katto	79
2.9.	Ilmanvaihdon järjestäminen	84
2.9.1.	Yleistä kylmäkasvattamoiden ilmanvaihdosta	84
2.9.2.	Kylmäkasvattamon ilmanvaihdon säätöjärjestelmä	84
2.9.3.	Luonnollinen ilmanvaihto	86
2.9.4.	Koneellinen ilmanvaihto	94
2.10.	Kuivitusjärjestelmät	94
2.10.1.	Täyskuivikepohja	94
2.10.2.	Osakuivikepohja	94
2.10.3.	Erillinen makuualue ja ruokintapaikka	95
2.10.4.	Vinokuivikepohja	96
2.10.5.	Makuuparsijärjestelmä	99
2.10.6.	Viikoittain puhdistettava täyskuivikepohja	99
2.10.7.	Kuivitusjärjestelmien vertailu	100
2.11.	Koneellinen lannanpoisto	100
2.12.	Eläinten painon seuranta	101
2.13.	Perusohjaratkaisut kylmäkasvattamoissa	101
3.	JATKOTUTKIMUSTARPEET	104
4.	TIIVISTELMÄ	105
5.	SAMMANFATTNING	108
6.	SUMMARY	112
	KIRJALLISUUSLUETTELO	119

ALKULAUSE

Maa- ja metsätalousministeriö asetti 23.12.1989 tutkimusprojektin naudanlihan tuotannon edistämiseksi. Alunperin projektissa oli viisi osaprojektia, mutta projektin johtoryhmä havaitsi, että projektista puuttuu kokonaan maatalousteknologinen osa. Tämä kuudes osaprojekti käynnistettiin maaliskuussa 1990 VAKOLAn tehtäväksi tullessa kirjallisuus- ja haastattelututkimuksella. Myöhemmin tutkimus laajeni käsittämään myös kokeellisia osia, kun tähän saatiin 11.5.1990 Maatilahallituksen tekemällä päätöksellä rahoitusta Maatilatalouden kehittämisrahastolta. Tällä rahoituksella ryhdyttiin tekemään tarkempaa selvitystä kylmäkasvattamoille hyvin keskeisen kuivikepohjan toiminnasta. Maatilahallituksen kehittämisrahasto rahoitti samalla kertaa tähän tutkimukseen läheisesti liittyvät kolme muuta projektia: Ruokintamenetelmät itseuudistuvassa naudanlihan tuotannossa (Helsingin yliopiston maatalousteknologian laitos), Lihanautojen käyttäytyminen VAKOLAn tutkimuskarjoissa (Eläinlääketieteellisen korkeakoulun kotieläinhygienian laitos) ja Lihanautojen hoidon työmenetelmät ja -menekki (Työteho-seura ry:n maatalousosasto).

Tämä julkaisu käsittää ainoastaan alussa mainitun kirjallisuus- ja haastattelututkimuksen, joka pohjautuu 22 tilalla suoritettuihin haastatteluihin, omakohtaisiin havaintoihin, mittauksiin sekä laajaan kirjallisuusselvitykseen. Kuivikepohjaa koskeva osasta ja muiden Maatilahallituksen kehittämisrahastosta rahoitusta saaneiden laitosten osuudet julkaistaan kukin erikseen. Lisäksi VAKOLA tulee julkaisemaan kaikista edellä mainituista tutkimuksista tehdyn lähinnä viljelijöille tarkoitetun yhteenvedon VAKOLAn tiedotteena.

VAKOLAn tekemien tutkimusten johtajaksi määrättiin ylitarkastaja Henrik Sarin. Päättäjänä toimi agr., MMK Petri Kapuinen. Haastattelukierroksella olivat mukana avustamassa agr.yo. Jyrki Leppälä ja VAKOLAssa hajoittelijana ollut puolalainen maatalousopiskelija Marek Pawlak. Käsikirjoituksen tarkastukseen ovat osallistuneet tutkimuksen johtajan lisäksi tarkastajat Risto Siniö ja Matts Nysand. Matts Nysand huolehti myös käännöksistä.

VAKOLA kiittää maa- ja metsätalousministeriötä, Naudanlihan tuotannon edistämisyhteistyön johto- ja projektiryhmää ja tutkimustilojen isäntäväkeä, joiden apu on omalta merkittävältä osaltaan edistänyt tutkimuksen tekoa ja onnistumista.

Vihdissä, 22. tammikuuta 1992

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS

1. JOHDANTO

1.1. Rakennus- ja rehukustannusten sekä niiden seurannaiskustannusten merkitys ja vähentäminen naudanlihantuotannossa

Naudanlihantuotanto on intensiivistä emolehmien vasikoihin perustuvassa tuotannossa, koska lihotuseläinten energiasta noin 55 % saadaan väkirehusta ja loput hyvästä säilörehusta (ARONEN 1990, s. 2). Myös TURKIN (1990, s. 15) mukaan kannattavimmilla T-tarkkailussa mukana olleilla naudanlihantuotantotiloilla väkirehun osuus oli keskimäärin 58 % nautojen kokonaisenergian saannista. T-tarkkailuun vuonna 1990 osallistuneilla emolehmätiloilla väkirehun osuus koko rehukulutuksesta oli 26 %, kun se vastaavilla välitysvasikkatiloilla samana ajankohta oli 67 %. Emolehmätiloilla väkirehun osuus nautojen energian saannista oli lähes yhtä suuri hyvin kannattavilla ja huonosti kannattavilla tiloilla, mutta huonostikannattavilla välitysvasikkatiloilla väkirehun osuus on pienempi kuin hyvin kannattavilla. (LÄTTI 1991, s. 29, liite 8.) Tästä voidaan päätellä, että emolehmätalous perustuu pitkälti juuri kotoisiin karkearehuihin ja välitysvasikoihin perustuva naudanlihantuotanto enimmäkseen väkirehuihin. On kuitenkin huomattava, että vaikka emolehmien ravinnosta lähes kaikki tulee karkeasta rehusta, lihotettavien eläinten ravinnosta voi tulla väkirehuista lähes yhtä suuri osa kuin välitysvasikoihinkin perustuvassa tuotannossa. Naudanlihantuotannossa, kuten muussakin maataloudessa, tulee lähitulevaisuudessa tärkeintä olemaan kustannusten säästäminen. Rehukustannuksissa ei voida merkittävästi säästää lähiaikoina. Rehujen tarkoituksenmukainen valinta säästää kustannuksia ehkä jonkin verran. Suurimmat säästöt voidaan saavuttaa rakennuskustannuksissa.

Itseuudistuvan naudanlihantuotannon kannattavuudesta (kannattavuuskertomesta) suurimman osan eli 24,3 % selittää rehun valkuaisväkevyys (g srv/ry). Seuraavaksi tärkein selittäjä on eläinten rehuhyötysuhde, jonka osuus on 21,6 %. Edellisen kanssa tasavertainen kannattavuustekijä on rehun hinta rehuyksikköä kohti; sen osuus on 20,8 %. Välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa rehun valkuaisväkevyydellä ja rehun hinnalla ei näytä olevan merkitystä kannattavuuteen. Rehuhyötysuhde selittää myös välitysvasikkatuotannossa 23,5 % kannattavuudesta. Poiketen itseuudistuvasta tuotannosta työkustannus eläintä kohden on välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa merkittävä kannattavuustekijä 16,2 %:n selitysasteella. Vastaavasti eläinten lukumäärän merkitys on 8,7 %, päiväkasvun 7,1 %, teuraspainon 6,7 %, E ja E+ luokkiin päässeen lihan osuuden 4,8 %, rehuomavaraisuuden 3,8 % ja lihan hinnan 2,8 %. Negatiivinen vaikutus kannattavuuteen on suurella rehuhyötysuhteella, suurella rehuomavaraisuudella ja työkustannuksella välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa sekä korkealla rehun hinnalla emolehmätuotannossa. (LÄTTI 1991, liite 7.)

ANTTILAN (1973, s. 1) mukaan rakolattiapihatto on edullisin ratkaisu lihanautojen kasvatukseen, koska kuivikepohja- ja parsikasvatukseen verrattuna säästyneen lattia-alan takia säästetään myös rakennuskustannuksissa. Vertailu on kuitenkin suoritettu ajatellen, että kaikissa näissä kolmessa kasvatemuodossa käytettäisiin lämminkasvatusta. Kuivikepohjakasvatus kuitenkin mahdollistaa kylmäkasvatuksen, jolloin rakennuskustannuksissa säästetään vielä enemmän kuin mitä edellä esitetystä lattia-alan säästöstä aiheutuu rakennuskustannusten säästöä. Lisäksi kuivikkeiden korjuu on merkittävästi helpottunut 70-luvun alkuun verrattuna, jolloin lietelantajärjestelmää ei voida enää tällä perusteella tässä naudanlihan tuotannossa puolustaa niin voimakkaasti kuin ennen, kuten ANTTILA (1973, s. 1) tekee. Siitä huolimatta kylmäkasvatuksessa rakennuksia korvataan suuremmalla työpanoksella. Kylmäkasvattamossa suurin osa työstä kuluu kuivitukseen ja lannanpoistoon. MATONIN ym. (1985, s. 205) mukaan naudanlihan tuotannossa päivittäisiin töihin kuluu aikaa kasvatettaessa nauta vasikasta 500 - 550 kg:n painoiseksi rakolattiallisessa rakennuksessa 5 tuntia, kylmäpihattoa vastaavassa rakennuksessa 10 - 12 tuntia ja parsikasvatuksessa 14 - 16 tuntia kasvatettua eläintä kohden. Edellisten lisäksi on otettava huomioon kuivikkeiden korjuuseen menevä aika.

Maatalouden tuotantorakennusten rakennuskustannukset ovat kasvaneet voimakkaasti viimeisten kahden vuosikymmenen aikana (DOLBY ym. 1989, s. 5). Nämä kustannukset ovat asettaneet niin suuria paineita muun muassa naudanlihan tuottajahinnalle, että tulevaisuudessa joudutaan luopumaan perinteisestä, kalliista rakennuksista vaativasta lämminkasvatuksesta ja siirtymään rakennuskustannuksiltaan halvempaan kylmäkasvatukseen. Tämä on erityisesti mahdollista naudanlihan tuotannossa, koska lihanautojen alempi kriittinen lämpötila on alhainen ja toisaalta emolehmien rehut ovat rehuyksikköä kohti halvempia kuin esimerkiksi lihasikojen.

DOLBYN ym. (1989, s. 5) mukaan rakennuskustannukset ovat maatalous-tuotannossa noin 15 - 30 % tuotannon arvosta, kun vastaavat kustannukset teollisuudessa ovat yleensä vain 10 %. Seuraavan laskelman perusteella voidaan todeta, että naudanlihan tuotannossa rakennuskulut ovat olleet siten verrattain kohtuulliset. Tuotantokustannukset olivat emolehmätaloudessa vuonna 1990 keskimäärin 5 163 markkaa eläintä (keskieläinluku) kohden. Tästä rakennuksista ja niiden koneista aiheutuvat poistot olivat 4,0 % ja korkovaatimus 3,3 %. Tuotantorakennuksiin kohdistuvat kasvattamon korjaus- ja kunnossapitomenot olivat vastaavana aikana 0,7 % tuotantokustannuksista. Kotoisten rehujen tuottamisessa rakennuskustannusten osuus oli naudanlihan tuotannon T-tarkkailuun 1989 osallistuneilla emolehmätiloilla keskimäärin 5,0 %. Kun kotoisten rehujen kustannus vuonna 1990 oli vastaavien tilojen emolehmätuotannossa 46,7 % ja myös ostorehut mukaan lukien 53,6 %, voidaan ajatella, että rehukus-

tannusten kustannusosuudesta noin 2,4 %-yksikköä kohdistuu itseasiassa rakennuksiin, ja on siten lisättävä varsinaisen tuotantorakennuksen rakennuskustannuksiin. Välittömien ja välillisten emolehmätuotantoon kohdistuvien rakennuskustannusten osuus kaikista tuotantokustannuksista oli noin 10 %. Rakennuskustannuksista puhdistetun rehukustannuksen osuus oli noin 51 %.

Tuotettaessa naudanlihaa välitysvasikoita kasvattamalla tuotantokustannukset olivat 7 148 markkaa eläintä kohden vuonna 1990. Rakennuksista ja niiden koneista aiheutuneet poistot olivat 3,7 % ja korkovaatimus 2,8 % tuotantokustannuksista. Kasvattamon korjaus- ja kunnossapitokustannukset olivat vastaavana aikana 0,7 % tuotantokustannuksista. Kotoisten rehujen tuottamisessa rakennuskustannusten osuus oli keskimäärin 5,2 %. Kun kotoisten rehujen kustannus vuonna 1990 oli välitysvasikkatiloilla naudanlihantuotannossa 33,4 % ja myös ostorehut mukaan lukien 53,7 %, voidaan ajatella kuten edellä, että rehukustannusten kustannusosuudesta noin 1,7 %-yksikköä kohdistuu itseasiassa rakennuksiin. Näin ollen välittömien ja välillisten välitysvasikkatuotantoon kohdistuvien rakennuskustannusten osuus kaikista tuotantokustannuksista oli noin 9 %, jolloin rakennuskustannuksista puhdistetun rehukustannuksen osuudeksi jää noin 52 %.

TURKIN (1990, s. 21) mukaan kannattavuus heikkenee nopeasti rakennuskustannusten kasvaessa. Edelleen TURKIN (1990, s. 21) mukaan kannattavimmilla T-tarkkailutiloilla rakennus- ja konekustannukset ovat keskimääräistä pienemmät, mutta työnmenekki on myös pienempi kuin keskimäärin. Lisäksi tuotannon laajetessa kannattavuus paranee niin kauan kuin tuotanto voidaan hoitaa viljelijäperheen voimin (TURKIN 1990, s. 21). Viljelijäperheen työpanos on keskeisin yksikkökokoja rajoittava tekijä, koska tilapäisen työvoiman saanti oli haastateltujen viljelijöiden mukaan vaikeaa. Yleensä tilapäisen työvoiman saantimahdollisuudet rajoituivat viljelijöiden lähisukulaisiin.

Rakennuskustannuksista 80 % aiheutuu rehuvarastoista, varusteista ja muista asennuksista eikä niinkään varsinaisesta kasvattamosta (DOLBY ym. 1989, s. 6). Tärkeintä on näiden kustannusten pienentäminen. Tämä johtaa siihen, että vaikka rakennuskustannukset ovat TURKIN (1990, s. 21) mukaan korkeimmat parsikasvattamoissa, kylmäkasvattamot eivät ole merkittävästi edullisempia kokonaiskustannusten kannalta, koska rehunkulutus kylmäkasvattamoissa on lämpimien parsikasvattamoiden rehunkulutusta suurempi. Rakennussuunnitelmien ollessa toiminnallisilta ominaisuuksiltaan ja kestävyydeltään keskenään samanlaisia niiden välisillä rakennuskustannuseroilla sen sijaan on suuri merkitys uutta rakennusta suunniteltaessa. (TURKIN 1990, s. 21.) Rehukustannuksia voidaan säästää myös välillisesti rakennusten ja koneiden kautta, koska ne mahdollistavat tarkemman rehujen annostelun ja rehujen hävikit pienenevät.

Kylmäkasvatus antaa mahdollisuuden harjoittaa tuotantoa yksinkertaisissa vähän eristetyissä tai kokonaan lämpöeristämättömissä ja luonnollisella ilmanvaihdolla varustetuissa rakennuksissa. Rakennuskustannuksissa on voitu säästää yksinkertaistamalla rakennustapaa ja tuotantomuotoja sekä valitsemalla halvempia rakenteita ja rakennusmateriaaleja. Omatoiminen rakentaminen voi vähentää rahamenoja jopa 20 - 25 %. Parhaiten rakennuskustannuksissa voidaan säästää suurentamalla oman työpanoksen osuutta suunnittelemalla rakennushanke ja aikataulu hyvin. (DOLBY ym. 1989, s. 6 - 7.)

Eläinten kasvussa ei ole eroa rakolattiolla tapahtuvan lämminkasvatuksen ja kylmäkasvatuksen välillä, mutta eläintiheys vaikuttaa kasvuun. Kytkeytyneet kasvatetut eläimet kasvavat hitaammin kuin kytkemättömät. (Boucqué Ref. MATON ym. 1985, s. 205 - 206.)

Muun muassa TURKIN (1990, s. 21) mukaan rehukustannuksia voidaan pienentää tarkentamalla nopeimmin kasvavien nautojen ruokintaa. Näin ollen koneisiin, laitteisiin ja rakennuksiin liittyy myös eläinten painontarkkailun järjestäminen. Vähätöinen ja luotettava painontarkkailun mahdollistava vaaka esimerkiksi ruokinta-automaatin yhteydessä on oiva apu myös oikean teurasajankohdan määrittämisessä ja eläinaineksen jalostuksessa. Se auttaa myös keskeisen kannattavuustekijän, päiväkasvun vertailussa muiden kasvattamoiden vastaavaan. Esimerkiksi TURKIN (1990, s. 21) mukaan nettopäiväkasvu oli parhaimmin menestyneillä T-tarkkailutiloilla hieman yli 500 g/eläin/pv, kun taas huonoimmin menestyneillä se oli 440 g/eläin/pv.

1.2. Emolehmätuotannon laajeneminen lähitulevaisuudessa ja sen aiheuttama kasvattamoiden rakentamisen ja peruskorjaamisen tarve.

Emolehmätuotannossa on tällä hetkellä mukana noin 10 000 lehmää. Lypsylehmien ja liha-maito-ohjelmassa kasvatettavan naudanlihan määrän vähetessä on tarkoituksena, että emolehmien määrä kasvaisi vuoteen 2 000 mennessä 50 000 - 60 000 yksilöön. Näin ollen, jos tavoite saavutetaan, edellyttää tämä emolehmäpaikkojen 5 - 6 -kertaistamista vajaassa kymmenessä vuodessa. Tarve uudisrakentamiseen ja peruskorjaukseen emolehmätuotannossa on siten melkoinen. Suomeksi ei ole julkaistu kattavaa tutkimusta emolehmä-rakennuksista, vaan niiden rakentaminen on tapahtunut yritysten ja erehdysten kautta ja keräämällä tietoa suoraan muilta kasvattajilta ja teurastamoiden neuvojilta. Koska emolehmäkasvattamoja rakennetaan paljon kuluvan vuosikymmenen kuluessa, rakentamisessa mahdollisesti tehtävät virheet tehdään aivan lähitulevaisuudessa, ja niitä tehdään paljon. Tarpeellista palautetta virheellisistä ratkaisuksista ei rakentamista aloittaville voida tarjota riittävästi ilman keskitettyä tutkimusta ja tiedottamista.

1.3. Haastattelututkimuksen aineisto ja sen käsittely tutkimusselostuksessa

Kirjallisuudesta saatavan tiedon suhteuttamiseksi suomalaisiin olosuhteisiin haastateltiin 22 suomalaista naudanlihantuottajaa. Haastattelutilat valittiin pääosin Emolehmätarkkailussa mukana olevista tiloista siten, että mukaan tuli mahdollisuuksien mukaan kaikenlaisia kasvattamoita. Näin pyrittiin selvittämään erilaisten kasvattamoiden väliset erot.

Samantyyppisissäkin rakennuksissa rakenteelliset ratkaisut vaihtelivat varsin paljon. Tästä oli tehtävä se johtopäätös, että naudanlihan tuotantorakennusten rakenneratkaisut eivät olleet vielä kovin vakiintuneita. Varsinkin ilmanvaihtoratkaisut olivat varsin omaperäisiä. Haastattelut tehtiin kesäaikaan, joten ilmanvaihtojärjestelmien toimivuutta ei voitu itse todeta, mutta ilmeisesti ne olivat pääsääntöisesti toimineet ainakin tyydyttävästi. Rakenteiden mitoitukset näyttivät selvinneen viljelijöille kyselemällä toisilta tuottajilta ja käymällä näiden kasvattamoissa. Teurastamoiden rakennussuunnittelijat ja -neuvojat näyttivät ainakin alueittain vaikuttaneen asiaan. Tutkimuksen kannalta paras aineisto saatiin karsina-aitojen korkeudesta ja muunmuassa ruokintapöydän aidan mitoituksesta. Lisäksi muutamiin satunnaisiin yksityiskohtiin saatiin valaistusta. Esimerkkinä mainittakoon juomakuppien sijoitus ja vapaa tila ruokintapöydän aidan päällä. Selkeästi havaittiin myös, että suomalaiselle kasvattamolle tyypillinen tasainen karsinan lattia ei riitä osakuivikeratkaisussa koko sisäruokintakauden kuivikekertymälle ilman välityhjennystä. Muilta osin aineistoista ei oikeastaan ollut löydettävissä niin monia samankaltaisia rakenneratkaisuja, että oikeita mitoituksia olisi voitu määrittää. Tämän kaltaisten asioiden tutkiminen näyttäisi vaativan keskittymistä suppeisiin yksityiskohtiin, joita tutkijat seuraisivat useassa kasvattamossa pitkän aikaa.

Emolehmien ja kasvavien lihanautojen ruokintatavat ja rehut olivat haastattelutiloilla varsin samankaltaisia. Käsitykset esimerkiksi emojen tunnuksista vaihtelivat, mutta siitä eivät edes tutkijat ole yksimielisiä. Sekä korsi- että väkirehujen laatu saattoi varsinkin emojen ruokinnassa vaihdella, mutta rypsaannin osuus kummastakin ryhmästä näytti olevan saman suuruinen. Rehujen käsittelytavat varsinkin ennen varsinaista ruokkimista vaihtelivat niin paljon, että esimerkiksi näihin töihin kuluvaa aikaa on vaikea määrittää kyselemällä tai mittaamalla yksittäisillä tiloilla, koska periaatteessa samoissakin työmenetelmissä on suurta sisäistä vaihtelua. Erityisesti väkirehukäsittelyketjut olivat silmiinpistävästi kehittymättömiä. Kasvattamon toimintojen liittyminen muuhun tilan toimintaan näytti varsin usein täysin suunnittelemattomalta. Näistä esimerkkinä ovat juuri väkirehuketju ja usein myös karkearehuketju. Kiinteältä lattialta viikottain poistettavan lannan varastointi oli pääsääntöisesti täysin ratkaisematta. Kuivikkeita haastattelutiloilla käytettiin saatujen tietojen perusteella varsin niu-

kasti. Kuivikkeena käytettiin yleensä pelkästään olkea, mikäli sitä vain oli varastossa riittävästi. Varsin harvat viljelijät olivat tietoisesti kuivikevalinnalla pyrkinneet vaikuttamaan kuivikepohjan toimivuuteen tai yleensä tiedostaneet, toimiko kuivikepohja hyvin vai huonosti.

Parasta haastattelututkimuksen antia oli se, että tutkijalla oli mahdollisuus erittäin perusteellisesti ja monipuolisesti tutustua tuotantomuotoon. Tämä auttoi tutkijaa ymmärtämään tuotantomuodossa esiintyviä ongelmakohtia, jotka vaikuttivat tarvittaviin rakennusratkaisuihin. Haastattelututkimus ohjasi voimakkaasti tämän tutkimusselostuksen rakennetta ja sisältöä. Sen sisällössä painottuvat ne kohdat, jotka tutkijan mielestä näyttivät olevan ongelmia kylmäkasvattamoiden rakentamisessa ja käytössä. Toisaalta eri osien laajuuteen on vaikuttanut kyseisestä asiasta saatavissa olleen kirjallisen tiedon määrä ja laatu. Tutkimusselostus on kirjoitettu kirjallisuustutkimuksen muotoon, ja sitä on tarpeellisin kohdin täydennetty sikäli, kun haastattelututkimuksesta asiaan on löytynyt valaistusta. Siinä on tuotu esille ne käytettävissä ja tiedossa olevat ratkaisut, joita tutkija on viljelijöiden haastattelujen ja kirjallisuuden perusteella pitänyt järkevinä. Pääpaino on uuden kasvattamon rakentamisessa, mutta selostuksen yksityiskohdat ovat täysin sovellettavissa myös vanhan rakennuksen muuttamiseen itseuudistuvaan naudanlihantuotantoon sopivaksi. Mukaan on kuitenkin otettu myös vanhojen rakennusten käyttöön liittyviä vinkkejä.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1. Tilalle sopiva emolehmätuotannon laajuus

Emolehmien rehujen riittävyys liittyy läheisesti kuivikkeiden riittävyyteen, koska emolehmien pääasiallinen talvirehu on olki, joka on myös kylmäkasvattamon pääasiallinen kuivike. Tarvittavia rehumääriä on tarkasteltu tämän julkaisun luvussa Ruokinnan järjestäminen.

Kylmäkasvatuksessa keskeisellä sijalla tuotannon laajuuden kannalta on kuivikkeiden saanti. Kuivikkeiden menekki riippuu rakennustyyppistä. Eri rakennusten kuivikkeiden menekkiä tarkastellaan luvussa Kuivituksen ja lannanpoiston järjestäminen. Tähän liittyy myös viljelijäperheen työpanoksen suuruus keskeisesti, koska suurin osa kylmäkasvattamon työnmenekistä liittyy kuivikkeiden hankkimiseen, käsittelyyn ja lannanpoistoon. Työnmenekkejä tarkastellaan tarkemmin tähän tutkimuskokonaisuuteen liittyvässä Työtehoseuran tekemässä osassa, joka julkaistaan myöhemmin.

Eräs tuotannon laajuutta määrittelevä tekijä on syntyvän lannan määrä peltoalaa kohti. Täysikokoisen lehmän lannan levittämistä varten tarvitaan 0,5 ha maata. Vastaavasti hiehon tai lihanaudan lannan levittämistä varten tarvitaan 0,25 ha maata. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 38.).

2.2. Kylmäkasvatuksessa käytettävät rakennukset

Jotta yksinkertaisia rakennuksia voitaisiin käyttää, eläimet eivät voi olla kytkettyjä. Rakennus voidaan luokitella yksinkertaiseksi rakennustapansa, käyttömuotonsa tai rakennustyön yksinkertaisuuden ja halpuuden perusteella. Rakennustapansa perusteella yksinkertaisella rakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jonka osat on helppo liittää toisiinsa ja joka voidaan rakentaa omatoimisesti. Puhuttaessa halvasta ja yksinkertaisesta rakennuksesta tarkoitetaan yleensä eristämätöntä ja halvoista materiaaleista tehtyä rakennusta. Erityisesti maataloudessa oman työn ja puutavaran osuus hankkeen kokonaiskustannuksista saattavat tehdä kalliimmasta hankkeesta halvempaa ratkaisua edullisemmän. (DOLBY ym. 1989, s. 5, 7, 11.)

Rakennettava rakennus saadaan yksinkertaisemmaksi yksinkertaistamalla rakennuksen ulkokuorta ja muuttamalla eläinten pitotapoja. Ensimmäinen kohde rakennuksen yksinkertaistamisessa on tyytyminen ohuempiin eristeisiin tai niiden jättäminen kokonaan pois. (DOLBY ym. 1989, s. 6.) Yleensä eristetyin ja eristämättömän rakennuksen välimuoto ei ole teknisesti mielekäs. PECHERTin (1976, s. 448) mukaan ensimmäisen sukupolven kylmäkasvattamoissa oli vähintään viidettätoista osaa (noin 6,7 %) pohjan pinta-alasta vastaava ala avointa seinää, ja niissä oli kuivikepohja. Toisen polven kylmäkasvattamoissa tuuletusaukkojen ala oli PECHERTin (1976, s. 448) mukaan vain sadasosa pohjan pinta-alasta, ja niissä käytettiin jo lietalantajärjestelmää. Saksassa kehitys näyttää siten kulkeneen varsinaista kylmäkasvatusta lämpimämpään kasvatukseen. Suomalainen ilmasto on kuitenkin merkittävästi sikäläistä kylmempi ja siten vaatii suhteellisen raskasta rakentamista, varsinkin jos käytetään lietalantajärjestelmää, mikä edellyttää käytännössä vähintään +3 °C:n sisälämpötilaa. Näin ollen on oletettavaa, että kehitys ei kulje tässä mielessä yhtä pitkälle Suomessa kuin mitä se on tehnyt Saksassa.

Uudisrakentaminen ei ole aina tarkoituksenmukaista ainakaan tuotantoa aloiteltaessa. Tilalla olevat vanhat rakennukset kannattaa hyödyntää, mikäli niiden hyväksikäyttö työtekniisesti on perusteltavissa. Useat vanhat rakennukset ovat kuitenkin liian ahtaita, jotta kylmäkasvatuksessa käytettävien suurien pyöröpaalien käsittelyssä ja lannanpoistossa tarvittavaa traktoria voitaisiin käyttää. Tällaisen vanhan rakennuksen hyväksikäyttöä ei voida perustella muuta kuin hyvin väliaikaisena ratkaisuna. Käyttökelpoisimpia vanhoja rakennuksia ovat lähinnä vanhat ladot, joissa on tilaa käsitellä rehua ja kuivikepohjaa traktorityökoneilla. Sen sijaan tyypillisesti käyttökeltottomia kylmäkasvatukseen ovat vanhat lypsykarjarakennukset, koska ne ovat liian matalia ja niiden käytävät liian kapeita traktorityökoneille. Vanhan karjarakennuksen järkevä hyväksikäyttö kylmäkasvatuksessa edellyttää, että sen välikatto voidaan poistaa ja että sinne voidaan tehdä riittävän suuri yhtenäinen lattia-ala kuivikepohjaa varten ja että siihen voidaan tehdä riittävän suuret ovet traktorilla liikennöintiä varten.

2.3. Kylmäkasvatuksen asettamat vaatimukset käytettäville rakennuksille

2.3.1. Kylmäkasvattamon sijoittaminen ilmansuuntiin nähden, tilalle ja talouskeskukseen

Edullisin paikka kasvattamolle on etelänpuoleinen ja tuulensuojainen rinne (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30). PECHERTin (1976, s. 448) mukaan avokasvattamon avoimen seinän tulisi lisäksi olla etelää kohti. Näin sijoitettu kasvattamo on muihin vaihtoehtoihin nähden lämpimämpi auringon paistaessa koko päivän avoimesta seinästä sisään. Avokasvattamolla tarkoitetaan kasvattamoa, jonka etuseinä on avoin ja muissa seinissä ei ole muita aukkoja kuin ilmanvaihtoaukkoja.

Laitumelle sijoitettava katos saadaan viileimmäksi rakentamalla se itä-länsisuunnassa avoin seinä pohjoiseen, eristetty ja vaaleaksi maalattu katto pohjoiseen sekä suhteellisen korkeaksi. Tällöin myös suojan varjo liikkuu vähiten ja toimintojen sijoittaminen on helpointa. Katoksen lattian tulee kuitenkin tällöin olla betonista, sillä liikkumaton varjo ei kuivata koko katoksen alustaa. Vastaavasti lämpimin ja kuivin katoksen alusta saadaan rakentamalla katos pohjois-eteläsuunnassa. Paras lämpimyys ja viileys voidaan saavuttaa tarpeen mukaan kevyillä katoksilla rakentamalla ne liikuteltaviksi, jolloin niitä voidaan kääntää ilmansuuntiin nähden. (Neubauer Ref. BARTH 1982, s. 56.) Suorakaiteen muotoiset varjot ovat Neubauerin ja Cramerin (Ref. BARTH 1982, s. 56) mukaan parempia kuin kaarevamuotoiset, mutta varjon koolla ole Esmayn (Ref. BARTH 1982, s. 56) mukaan merkitystä sen laadulle. Tuulenpaineella toimivalla luonnollisella ilmanvaihdolla varustettua kylmäkasvattamoa ei pidä rakentaa 15 metriä lähemmäksi toisia rakennuksia, ja sitä lähempänä olevat puut pitäisi kaataa ilmanvaihdon toimivuuden takia (BATES ja ANDERSON 1985, s. 356).

2.3.2. Rakenteellinen kestävyys

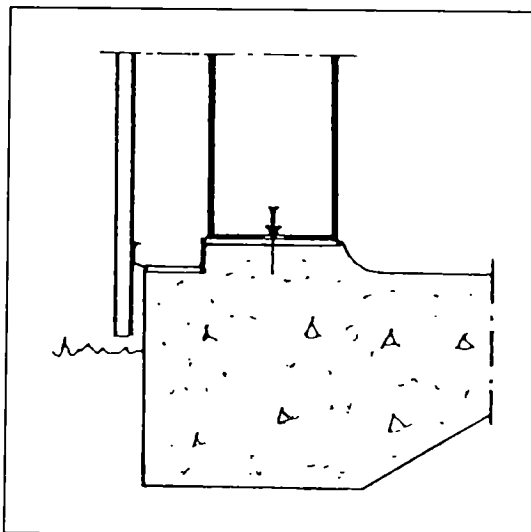
Kylmäkasvattamoiden tulee muiden kotieläinrakennusten tavoin olla kestäviä ja vakaita rakenteiltaan, ja niiden tulee kestää sadetta, lunta ja tuulta. Erityisenä vaatimuksena juuri kylmäkasvattamoiden rakenteille on niiden kestävyys pitkään jatkuvissa kosteissa olosuhteissa. Tämä asettaakin erityisiä vaatimuksia rakenteiden lahon- ja ruosteensuojaukselle sekä rakennuksen ilmanvaihdolle. Lisäksi rakenteiden tulee kestää kemiallisesti aggressiivisia aineita, kuten virtsaa, lantaa, pesuaineita, säilöntäaineita ja maitohappoa. (DOLBY ym. 1989, s. 10.) Kylmäkasvatusrakennuksissa vallitsevat erityisen kosteat olosuhteet asettavat erityisiä vaatimuksia rakennusten yksityiskohdille. Esimerkiksi teräskehä tulee nostaa betonijalustalle muuta lattiapintaa ylemmäs, kuten kuvassa 1. Vastaavasti kyllästämätön puurakenne tulee nostaa kostealta lattiapinnalta betonikorokkeen tai vastaavan päälle. Puun ja korokkeen väliin on lisäksi laitettava kattouopaa tai muuta vastaavaa kosteutta eristävää materiaalia.

Kuva 1.

Teräsrakenteen nostaminen ylös lattiapinnan tasosta (DOLBY ym. 1989, s. 21)

Figure 1.

In moist conditions steel frames have to be raised above the floor level (DOLBY et al. 1989, p. 21)

**2.3.3. Olosuhdevaatimukset****2.3.3.1. Vaatimukset yleensä**

Olosuhteilla on suuri merkitys eläinten viihtyvyyteen ja tuotantokykyyn. Yksinkertainen rakentaminen ei saa alentaa tuotteiden, tässä tapauksessa lihan, laatua. Esimerkiksi kylmäkasvattamoiden olosuhteita on oleellisesti voitu parantaa käyttämällä valoa läpäiseviä katto- ja seinämateriaaleja. Lisääntynyt auringonsäteily alentaa ilman suhteellista kosteutta ja kuivattaa rakennusta päiväsaikaan. (DOLBY ym. 1989, s. 5, 7.) Keskeisiä kylmäkasvattamon olosuhdevaatimuksia ovat eläinten vaatimus lämpötilasta, sen tasaisuudesta, korkeimmasta sallitusta suhteellisen kosteudesta ja hyväksyttävistä ilman epäpuhduksista, jäätyminen estäminen sekä veden tiivistymisen rajoittaminen (DOLBY ym. 1989, s. 8). On huomattava, että kylmäkasvattamon olosuhteet määräytyvät eläinten eikä hoitajien vaatimusten mukaan (PECHERT 1976, s. 450).

Kylmäkasvattamon on oltava myös työturvallinen. Tuotantorakennuksesta ei saa aiheutua henkilövahinkojen vaara tai uhkaa terveydelle. Sopimattomat työasennot ja raskaat työvaiheet tulee poistaa mahdollisuuksien mukaan. Tämä tulee ottaa huomioon jo rakennussuunnitelmaa tehtäessä suunnittelemalla tarvittavat työvaiheet yksityiskohtaisesti. (DOLBY ym. 1989, s. 8.)

2.3.3.2. Lämpötila

Lämpötilan tulee olla eläinsuojassa sellainen, että eläimet kokevat sen mukavaksi ja kasvavat hyvin. Tätä lämpötila-aluetta nimitetään termoneutraaliksi alueeksi. Alin hyväksyttävä lämpötila laskee yleensä eläimen painon kasvaessa. Lisäksi termoneutraaliin lämpötila-alueeseen vaikuttavat eläinten liikkumisvapaus, ruokinnan taso ja ikä, eläintiheys, makuualueen lämpöeristys sekä veto. Parsinavetassa oleva nauta tarvitsee pysyäkseen termoneutraalilla alueella +12 °C:n lämpötilan, kun taas irrallaan oleva nauta, jolla on pääsy sateen ja tuulen suojaan sekä kuivitettu makuualue, tarvitsee ainoastaan -20 °C:n lämpötilan ilman, että se kuluttaa ylimääräistä rehua itsensä lämpimänä pitämiseen. Lämpötila voisi olla vieläkin alhaisempi, jos suurempi rehun kulutus sallittaisiin. (DOLBY ym. 1989, s. 8.)

Tärkeää on eläimistä poistuva lämpö. Siihen vaikuttaa useita tekijöitä, jotka ovat muun muassa makuualusta ja lämpötila. Maatilahallituksen rakentamisolueen mukaan lihanaudan termoneutraali lämpötila-alue on $-10 - 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja pikkuvastikan $15 - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ANON. 1988 s. 2). Lattiaratkaisusta ja kuivikkeiden käytöstä riippuen yli 3 kuukauden ikäisen lihanaudan alempi kriittinen lämpötila on $-35 - -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja pikkuvastikan $0 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. (ANON. 1988, s. 2.) Websterin (Ref. DeSHAZER ja OVERHULTS 1982, s. 20) mukaan pihviemon alempi kriittinen lämpötila on $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja Teterin ja DeShazerin (Ref. DeSHAZER ja OVERHULTS 1982, s. 20) mukaan 300 kg painavan lihasonnin alempi kriittinen lämpötila on $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja vastaavasti 500 kg painavan $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Niinpä nuorten kasvavien eläinten tulee saada parhaat ja lämpimimmät tilat (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30). NUMMISEN ja MAHLAMÄEN (1987, s. 30) mukaan ihanteellinen lämpötila lihakarjalle on $5 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, mutta vasta yli $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pakkasella rehunkulutus alkaa nousta merkittävästi. Näin ollen kylmäkasvattamon olosuhteita suunniteltaessa voidaan hyväksyä, että lämpötila on lyhyitä aikoja mitoituslämpötilaa alempana, kunhan huolehditaan siitä, että rehua ja lämmintä juomavettä on riittävästi saatavilla.

Blaxterin (Ref. DeSHAZER ja OVERHULTS 1982, s. 19) mukaan lihakarjan alempi kriittinen lämpötila on $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ matalampi, jos ruokinta on vapaa eli kolminkertaisesti ylläpidon täyttävä, verrattuna ylläpitoruokintaan. Korkea lämpötila on vaikeammin hallittavissa kuin matala. Nauta joutuu vähentämään syömistään ja tuotantoa lämpötilan noustessa yli noin $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (DOLBY ym. 1989, s. 8). Karjasuojan kattoa voidaan jäähdyttää tehokkaasti sumuttamalla vettä sen pinnalle, jolloin katon lämpötila voidaan laskea jopa lähelle ympäröivän ilman lämpötilaa. Riittävä vesimäärä oli Yhdysvalloissa 1,5 kg vettä katoneliömetrille tunnissa. (Yellott Ref. BARTH 1982, s. 55.)

Yli $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilasta alkaa olla haittaa ensin hoitajille ja sen jälkeen myös eläimille. Eristämättömässä rakennuksessa on huomattavasti suurempi lämpöylijäämä maksimi-ilmanvaihtotilanteessa kuin eristetyissä auringon säteilyn takia. Ilmanvaihdon tarve riippuu siten katto- ja seinämateriaalista. Lisäksi ilmanvaihdon mitoituksessa tulee ottaa huomioon, pidetäänkö eläimiä kesällä sisällä vai ulkona. (DOLBY ym. 1989, s. 31.) Voimakkaalla ruokinnalla karjasuojan lämpötila ei saisi nousta yli $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. Voimakasta ruokintaa käytetään itseuudistuvassa naudanlihantuotannossa eläinten lihotuksessa. Emolehmien ruokinnan voimakkuus sen sijaan on suhteellisen alhainen, jolloin tämän lämpötilan ylittämisestä ei ole suoranaista haittaa. Vihreä kasvusto pienentää tehokkaasti eläimiin kohdistuvaa lämpökuormaa (Welchert Ref. BARTH 1982, s. 57). Tämän tähden kaikki ne ulkoalueet, joilla eläimet oleskelevat kesäaikana, siis myös ruokintatarhat, tulisi pitää vihreän kasvuston peitossa.

Täysin eristämättömät kasvattamot eivät NUMMISEN ja MAHLAMÄEN (1987, s. 30) mukaan sovellu pohjoisimpaan Suomeen. Lisäksi poikimakausi täytyy tällöin ajoittaa loppukevääseen, jolloin pahimmat pakkaskaudet ovat jo ohi. Lämpimässä kasvattamossa poikimakausi voi kuitenkin alkaa jo keskitalvel-la. Tämä parantaa laitumen hyväksikäyttöä. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30.) Eräällä tutkimukseen osallistuneella tilalla poikimisia oli ollut lämpölampun alla aina $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$:seen saakka. Poikimakausi pitäisi keskittää maaliskuuhuhun, jotta yövalvonta ei lisääntyisi. Lisäksi astutuskausi ajoittuisi tällöin keväiselle sisäruokintakaudelle, mikä saattaisi johtaa vaikeuksiin järjestää emolehmien ryhmiä ruokinnan ja astutuksen kannalta järkevästi. Vasikoiden imeminen olisi tällöin loppukeväästä sisäruokintakauden lopulla myös runsasta ja emolehmien ruokinta voimakasta. Vasikoille olisi lisäksi järjestettävä hyvälaatuista nurmirehua ja estettävä niiden pääsy emojen usein jo loppukeväästä osittain pilaantuneille nurmirehuille. Lämpötilan säädön suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös voimakkaiden muutosten vaimentaminen (DOLBY ym. 1989, s. 10).

Jäätymisen estämisellä tarkoitetaan kylmäkasvattamoiden yhteydessä lähinnä lattiapintojen jäätymisen aiheuttaman liukastumisriskin pienentämistä. Riskin pienentämiseksi saattaa olla kylminä kausina tarpeellista rajoittaa ilmanvaihtoa. Pääperiaatteena tulee kuitenkin olla haluttujen kohteiden pitäminen sulana esimerkiksi siirrettävillä lämpöpuhaltimilla. Lämpötila laskee eristämättömässä karjasuojassa talvella pakkasen puolelle, mikä altistaa vesijohdot jäätymiselle. Eläimillä tulee kuitenkin olla juomavettä saatavilla tällöinkin. Vesijohdot tulee asentaa niin, että jäätyminen estyy. Juomakupit voidaan kiinnittää roudattomaan syvyyteen upotettujen betoniputkien päihin, jolloin maan lämpö estää kuppeja jäätymästä. (DOLBY ym. 1989, s. 10.) Varmuuden vuoksi pystyosaan kannattaa vielä asentaa lämpökaapeli.

Korkean lämpötilan aiheuttama hikoilu ja toisaalta vilustumisen aiheuttavat terveysriskin. Vuorottaista työskentelyä saman työpäivän aika eristetyissä ja eristämättömissä tuotantorakennuksissa on vältettävä. Paras ratkaisu on aloittaa työpäivä eristämättömästä rakennuksesta. Vaikka lämpötila onkin yli $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, tarvitaan eristämättömissä rakennuksissa työskennellessä ylimääräistä vaatekäsineitä ja työkalusineitä. (DOLBY 1989, s. 8.)

2.3.3.3. Kosteus

Kosteus eläinsuojassa on eläimille epämiellyttävä, sillä se on epähygieeninen ympäristö ja tiivistyneet vesipisarat satavat eläinten päälle. Korkea suhteellinen kosteus ei suoraan vaikuta nautojen terveyteen ja tuotantoon. Sen sijaan korkea suhteellista kosteutta seuraa yleensä muutoin huono ilma. Ruotsalaisen eläinsuojelumääräysten mukaan ilman suhteellinen kosteus ei saa ylittää ulkoilman

suhteellista kosteutta yli 10 %-yksiköllä. Liian matala suhteellinen kosteus taas alentaa nautojen keuhkojen taudinvastustuskykyä. (DOLBY ym. 1989, s. 9.) NUMMISEN ja MAHLAMÄEN (1987, s. 30) mukaan 50 - 70 % on sopiva suhteellinen kosteus lihakarjalle.

Sisä- ja ulkoilman lämpötilaeron sekä sisäilman suhteellisen kosteuden noustessa veden tiivistyminen lisääntyy myös eristämättömissä rakennuksissa. Jotta ilman suhteellinen kosteus voitaisiin pitää alkuperäisellä tarkoitetulla tasolla ulko- ja sisäilman lämpötilan laskiessa, on ilmavirtaa suurennettava. (DOLBY ym. 1989, s. 9.) Tätä ei pidä kuitenkaan käsittää niin, että pitäisi pyrkiä nostamaan karjasuojan lämpötilaa lämmittämällä, sillä sisäilman lämpötilan noustessa kosteudentuotanto erilaisilta kosteilta pinnoilta kasvaa suhteessa enemmän kuin mitä suuremmasta lämpötilaerosta hyödytään. Lisäksi eristämättömässä rakennuksessa lisälämmöstä aiheutuva lämmityskustannus ei olisi missään suhteessa hyötyihin ja kosteuden tiivistyminen ulkoseiniin tuhoaisi varsinkin puurakenteiset rakennukset nopeasti.

2.3.3.4. Ilman nopeus

Jonesin ym. (Ref. BARTH 1982, s. 57) mukaan kesällä ilman nopeuden on oltava naudoille tarkoitetuissa suojissa noin 0,76 m/s, jotta hyväksyttävissä oleva jäähdytyskyky saavutetaan. Talvella taasen ilman nopeus ei saa ylittää 0,2 m/s (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30). Nämä kaksi tavoitetta ovat varsin ristiriitaiset ja niiden saavuttaminen samassa rakennuksessa vaikeaa, koska talvi-ilmanvaihdon tulisi suhteellisen kosteuden nousun hillitsemiseksi olla kesäilmanvaihtoa suurempi. Lämpötilaero talvella sisä- ja ulkoilman välillä on kuitenkin suurempi, mikä aiheuttaa sen, että ilman nopeus lattian pinnassa on talvella suurempi kuin kesällä, koska kylmä ilma putoaa talvella nopeasti lattialle. Ongelma on viisasta ratkaista avaamalla päädyissä olevat suuret ovet kesällä ja tarvittaessa koneellisesti kierrättää ilmaa rakennuksen sisällä.

2.3.3.5. Haitallisten kaasujen ja epäpuhtauksien pitoisuudet eläinsuojan ilmassa

Eläinsuojassa olevan ilman epäpuhtauksien pitoisuudet saavat ylittää ruotsalaisten eläinsuojelumääräysten mukaan taulukossa 1 esitetyt arvot vain tilapäisesti (DOLBY ym. 1989, s. 10). Suomessa vaaditaan taulukon 2 mukaiset arvot. CIGR:n suositus on taulukossa 3.

DeSHAZERin ja OVERHULTin (1982, s. 21) mukaan suositeltava suurin hiilidioksidipitoisuus on 10 000 ppm, rikkivety-pitoisuus 10 ppm ja ammoniakkipitoisuus 25 ppm, jotta tilassa voi työskennellä 8 tuntia (DeSHAZER ja OVERHULT 1982, s. 21). Näitä suuremmat rikkivety- ja ammoniakkipitoisuudet voivat lisäksi aiheuttaa eläimille kudosisvaurioita. Vasikoiden silmät ärtyvät, jos

ammoniakkipitoisuus nousee yli 65 ppm tai rikkivetypitoisuus yli 20 ppm (Nordström ja McQuitty Ref. DeSHAZER ja OVERHULT 1982, s. 21).

Taulukko 1. Ilman epäpuhtauksien suurimmat sallitut pitoisuudet ruotsalaisten eläinsuojelumääräysten mukaan (DOLBY ym. 1989, s. 10).

Table 1. Highest permitted content of impurities in the air according to Swedish regulations for prevention of cruelty to animals (DOLBY et al. 1989, p. 10).

Epäpuhtauden laatu <i>Impurity</i>	Epäpuhtauksien pitoisuus <i>Content</i>
Ammoniakki (NH ₃) <i>Ammonia</i>	10 ppm
Hiididioksidi (CO ₂) <i>Carbon dioxide</i>	3 000 ppm
Rikkivety (H ₂ S) <i>Hydrogen sulphide</i>	0,5 ppm
Orgaaninen pöly <i>Organic dust</i>	5 mg/m ³

Taulukko 2. Vaarallisten kaasujen suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet maatilahallituksen mukaan (ANON. 1988, s. 4).

Table 2. Highest permitted content of dangerous gases according to the Finnish Board of Agriculture (ANON. 1988, p. 4).

Kaasu <i>Gas</i>	Kaasun pitoisuus, ppm <i>Gas content, ppm</i>		
	Vaikutusaika <i>Time of exposure</i>		
	Jatkuva <i>Continuous</i>	8 h	15 min
Ammoniakki (NH ₃) <i>Ammonia</i>	20	25	40
Hiididioksidi (CO ₂) <i>Carbon dioxide</i>	3 000	5 000	5 000
Rikkivety (H ₂ S) <i>Hydrogen sulphide</i>	1	10	15
Häkä (CO) <i>Carbon monoxide</i>	5	50	75

Taulukko 3. CIGR:n suositus eräiden ilman epäpuhtauksien suurimmiksi sallituiksi pitoisuuksiksi keuhkovaurioiden välttämiseksi (GUSTAFSON 1988, s. 18).

Table 3. CIGR's recommendations for highest permitted contents of some impurities in the air to prevent lung damages (GUSTAFSON 1988, p. 18).

Epäpuhtauden laatu <i>Impurity</i>	Epäpuhtauden pitoisuus <i>Content</i>
Hiididioksidi (CO ₂) <i>Carbon dioxide</i>	1 440 ppm
Kaikki hengitysvyöhykkeellä oleva pöly <i>All dust in the breathing zone</i>	3,8 mg
Hengitysteihin tunkeutuva pöly <i>Dust that penetrates into breathing organs</i>	0,28 mg
Endotoksiinit keskimäärin tilassa <i>Endotoxines, average</i>	0,08 µg
Mikro-organismien kokonaismäärä <i>Micro-organisms, total amount</i>	1,5 · 10 ⁷ kpl/m ³ pcs/m ³
Hengitysteihin tunkeutuvien mikro-organismien kokonaismäärä <i>Total amount of micro-organisms that penetrate into breathing organs</i>	2,4 · 10 ⁷ kpl/m ³ pcs/m ³
Bakteerit <i>Bacteria</i>	6,3 · 10 ¹¹ cfu/m ³
Homeet <i>Mould</i>	1,3 · 10 ⁴ cfu/m ³

2.3.3.6. Valaistus

RAJALAN (1990, s. 14) mukaan lisävalaistus lisää kasvunopeutta noin 10 %, jos lisävalaistus on kytketty 14 - 16 tuntia vuorokaudessa ja valaistusvoimakkuus on 100 - 200 luxia, verrattuna luonnonvaloon. Normaali päivän pituus on talvella noin 12 tuntia. Luonnonvalon synnyttämät valaistusvoimakkuudet eri vuodenaikoina eri paikoissa karjasuojaa selviää taulukoista 4 ja 6. Kuten taulukoista 4 ja 6 nähdään, valaistusvoimakkuuden arvot vaihtelevat runsaasti. Vaihtelu johtuu rakennusten kokoeroista ja päivien välisistä valoisuuden eroista. Haastattelutiloilla saattoi navetassa olla paikoin vain 25 lx, vaikka ulkona oli 20 000 lx. Yleisesti valaistusvoimakkuus oli samassa rakennuksessa kuitenkin

Taulukko 4.

Luonnonvalon voimakkuus karjasuojissa eri vuodenaikoina eräässä ruotsalaisessa tutkimuksessa (RAJALA 1990, s.14)

Table 4.

Intensity of natural illumination in stock rooms by a Swedish study (RAJALA 1990, p. 14).

Vuodenaika <i>Season</i>	Valaistusvoimakkuus, lx <i>Intensity of illumination, lx</i>	
	Käytävät <i>Walks</i>	Ruokintapöytä <i>Fodder board</i>
Talvi <i>Winter</i>	1 - 10	5 - 40
Kevät <i>Spring</i>	2 - 45	4 - 60

95 - 250 lx. Kyseessä oli vanha navetta. Uusissa vartavasten emolehmien pitoa varten tehdyissä rakennuksissa valo saattoi olla kuitenkin jopa 500 lx kirkkaana kesäpäivänä. Toisaalta näissä rakennuksissa saattoi olla keskeisiä kohteita,

joiden valaistusvoimakkuus ei täyttänyt taulukon 5 vaatimuksia kirkkaana kesäpäivänä, vaikka valotkin olivat käytössä. Valaisimien sijoittelu ja suunnittelu näytti olevan varsin sattumanvaraista useimmilla tiloilla.

Päivän pidentäminen parantaa myös tiinehtyvyyttä. RAJALAN (1990, s. 14) mukaan eräessä alaskalaisessa kokeessa päivän pidentäminen 14 tuntiin vähensi tiinehtymiseen tarvit-

tävien siemennyskertojen keskiarvon 2,05:stä 1,86:een ja ensimmäisen siemennyksen tiineysprosentti nousi 40 %:sta 61 %:iin, ja eräessä puolalaisessa kokeessa ensimmäinen kiima tuli nopeammin valaistusvoimakkuuden ollessa 65 - 135 lx kuin 32 lx. Yövalon puute lisää RAJALAN (1990, s. 15) mukaan vedinpolkemien vaaraa. LAVOSEN (1988, s. 4) mukaan 75 lx on riittävä valaistusvoimakkuus ruokintapöydällä sekä nuoren karjan tiloissa ja yövalaistuksen valaistusvoimakkuudeksi riittää 3 lx. Erään tutkimukseen osallistuneen viljelijän mukaan kasvattamossa tarvitaan yövalo vain poikima-aikaan, koska eläimiä täytyy käydä katsomassa yöllä, ja valojen sammuttaminen ja sytyttäminen häiritsee eläimiä. Valojen tulisi siten palaa koko yön, jos niitä kerrankin yöllä tarvitaan.

Hyvässä valaistuksessa rakennus on helppo pitää puhtaana ja se on viihtyisä. Riittävä valaistus vähentää tapaturmariskiä ja helpottaa oikeiden hoitotapojen käyttöä sekä eläinten tarkkailua. Karjasuojassa valaistuksen on oltava sellainen, että eläin voidaan nähdä kaikkina vuorokauden aikoina. Valaisimien sijainnin tulee olla sellainen, että ne eivät aiheuta haittaa eläimille tai niiden hoitajille. (DOLBY ym. 1989, s. 8, 26 - 27.) Jos ihminen voi vapaasti valita työpaikkansa valaistusvoimakkuuden, valaistusvoimakkuuden arvoksi voidaan mitata 1 000 - 2 000 lx. Sopivan valaistusvoimakkuuden lisäksi sen on oltava tasainen. Minkään saman huoneen työpisteen valaistusvoimakkuus ei saa olla alle 70 % huoneen suurimmasta valaistusvoimakkuudesta. Englantilainen suositus maatalousrakennusten yleisvalaistuksesta selviää taulukosta 5. (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 5). Suomalainen suositus valaistusvoimakkuudesta (lx) ja erilaisten valaisimien tehoista naudanlihantuotantoon tarkoitetuissa tiloissa selviää taulukosta 6. Läpinäkyvästä levystä tehty päätykolmio antaa arvokkaan lisävalaistuksen päiväsaikaan (DOLBY ym. 1989, s. 26).

Taulukko 5.

Englantilainen suositus maatalousrakennusten yleisvalaistuksen valaistusvoimakkuudesta (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 5).

Table 5.

British recommendation for intensity of general illumination in farm buildings (PALONEN and LAVONEN 1989, p. 5).

Kohde <i>Building</i>	Valaistusvoimakkuus, lx <i>Intensity of illumin., lx</i>
Ikkunallinen rakennus <i>Building with windows</i>	50
Ikkunaton rakennus <i>Building without windows</i>	20
Rakennus, jossa työskennellään jatkuvasti <i>Building where people work continuously</i>	200

Taulukko 6. Suomalainen suositus naudanlihantuotantotiloissa tarvittavista valaistusvoimakkuuksista ja suositelluista erilaisten valaisinten valaisintehoista (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 12).

Table 6. Finnish recommendation for intensity of illumination in barns for beef production, as well as for power of different light fittings (PALONEN and LAVONEN 1989, p. 12).

Kohde <i>Place</i>	Valaistusvoimakkuus, lx <i>Intensity of illumination, lx</i>	Loistelamppu- ja, W/m ² <i>Fluorescent tubes, W/m²</i>	Hehkulamppuja, W/m ² <i>Incandescent lamps, W/m²</i>	Elohopea lamppuja, W/m ² <i>Mercury lamps, W/m²</i>
Navetta <i>Cow shed</i>				
Lehmien tila <i>Cow department</i>				
Ruokintapöytä <i>Fodder board</i>	75	2,5 - 4,5		
Parsi <i>Stall</i>	200	7,5 - 10,0		
Nuoren karjan tilat <i>Young cattle department</i>	75	2,5 - 4,5		
Vasikoiden tila <i>Calf department</i>	100	3,5 - 5,0		
Yövalo <i>Night light</i>	3	0,3	0,6	
Sairaseläinosasto <i>Dept. for sick animals</i>	200	7,5 - 10,0		
Muut tilat <i>Other places indoors</i>				
Käytävät ja portaat <i>Walks and stairs</i>	100	5,0 - 7,5	15 - 20	
Parvi, lato, siilo ja varasto <i>Hay barn, silo and store</i>	50	2,0 - 2,5	7 - 10	2,0 - 2,5
Rehun pudotus ja hissi <i>Fodder chutes and elevators</i>	100	5,0 - 7,5	15 - 20	5,0 - 7,5
Rehujen valmistus <i>Feed preparation</i>	300	12 - 18	14 - 20	
Ulkotilat <i>Outdoors</i>				
Yleisvalaistus <i>General illumination</i>	5			
Sisääntulo rakennuksiin <i>Entrances to buildings</i>	50	2,5	7,5	2,5
Työpaikat <i>Working places</i>	100	5,0	15,0	5,0

Navetan valaistukseen sopiva valaisin on 36 W:n loistelamppu, jonka valon väri on valkea. Ruokintapöydän päällä on käytettävä suojakuvulla varustettuja valaisimia. Muualla voidaan käyttää paljaita loisteputkia. Mikäli valaisimien takana olevat pinnat ovat tummia, on valaisimet varustettava heijastimilla. Jotta valaistus olisi tasainen, kannattaa mieluummin käyttää yhden loisteputken valaisimia kuin kahden. Yövalaistukseen voidaan käyttää hehku- tai loistelamppuja. Riittävä päivä- ja työskentelyvalaistus saadaan loisteputkilla, kun niiden

teho on $2,5 \text{ W/m}^2$. Yövalaistukseksi riittää $0,3 \text{ W/m}^2$ loistelampuilla ja $0,6 \text{ W/m}^2$ hehkulampuilla. Yövalon katkaisuun voidaan käyttää hämäräkytkintä. (LAVONEN 1988, s. 3.) Hehkulamppuja ei tule käyttää, jos valaistusvoimakkuus on yli 500 lx . Vastaavasti tulee mielellään käyttää hehkulamppuja, jos valaistusvoimakkuus on alle 150 lx värivaikutelman takia. Loistelamppuja voidaan kuitenkin käyttää jo silloin, kun valaistusvoimakkuus on vain 50 lx , mutta valot palavat yli 400 h vuodessa. (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 7 - 8.)

Rehuvarastossa valaistus voidaan toteuttaa 250 W :n elohopealampuilla. Niitä täydennetään sopivasti 150 W :n hehkulampuilla tai 36 W :n loistelampuilla. Valaisimien tulee olla pölytiivitä. Sopiva yleisvalaistus saavutetaan elohopea- ja loistelampuilla, kun niiden tehontarve on $2,0 - 3,0 \text{ W/m}^2$. Tarkempaa työskentelyä vaativissa kohteissa tarvitaan $5,0 \text{ W/m}^2$ loistelampuilla ja hehkulampuilla 15 W/m^2 . (LAVONEN 1988, s. 5.)

Ulkoalueille sopiva 5 lx :n valaistusvoimakkuus saavutetaan esimerkiksi, kun 125 W :n katulampputyylisiä elohopeavalaisimia on $15 - 20 \text{ m}$:n välein $5 - 8 \text{ m}$:n korkeudessa. Puistovalaisintyyllisillä valaisimilla on vastaava välimatka on $8 - 12 \text{ m}$ ja korkeus $3 - 5 \text{ m}$. Jos ulkoalueiden valot eivät pala jatkuvasti tulee käyttää hehku- tai halogeenilamppuja. Työskentelyalueiden valojen katkaisijat on sijoitettava yleisvalaistulle alueelle, ja yleisvalaistuksen katkaisijat on sijoitettava niin, että niiden luo ei tarvitse kulkea pimeässä. (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 14.)

Loisteputkien elinikä ja valaisuhyötysuhde on parempi kuin hehkulamppujen, mutta niitä ei pitäisi käyttää tiloissa, joiden lämpötila laskee alle $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ tai on pitkiä aikoja alle $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Elohopea-, halogeeni- ja korkeapainenatriumlamput toimivat hyvin matalissa lämpötiloissa, mutta niiden syttyminen kestää muutaman minuutin, eikä niitä voi kytkeä ja sammuttaa tiheästi. Elohopealampuista vain kovalasiversio soveltuu ulkokäyttöön. (DOLBY ym. 1989, s. 8, 26 - 27.)

Eri lamppujen kyky muuttaa sähkötehoa valoksi on erilainen. Taulukossa 7 on esitetty eräiden yleisesti käytössä olevien lampputyypin valotehokkuus (lm/W). Valaistusvoimakkuus ($\text{lx} = \text{lm/m}^2$) voidaan laskea, kun tiedetään lamppujen teho, valotehokkuus ja valaistava pinta-ala mukaan lukien myös varsinaisen valaistavan pinnan ulkopuolelle valaistavassa tasossa jäävä valokeilan ja pinnan leikkaus. Valaistusvoimakkuus pienenee näin ollen suhteessa valaistavan pinnan ja lampun etäisyyden neliöön (kuva 2). Koska kuitenkin valaistavan pinnan tasaisen valaistusvoimakkuuden saavuttamiseksi käytetään useita valaisimia sijoiteltuina tasaisesti valaistavan pinnan yläpuolelle, eri valaisimien valokeilat leikkaavat toisensa ja valaisimien etäisyyden merkitys tulee yleensä esille vain valaistavan alueen reunoilla. Suuren pinnan valaistuksessa lasketaan siten,

että valaisimien tehot lasketaan valaisintyypeittäin yhteen, saadut summat kerrotaan valaisintyypeittäin vastaavilla valotehokkuuksilla ja tulot lasketaan yhteen ja jaetaan summa vielä valaistavan pinnan pinta-alalla, kuten kaavassa 1 on tehty.

$$E = \Sigma(n_i \cdot P_i \cdot K_i) / A \quad (1)$$

jossa E = valaistusvoimakkuus, lx

n_i = valaisintyyppi i valaisimien lukumäärä

P_i = valaisintyyppi i valaisimien teho, W

K_i = valaisintyyppi i valotehokkuus, lm/W

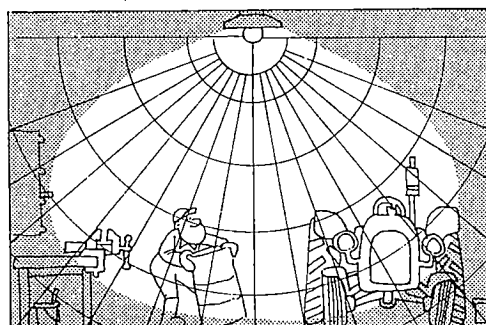
A = valaistava pinta-ala, m²

Kuva 2.

Yhden valaisimen valaistusvoimakkuuden jakaantuminen huonetilassa (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 9).

Figure 2.

Distribution of light intensity with one lamp (PALONEN and LAVONEN 1989, p. 9).



Taulukko 7. Eri lampputyypien valotehokkuudet ja todennäköiset kestoajat (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 7-8).

Table 7. Light efficiency of different lamp types and their probable life (PALONEN and LAVONEN 1989, p. 7-8).

Lampputyyppi <i>Lamp type</i>	Valotehokkuus, lm/W <i>Light efficiency, lm/W</i>	Polttoaika, h <i>Life, h</i>
Hehku <i>Incandescent</i>	10 - 15	1000 - 2000
Loiste <i>Fluorescent</i>		5000 - 20000
Elohopea <i>Mercury</i>	45 - 57	10000 - 20000
Sekavalo <i>Mixed light</i>	19 - 32	6000
Monimetalli <i>Multimetal</i>	70 - 90	8000
Suurpainenatrium <i>High pressure sodium</i>	63 - 130	10000 - 12000

Yhdessä valotehokkuuden, lamppujen iän (taulukko 7) ja valon värin sekä vastaavien tarpeiden perusteella voidaan suositella naudanlihan tuotantokennukseen ja piha-alueille taulukon 8 mukaisia valaisimia. Ulkolämpötilassa olevissa tiloissa ei pidä käyttää yli 40 W:n loistelamppuja, koska ne syttyvät huonosti kylmässä, mutta loistelamppujen käyttöä yleisvalaistukseen myös ulkotiloissa suositellaan, jos tarvittava valaistusvoimakkuus on yli 50 lx ja valaistusta tarvitaan yli 400 tuntia vuodessa (PALONEN ja LAVONEN 1989,

s. 8). Tämä ehto toteutuu piha-alueilla yleensä aina. Portaissa ja kulkukäytävillä tarvitaan hehkulamppuja, koska elohopealamput syttyvät hitaasti (LAVONEN 1988, s. 5).

Taulukko 8. Eri kohteisiin soveltuvat lampputyypit (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 7-8).
Table 8. Suitable uses for different lamp types (PALONEN and LAVONEN 1989, p. 7-8).

Lampputyyppi <i>Lamp type</i>	Sopiva käyttötarkoitus <i>Suitable use</i>
Hehku <i>Incandescent</i>	Yleisvalaistus <i>General illumination</i>
Loiste <i>Fluorescent</i>	Yleisvalaistus ja kohdevalaistus <i>General illumination and spot illumination</i>
Elohopea <i>Mercury</i>	Ulkoalueet ja suuret varastot <i>Outdoors and large stores</i>
Sekavalo <i>Mixed light</i>	Ulkoalueet ja suuret varastot <i>Outdoors and large stores</i>
Monimetalli <i>Multimetal</i>	Ulkoalueet ja suuret varastot <i>Outdoors and large stores</i>
Suurpainenatrium <i>High pressure sodium</i>	Ulkoalueet <i>Outdoors</i>

Kylmäkasvattamon katettuihin ulkotiloihin sijoitettujen sähkölaitteiden suojausluokka on IP22, eli niiden pitää olla tippuveden kestäviä. Näitä tiloja on esimerkiksi katetut rehuvarastot. Kattamattomien ulkotilojen sähkölaitteiden suojausluokka on IP23, eli niiden tulee olla sateenpitäviä. Varsinaiseen kasvattamoon sijoitettavien sähkölaitteiden tulisi olla IP34-luokkaan kuuluvia eli roiskevedenpitäviä. (PALONEN ja LAVONEN 1989, s. 9.)

2.4. Rehun käsittely

Väkirehun käsittely oli LAITISEN (1978, s. 2) tutkimuksen mukaan perin huolimattomasti järjestetty. SEISEN (1975, s. 1) mukaan myös murske- ja jyväsäilöntään käytetyt menetelmät ja tilat olivat vain tilapäisratkaisuja ja vaativat runsaasti työtä jauhatuksessa ja ruokintapaikalle siirrossa. Samanlaisia piirteitä oli havaittavissa tämän tutkimuksen haastattelukierroksella mukana olleilla tiloilla.

Kaksikerroksista navettaratkaisua ei juuri voida rehunkäsittelyetujen perusteella suositella, koska ullakolle harvoin saadaan taloudellinen ja toimiva varastotila. Rehujen järkevä kuljetuksen järjestämiseksi ruokintalinjojen ja eläinten sijoittumisen on oltava selkeätä ja suoraviivaista, siirtojen on tapahduttava samassa tasossa, kulkureittien vähimmäisleveys on 120 cm ja traktorilla tapahtuvan ruokinnan mahdollistamiseksi ruokintapöydän leveyden on oltava vähintään 360 cm leveä. Rehuvaraston sijoituksessa on otettava huomioon rakennuksen jatkamismahdollisuus. (LAITINEN 1978, s. 3.) SEISEN (1975, s. 1) mukaan nimenomaisesti murskesäilöntämenetelmissä varaston on oltava sisätiloissa ja samassa tasossa eläintilojen kanssa.

Säilörehuruokintaan sisältyy hyvin raskaita työvaiheita, vaikka ne osittain tehtäisiinkin koneilla. Huomattavan rasittavia työvaiheita ovat rehun irrotus ja kuormaus käsityövälinein, rehun siirto rehukärryillä kynnysten yli, rehun levitys ruokintapöydän päähän jätetystä kärrystä ja yli 200 kg:n rehuosan levitys ruokintapöydälle siirtomenetelmästä riippumatta. (ANTTILA ja TURKKILA 1978, s. 4.) Jos säilörehuruokinnassa olevien kasvavien eläinten lukumäärä on seitsemän tai enemmän ja rehuannos 30 kg eläintä kohti päivässä, tulisi jo harkita myös säilörehun jakelun koneellistamista ruokintapöydällä.

Jäätynyt säilörehu voidaan sulattaa myös pakkaskaudella kasvattamon yhteyteen tehdyllä esimerkiksi sähkövastuksella lämmitettävällä alustalla. Jos lämmitysvastuksissa on itsessään termostaatti, sopiva valinta lämpötilaksi on noin 10 °C. Tällöin vastukset voidaan mitoittaa reilusti ja sulaminen on varmempaa, vaikka sulatettava määrä muuttuisikin. Tehontarve on sulatettaessa tuoretta rehua on 700 - 1 400 W/tn, jos jäätyneen rehun osuus sulatettavasta erästä on 10 - 20 %. Sulatusaika on vastaavasti 12-24 tuntia. Vastaavasti esikuivatetun säilörehun sulattamiseen tarvittava teho on 450 W, jos jäätyneen rehun osuus on 5 %. Sulatusaika on silloin 24 h. Rehuarvoltaan 1 m³ esikuivatettua säilörehua vastaa noin 1,5 m³ tuoretta säilörehua. (KAPUINEN 1989.)

2.5. Ruokinnan järjestäminen

Lihanautojen ruokinnassa on otettava huomioon, että mikäli säilörehuruokintaa rajoitetaan, on käytettävä kunnollisiin kasvutuloksiin pääsemiseksi väkirehujen annostelussa painoon perustuvaa menetelmää. Jos hyvää säilörehua on vapaasti saatavilla, voidaan tyytyä tilavuuteen perustuvaan annosteluun. Tilavuuteen perustuva annostelu on jonkin verran painoon perustuvaa epätarkempi menetelmä, mutta myös huomattavasti halvempi. Painoon perustuvalla annostelumenetelmällä saavutettu säilörehun säästö ei kata annostelumenetelmistä aiheutuneita kustannuksia. Väkirehuannoksen pitäminen vakiona koko kasvatuskauden ei vaikuttanut VARVIKON ja LAMPELAN (1984) mukaan nautojen kasvuun, joten tarvetta annosten muuttamiseen kasvatuskauden aikana eläinten painon tai kasvunopeuden mukaan ei ole. Väkirehuannosta ei myöskään tarvitse jakaa AROSEN (1990, s. 7) mukaan useaan osaan päivän aikana, koska tämä toimenpide lisäsi kasvua vain vähän ja lisäsi sisäelin- ja suolistorasvojen osuutta teuraspainosta. Väkirehun annostelun epätarkkuudella ($\pm 30\%$) ei ole AROSEN (1990, s. 7) mukaan merkittävää vaikutusta lihanautojen kasvuun, jos säilörehua on vapaasti saatavilla. Edellisen perusteella voidaan AROSEN (1990, s. 7) mukaan lihanautojen ruokinnassa tyytyä yhteen päivittäiseen ruokintakertaan annostelun tapahtuessa tilavuuden perusteella, jos väkirehuannoksen osuus rehuannoksesta on alle 40 % ja säilörehu on hyvälaatuista. Pitkällä

aikavälillä väkirehuannoksen keskiarvon on oltava AROSEN (1990, s. 7) mukaan kuitenkin oikea. Näin ollen vapaassa säilörehuruokinnassa voidaan tyytyä tilavuuden mukaan annostelevaan ruokinta-automaattiin tai jopa käsivaraiseen ruokintaa. Sen sijaan muissa ruokintamuodoissa joudutaan väkirehu punnitsemaan ja ruokkimaan lihanaudat kahdesti päivässä, mikä kasvattaa kalliiden rehukustannusten lisäksi myös laite- ja työkustannuksia, eikä niin ollen liene kannattavaa. Sokerijuurikasleike on JAAKKOLAN ym. (1987) mukaan ohran veroinen rehu lihanautojen ruokinnassa, joten sen käyttöön ruokinnassa on varauduttava rakennusta suunniteltaessa.

Vapaasta säilörehun saannista on myös se hyöty, että ruokintapöydän syömäaukkoja voidaan rakentaa ruokintapöytänsä vähemmän kuin mitä kyseisessä karsinassa on eläimiä. Tämä ei yleensä kuitenkaan käy lihotettavien eläinten tapauksessa eikä muutoinkaan, jos väkirehua jaetaan pöydälle, koska tällöin kaikkien eläinten on päästävä yhtä aikaa syömään. Pienemmällä ruokinta-aukkojen määrällä saavutetaan joustavuutta rakennussuunnitteluun ja säästetään rakennuskustannuksia. Suurimmat säilörehuannokset määräävät mahdollisesti tarvittavien välivarastojen ja ruokintapöydän mitoituksen.

Ruokintapöydälle on mahdollista vapaassa ruokinnassa vähintään puolet päivittäisestä säilörehuannoksesta, koska kerta-annoksen on riitettävä aamusta iltaan ja illasta aamuun. Lihotuseläimien luona saatetaan käydä jopa vain kerran päivässä. Tällöin ruokintapöydälle on mahdollista koko päivän säilörehuannos. Jos väkirehun jako tapahtuu ruokinta-automaatin avulla, käyntikerrat voivat olla vielä harvemmin. Tällöin ruokintapöydän mitoitus tulee kuitenkin kohtuuttoman suureksi, ja toisaalta rehun laatu kärsii liikaa ennen kuin eläimet syövät sen. Lisäksi ruokintapöydälle on mahdollista heinää vastaavaksi ajaksi. Vaikka säilörehuannosta ei asiallisesti rajoiteta, on sitä tarjottava ruokintapöydälle vain sellainen määrä, että se kaikki tulee syödyksi, eikä osa siitä jää pilaantumaan pitkiksi ajoiksi. Tämän takia paalit on yleensä myös purettava, jotta eläimet saavat syödyksi rehun ruokintapöydältä. Pyöröpaali voidaan joko kierittää tai kuoria auki, taikka sitten se voidaan halkaista leveäteräisellä kirveellä tai varsinaisella rehuleikkurilla (ANON. 1989b; s. 19 - 20). Harvemmin käytettäviä välineitä ovat yleisperävaunu, jossa on kalteva purkauselevaattori, ja varsinaiset pyöröpaalin purkaimet sekä pyöröpaalisilppurit. Viime mainittua voidaan käyttää myös kuivikkeen levitykseen. Jäisiin paaleihin purkaimet ja silppurit eivät yleensä pysty. (ANON. 1989b, s. 20 - 22.) Pyöreään ruokintahäkkiin asetettavaa pyöröpaalia ei kuitenkaan tarvitse purkaa. Eläimet syövät sen järjestään, kun se asetetaan narut ja muovit poistettuna päädyllään automaattiin. Esikuivatetun säilörehun lisäksi kasvavat lihanaudat eivät tarvitse muuta korsirehua. Jos kuitenkin tuorerehu on märkää, on syytä tarjota niille jonkin verran olkea tai heinää, joiden käyttömäärää kuitenkin on rajoitettava niin, että se jaetaan käsin

ruokintapöydälle. Kokonaisten olki- ja varsinkin säilörehupaalien käsittelyssä traktori ja kuormain ovat yleensä ainoat mielekkäät välineet. Erilaiset rakennuksissa kiinni olevat nosturit ovat harvoin taloudellisesti järkeviä vaihtoehtoja. Pyöröpaalien kuljetukseen voidaan käyttää myös traktoriin kiinnitettävää rehuleikkuria, jolla ne voidaan myös paloitella (ANON. 1989b, s. 20). Vaihtoehtoisia kuljetustyökaluja ovat paalipiikki ja erilaiset talikot.

Kasvavien sonnien hetkellinen rehuyksikkötarve voidaan laskea LAMPILAn (1988) mukaan seuraavalla kaavalla 2:

$$\text{ry-tarve} = 0,783 + 0,00265 \cdot \text{ep} + 0,6216 \cdot \text{lk} + 0,01017 \cdot \text{ep} \cdot \text{lk} \quad (2)$$

jossa

$$\text{ep} = \text{elopaino, kg}$$

$$\text{lk} = \text{lisäkasvu, kg/pv}$$

$$\text{ry-tarve} = \text{energiantarve, ry}$$

Taulukko 9. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 700 g/pv.

Table 9. Feed consumption and raising time for bulls with the growth 700 g/day.

Kasvuaika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				143	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			700
Alkupaino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppupaino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokassa, ry <i>Feed cons. in the class, fu²</i>	Kumuloituva syönti, ry <i>Cumulated feed cons. fu²</i>	Kumuloituva syönti >250 pv, ry <i>Cumulated feed cons. over 250 days, fu²</i>	Kasvatusaika yli >50 pv, pv <i>Raising time over 50 days, days</i>	Kasvatusaika >250 kg, pv <i>Raising time over 250 kg, days</i>
50	150	71	214	314	314		143	
150	250	214	357	453	767		286	
250	350	357	500	593	1359	593	429	143
350	450	500	643	732	2092	1325	571	286
450	550	643	786	872	2963	2197	714	429
550	650	786	929	1011	3975	3208	857	571

² fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

Eläintä kohti tarvittava rehumäärä tietyn painoluokan (100 kg) läpi kasvamisen aikana saadaan rehuyksiköissä laskemalla rehun kulutus kussakin luokassa keskipainon ja kasvun mukaan. Taulukoissa 9 - 16 on laskettu esimerkit rehun kulutuksesta ja painon muutoksesta sekä kasvatusajoista päiväkasvun ollessa 700 - 1 400 g/pv 100 g/pv välein. Kuten näistä taulukoista voidaan nähdä, rehun kulutus kasvatettua lihakiloa kasvaa aina, jos kasvunopeus hidastuu, koska elatusrehun osuus kasvaa. Esimerkiksi lihotuskauden rehun kulutus (250-650 kg)

Taulukko 10. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 800 g/pv.

Table 10. Feed consumption and raising time for bulls with the growth 800 g/day.

Kasvu aika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				125	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			800
Alku- paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu- paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokas- sa, ry <i>Feed cons. in the class, fu*</i>	Kumu- loituva syönti, ry <i>Cumu- lated feed cons., fu*</i>	Kumuloi- tuva syönti >250 pv, ry <i>Cumu- lated feed cons. over 250 days, fu*</i>	Kasva- tusaika yli >50 pv, pv <i>Rai- sing time over 50 days, days</i>	Kasva- tusaika >250- kg, pv <i>Rai- sing time over 250 kg, days</i>
50	150	63	188	295	295		125	
150	250	188	313	430	725		250	
250	350	313	438	565	1289	565	375	125
350	450	438	563	699	1988	1264	500	250
450	550	563	688	834	2823	2098	625	375
550	650	688	813	696	3792	3067	750	500

* fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

päiväkasvun ollessa 700 g/pv on 564 ry eli noin 21 % suurempi kuin päiväkasvun ollessa 1400 g/pv ja samalla kasvatusaika pitenee kaksinkertaiseksi. Tästä aiheutuu kustannuksia kaksinkertaisina eläinpääoman korkoina. Lisäksi rakennukset ovat tällöin tavallaan vain puolittaisella teholla käytössä. Mikäli halpaa mutta sen verran huonompaa rehua, että täyttä eläinten kasvutaipumusta ei voida saavuttaa, on runsaasti käytettävissä saattaa olla perusteltua tyytyä pienempään päiväkasvuun. Kovin paljon kasvusta ei kuitenkaan kannata tinkiä, varsinkin itseuudistuvassa tuotannossa, koska kasvavien sonnien kiertoaika voi käytännössä olla vain vuoden. Vieroitetut vasikat otetaan syksyllä sisään kasvattamoon ja niiden on saavutettava täysi teuraspaino seuraavaan syksyyn mennessä, jolloin uudet vasikat tulevat sisään. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kasvunopeuden on oltava keskimäärin vähintään 1100 g/pv. Tämä on myös varsin lähellä käytännössä saavutettavaa keskimääräistä kasvunopeutta. Välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa kasvunopeus voidaan paremmin sopeuttaa saatavilla oleviin rehuihin, koska kasvatusmuoto on tällöin jatkuvakiertoinen eli kasvamassa on eri ikäisiä eläimiä kaiken aikaa välitysvasikoiden saatavuuden mukaan. Eri rotutaustaisten eläinten kasvukyvyt ja rehuhyötysuhteet poikkeavat toisistaan, mikä tulee ottaa huomioon tuotannon suunnittelussa. Friisiläisten nautojen ry-tarve on noin 5 % pienempi yli 1000 g:n

Taulukko 11. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 900 g/pv.
Table 11. Feed consumption and raising time for bulls with the growth 900 g/day.

Kasvuaika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				111	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			900
Älku-paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu-paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokassa, ry <i>Feed cons. in the class, fu²</i>	Kumu-loituvu syönti, ry <i>Cumulated feed cons., fu²</i>	Kumu-loituvu syönti >250 pv, ry <i>Cumulated feed cons. over 250 days, fu²</i>	Kasvatus-aika yli >50 pv, pv <i>Raising time over 50 days, days</i>	Kasvatusaika >250 kg, pv <i>Raising time over 250 kg, days</i>
50	150	56	167	280	280		111	
150	250	167	278	411	692		222	
250	350	278	389	543	1234	543	333	111
350	450	389	500	674	1908	1216	444	222
450	550	500	611	805	2713	2021	556	333
550	650	611	722	936	3649	2957	667	444

² fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

päiväkasvussa ja yli 50 %:sten liharoturisteytyseläinten 5 - 10 % pienempipäiväkasvun ollessa yli 800 g (ANON. 1982, s. 59). Ayrshire-rotuisilla sonneilla säilörehuannos kasvaa nollassa 5,8 ry päivässä eli korvausluvun ollessa 6 kg/ry 34,8 kg:aan päivässä täyteen teurastuspainoon, 270 kg, mennessä. Päiväkasvun kasvaessa 700 g:sta 1 400 g:aan vastaavat säilörehun suurimmat annokset kasvavat arvosta 22,8 kg/pv arvoon 50,4 kg/pv.

AROSIN (1990, s. 2) mukaan heinäruokinnalla tarvitaan keskimäärin 2 kiloa ja olkuruokinnalla 4 kiloa enemmän väkirehua saman päiväkasvun ja nettopäiväkasvun saavuttamiseen kuin säilörehuruokinnalla (2 kg/pv väkirehua). Edelleen AROSEN (1990, s. 3) mukaan runsas väkirehuokinta oli kannattavaa, koska tehostunut kasvu kattoi lisääntyneet rehukustannukset ja nopeutti kiertoaikaa kasvattamossa. Tällä perusteella on oletettavaa, että taloudellisesti kannattavimmaksi karkeaksi rehuksi tulee säilörehu. AROSEN (1990, s. 3) mukaan optimaalinen väkirehuannos säilörehuruokinnassa oli 3 kg/pv. Tarvittava säilörehumäärä saadaan selville vähentämällä yhden lihasonnin kasvattamiseen tarvittavasta ry-määrästä, joka saatiin edellisellä yhtälöllä, 3 kg ohraa vastaava ry-määrä jokaista kasvatuspäivää kohti ja muutamalla jäännös tonneiksi tai kuutioiksi säilörehun korvausluvun mukaan sekä kertomalla kasva-

Taulukko 12. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 1000 g/pv.**Table 12.** *Feed consumption and raising time for bulls with the growth 1000 g/day.*

Kasvu aika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				100	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			1000
Alku- paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu- paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokas- sa, ry <i>Feed cons. in the class, fu²</i>	Kumu- loituva syönti, ry <i>Cumu- lated feed cons., fu²</i>	Kumu- loituva syönti >250 pv, ry <i>Cumu- lated feed cons. over 250 days, fu²</i>	Kasva- tusaika yli > 50 pv, pv <i>Raising time over 50 days, days</i>	Kasva- tusaika >250- kg, pv <i>Raising time over 250 kg, days</i>
50	150	50	150	269	269		100	
150	250	150	250	397	666		200	
250	350	250	350	525	1191	525	300	100
350	450	350	450	653	1844	1178	400	200
450	550	450	550	781	2625	1960	500	300
550	650	550	650	910	3535	2869	600	400

² fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

tettujen lihasonnien lukumäärällä. Märehtijä saa ohrakilosta 0,93 - 1,00 ry, suuremman luvun vastatessa kunnollista ohraa (ANON. 1982, s. 13). Näin ollen lihasonnin säilörehuntarve on 3 ry sen ry-tarvetta pienempi. Säilörehun syönti keskittyy kasvatuskauden loppuun, koska viljarehuannos säilyy koko kasvatusajan vasikkakauden jälkeen samana. Säilörehuvarastot on mitoitettava edellä esitetyn mukaan talvikautta silmällä pitäen. Lihakarjan kasvatuksessa voimakkaasti yleistynyt paalisäilörehu antaa varsin hyvät mahdollisuudet nopeasti sopeuttaa rehuvarastot kulloisenkin tarpeen mukaisiksi.

Lihautojen yleisin rehu on AROSEN (1990, s. 3) mukaan ohra, ja säilöntätavalla (kuivaus, murskesäilöntä, jyväsäilöntä) ei ole HUHTASEN (1988) mukaan ollut suurta merkitystä tuotokseen. Näin ollen väkirehutyypille ja väkirehuautomaatin rakenteelle ei aseteta erityisiä vaatimuksia parhaan kasvun saavuttamiseksi. JAAKKOLAN ym. (1987) mukaan kalajauho ja HUHTASEN ym. (1985) mukaan rypsirouheruokinta ovat tehostaneet lihautojen kasvua, joten niiden käyttöön ruokinnassa on syytä varautua. Ne voidaan varastoida järkevästi säkkivarastossa. Viljarehujen varastotilaa tarvitaan 3 kg päivää ja eläintä kohden. Niiden ei tarvitse sijaita kasvattamon yhteydessä, mutta jos ne eivät ole kasvattamon yhteydessä, on varattava väkirehun käteisvarasto noin vii-

Taulukko 13. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 1100 g/pv.**Table 13.** Feed consumption and raising time for bulls with the growth 1100 g/day.

Kasvuaika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				91	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			1100
Alku- paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu- paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokas- sa, ry <i>Feed cons. in the class, fu*</i>	Kumu- loituva syönti, ry <i>Cumu- lated feed cons., fu*</i>	Kumu- loituva syönti >250 pv, ry <i>Cumu- lated feed cons. over 250 days, fu*</i>	Kasva- tusaika yli >50 pv, pv <i>Raising time over 50 days, days</i>	Kasva- tusaika >250- kg, pv <i>Raising time over 250 kg, days</i>
50	150	45	136	259	259		91	
150	250	136	227	385	644		182	
250	350	227	318	511	1155	511	273	91
350	450	318	409	637	1791	1147	364	182
450	550	409	500	762	2554	1910	455	273
550	650	500	591	888	3442	2798	545	364

* fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

kon tarvetta varten. PUNTILAn ym. (1985, s. 45) mukaan murskesäilötty vilja jäätyy helpommin kuin jyväsäilötty.

On huomattava, että väkirehua syötetään yleensä vain kasvaville eläimille, joten pelkästään emolehmien pitoon tarkoitetuissa rakennuksissa tarve viljarehun varastointiin on hyvin pieni, enimmillään ehkä 1 kg eläintä kohti päivässä parin kuukauden ajaksi yleensä juuri ennen poikimista.

Annostelu ei ole yhtä tarkkaa emolehmien kuin kasvavien lihanautojen ruokinnassa. Yksinkertaisimmillaan se on kokonaisten paalien jakoa ruokintähäkkiin, jaloittelutarhaan taikka ruokintapöydälle. Emoien ylikuokinta on ylläpitokaudella pahasta, mutta ylikuokinta on helpointa välttää pitämällä rehu niin laihana, että emot eivät kykene syömään liikaa. Käytännössä tämä tarkoittaa olkea. Väkirehua ei pitäisi antaa ainakaan rotustaustaltaan pitkälti liharotuisille emoille poikimavaikeuksien välttämiseksi. Emolehmien ruokinnassa riittää kolme ruokintaluokkaa, jotka määräytyvät eläinten kunnan perusteella. Ylläpitokautena emolehmä tarvitsee noin 3,6 ry/pv. Tämä ei aseta kovin suuria vaatimuksia ruokinta-automaatin ohjelmistolle.

Taulukko 14. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 1200 g/pv.**Table 14.** Feed consumption and raising time for bulls with the growth 1200 g/pv.

Kasvuaika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				83	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			1200
Alku paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu- paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokassa, ry <i>Feed cons. in the class, fu^a</i>	Kumu- loituva syönti, ry <i>Cumu- lated feed cons., fu^a</i>	Kumu- loituva syönti > 250 pv,ry <i>Cumu- lated feed cons. over 250 days, fu^a</i>	Kasva- tusaika yli > 50 pv, pv <i>Rai- sing time over 50 days, days</i>	Kasva- tusaika > 250- kg, pv <i>Rai- sing time over 250 kg, days</i>
50	150	42	125	251	251		83	
150	250	125	208	375	626		167	
250	350	208	292	499	1125	499	250	83
350	450	292	375	623	1747	1121	333	167
450	550	375	458	746	2494	1868	417	250
550	650	458	542	870	3364	2738	500	333

^a fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

Taulukko 15. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 1300 g/pv.**Table 15.** Feed consumption and raising time for bulls with the growth 1300 g/day.

Kasvuaika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				77	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			1300
Alku paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu- paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokassa, ry <i>Feed cons. in the class, fu^a</i>	Kumu- loituva syönti, ry <i>Cumu- lated feed cons., fu^a</i>	Kumu- loituva syönti > 250 pv,ry <i>Cumu- lated feed cons. over 250 days, fu^a</i>	Kasva- tusaika yli > 50 pv, pv <i>Raising time over 50 days, days</i>	Kasva- tusaika > 250 kg, pv <i>Raising time over 250 kg, days</i>
50	150	38	115	244	244		77	
150	250	115	192	367	611		154	
250	350	192	269	489	1100	489	231	77
350	450	269	346	611	1710	1099	308	154
450	550	346	423	733	2443	1832	385	231
550	650	423	500	855	3289	2687	462	308

^a fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

Taulukko 16. Kasvavien sonnien rehunkulutus ja kasvatusaika, kun päiväkasvu on 1400 g/pv.

Table 16. Feed consumption and raising time for bulls with the growth 1400 g/day.

Kasvuaika luokassa, pv/100 kg <i>Growing time in the class, days/100 kg</i>				71	Päiväkasvu, g/pv <i>Growth, g/day</i>			1400
Alku-paino, kg <i>Initial weight, kg</i>	Loppu-paino, kg <i>Final weight, kg</i>	Ikä alussa, pv <i>Initial age, days</i>	Ikä lopussa, pv <i>Final age, days</i>	Syönti luokassa, ry <i>Feed cons. in the class, fu*</i>	Kumuloi-tuva syönti, ry <i>Cumulated feed cons., fu*</i>	Kumuloi-tuva syönti >250 pv, ry <i>Cumulated feed cons. over 250 days, fu*</i>	Kasva-tusaika yli >50 pv, pv <i>Raising time over 50 days, days</i>	Kasva-tusaika >250 kg, pv <i>Raising time over 250 kg, days</i>
50	150	36	107	239	239		71	
150	250	107	179	359	598		143	
250	350	179	250	480	1078	480	214	71
350	450	250	321	601	1679	1081	286	143
450	550	321	393	721	2400	1802	357	214
550	650	393	464	842	3242	2644	429	286

* fu = feed unit, defined as the net energy of 1 kg of barley.

2.6. Kuivikepohja

2.6.1. Kuivituksen ja lannanpoiston järjestäminen

Kuivikkeiden tärkeimmät ominaisuudet ovat HOLMAN (1975, s. 35) mukaan vedenimukyky, ammoniakkin sitomiskyky ja bakteeritoiminnan edistäminen ja hillitseminen. HOLMAN (1975, s. 99) mukaan kuivikelantamenetelmässä lähes puolet ulosteiden tyyppistä saattaa haihtua ilmaan palamisen yhteydessä. Haitallisten bakteerien määrä säilyy samana kuivikkeesta riippumatta. Esimerkiksi KOIVISTON (1984, s. 4) mukaan ei ole eroa kolibakteerien lukumäärien välillä käytettiin kuivikkeena siten turvetta, olkea tai sahanpurua. Kompostoitumisen kannalta kuivikepohjakomposti eroaa tavallisesta kompostista tiiviin rakenteensa takia. Tiivis rakenne johtuu eläinten tallauksesta. Esimerkiksi lehmän sorkan aiheuttama paine kuivikepohjaan on 340 - 440 kPa (3,5 - 4,5 kp/cm²) (JAKOB ja JAKOB 1976). Sorkkien aiheuttamaa tiivistymistä on mahdotonta välttää. Kuivikepohjan rakennetta voidaan kuitenkin parantaa sopivalla kuivikeseoksella, joka parantaa kuivikepohjan mekaanista rakennetta ilmanvaihdon kannalta. Riittävän ilmanvaihdon puutteesta aiheutuva liika kastuminen ja palamattomuus ovat kuitenkin aina kuivikepohjien suurimmat ongelmat.

Kuivikepohjien ilmanvaihtoa voidaan parantaa oikean kuivitusseoksen valinnan lisäksi rakentamalla siihen koneellinen ilmanvaihto. Luonnonvedolla ei

kuivikepohjan lämpötilaa voidaan nostaa, vaikka kuivikeseos olisikin onnistunut, eikä siten kompostoitumisprosessia nopeuttaa.

Oikealla kuivikevalinnalla voidaan kuivikepinnan nousua hidastaa merkittävästi. Tällöin kuivikepohjaa ei ehkä tarvitse tyhjentää talven aikana. Paras tulos tässä mielessä saavutetaan käyttämällä kuivikeseoksessa turvetta noin puolet. Näin suuri turpeen osuus kuivikeseoksessa helpottaa kuivikkeen myöhempää käsittelyä merkittävästi. Tästä on etua varsinkin, jos karsinoita joudutaan tyhjentämään käsityövälinein. Hake on hyvä lisä olki-turve-kuivikkeeseen. Myös kuorijätettä voidaan käyttää.

Puhtaiden lihamullien kasvu on 100 g/pv suurempi ja niiden rehuhyötysuhde 1 kg/ry parempi kuin likaisten. Eläinten terveyden kannalta välttämätön kuivikemäärä on 1,5 - 2 kg/pv • lehmä. (SALONIEMI 1985, s. 64.). Virtsan sitomiseksi tarvittava kuivikemäärä on HOLMAN (1975, s. 35) mukaan 6 - 8 kg olkea tai sahanjauhoja tai 3 - 4 kg turvetta. PELTOLAN (1986, s. 32) suositukset kuivitusmääräksi käyvät ilmi taulukosta 17. Eräs haastateltu viljelijä käytti vasikoille kuivikkeena turvetta noin 10 l/pv • eläin.

Taulukko 17.

Virtsan sitomiseen tarvittavat kuivikemäärät (PELTOLA ym. 1986, s. 32).

Table 17.

Litter quantities needed for absorption of stale (PELTOLA et al. 1986, p. 32).

Kuivike <i>Litter</i>	Käyttömäärä, kg/pv • lypsylehmä <i>Quantity, kg/day • dairy cow</i>
Turve <i>Peat</i>	2,0 - 2,8
Olkisilppu <i>Chopped straw</i>	3,9 - 5,6
Kovapaalattu olki <i>Baled straw</i>	3,9 - 5,6
Sahanpuru <i>Saw dust</i>	6,4 - 9,1
Kutterinlastu <i>Cutter shavings</i>	2,9 - 4,1

JAAKKOLAN (1980, s. 169) mukaan oljet pystyvät imemään vettä kaksi kertaa oman painonsa verran. PELTOLAN ym. (1986, s. 7) mukaan olki pystyy sitomaan virtsaa 2,5 kg kuivikekiloa kohti, ja ohran olkisilppu on parempaa kuin kauran, kuten taulukosta 17 voidaan todeta. Hilbrichin (Ref. SIMONSSON 1976, s. 10) mukaan kauran oljen imukyky on parempi kuin rukiin tai vehnän, joten ohran olki on kotoisten neljän viljalajin oljista parasta kuivikkeena. Kuten taulukosta 18 voidaan todeta, silppuaminen parantaa jonkin verran niiden vedensitomiskykyä (JAAKKOLA 1980, s. 169, PELTOLA ym. 1986, s. 20). Eri kuivikkeiden vedensitomiskykyjä on esitettyä myös taulukossa 20. HOLMAN (1975, s. 35) mukaan noin 5 cm pitkä olkisilppu on parasta imukyvyltään. Olkijauho (noin 2 mm) on kuitenkin nopeampi imemään kosteutta kuin turve, heinä tai pitkä olki (JAKOB ja JAKOB 1976, s. 3 - 4). Hienoksi silputtu olki voisi siten osittain korvata turpeen osuutta kuivikeseoksessa. Pelkkää hienoksi silputtua

Taulukko 18. Kuivikkeiden virtsan- ja vedenpidätyskyky (PELTOLA ym. 1986, s. 7, 27, SCHMIDT 1970, s. 118, TJERNSHAUGEN 1979, Hilbrich Ref. SIMONSSON 1976, s. 10).

Table 18. *Stale and water absorbtion ability of different kinds of litter, kg stale or water per kg of litter (PELTOLA et al. 1986, p. 7, 27, SCHMIDT 1970, p. 18, TJERNSHAUGEN 1979, Hillbrich Ref. SIMONSSON 1976, p. 10).*

Kuivike Litter	Virtsanpidätyskyky, kg/kg Stale abs. ability, kg/kg	Vedenpidätyskyky, kg/kg Water abs. ability, kg/kg
Turve Peat	4,5 - 4,9	4,4 - 4,7
Olki Straw		2,6
Ohran olkisirppu Chopped barley straw	2,5	3,5
Rukiin olki Rye straw		2,7
Rukiin olkisirppu Chopped rye straw		2,7
Vehnän olkisirppu Chopped wheat straw		2,6
Kauran olkisirppu Chopped oat straw		2,8
Palkokasvin jäte Waste of leguminous plants		3,3
Sahanpuru Saw dust	1,5	1,5 - 2,5
Kutterinlastu Cutter shavings	3,3	3,3 - 3,6
Höylänlastu Plane shavings		1,4

olkea ei sen sijaan voi käyttää kuivikkeena kuivikepohjissa, vaikka se parsipaikkoihin soveltuukin. Olki ei sellaisenaan kuitenkaan ole hyvä kuivike, koska se ei pysty sitomaan lannasta vapautuvaa ammoniakkikaasua (JAAKKOLA 1980, s. 169). PELTOLAN (1986, s. 7) mukaan pitkä ohran olki sitoi ammoniakkia 0,85 % ja pitkä kauran olki 0,50 % (taulukko 19 ja 20). Olki on kuitenkin hyvää ravintoa mikrobeille. Maatalouden sivutuotteena olki on lisäksi rahallisia menoja ajatellen halvin kuivitusmateriaali. (JAAKKOLA 1980, s. 169.) Oljen korjuukosteuden tulee olla 22 - 25 %, jotta se säilyisi moitteettomana varastossa (ORAVA 1980, s. 15). Kovin suurta hintaa olkikilolle ei kuitenkaan tule tilanteessa, jossa turve on muutoin soveltuva. Jos turve maksaa 30 mk/m³, niin vaihdettaessa turvetta oljeksi saadaan oljen marginaaliseksi kilohinnaksi kuivikkeena vain noin 15 penniä. *Klebsiella pneumoniae* -kolibakteeri ei viihdy olkikuivikkeessa, jolloin niiden sahanpurua kuivikkeena käyttäneiden viljelijöiden, joiden karjassa alkaa ilmetä kyseisen bakteerin aiheuttamaa utaretulehdusta tulisi siirtyä käyttämään olkikuiviketta (BRITTEN 1984, s. 39 - 40). Edellä mainittu ongelma voi tulla esiin emolehmäparsikasvattamossa.

Kutterinlastu soveltui erään haastatteluosassa mukana olleen viljelijän mukaan korvaamaan turvetta kuivikkeen osana. SALONIEMEN (1985, s. 64) mukaan

kutterinlastun ja sahajauhon virtsansitomiskyky ei ole olkisilpun kykyä parempi. Lisäksi purukuivike sitoo ammoniakkia melko huonosti verrattuna turpeeseen (SALONIEMI 1985, s. 64).

Lannan ja eri kuivitusmateriaalien tilavuuspainot selviävät taulukosta 21. Niitä voidaan käyttää apuna sopivien sekoitussuhteiden muuttamisessa painomitoista tilavuusmitoiksi ja päinvastoin.

Taulukko 19. Eri kuivikkeiden ammoniakkin sitomiskyky kuivapainokiloa kohti (PELTOLA ym. 1986, s. 7).

Table 19. Ammonia absorbtion ability of different kinds of litter, % of the litter's dry matter (PELTOLA et al. 1986, p. 7).

Kuivike <i>Litter</i>	Sitomiskyky, % <i>Absorbtion ability, %</i>
Turve <i>Peat</i>	2,50
Ohran olki, pitkä <i>Barley straw, long</i>	0,85
Kauran olki, pitkä <i>Oat straw, long</i>	0,50
Kutterinlastu <i>Cutter shavings</i>	0,80
Sahanpuru <i>Saw dust</i>	0,50

Taulukko 20. Eri kuivikkeiden veden- ja ammoniakinsitomiskyky (Ruokosalmi ja Survonon Ref. VAHALA 1982, s. 97).

Table 20. Water and ammonia absorbtion ability of different kinds of litter (Ruokosalmi and Survonon Ref. VAHALA 1982, p. 97).

Kuivike <i>Litter</i>	Vedensitomiskyky kuivikkeeseen kuiva-ainetta kohti, kg/kg <i>Water absorbtion ability per kg litter dry matter, kg/kg</i>	Ammoniakin sitomiskyky, % kuiva-aineesta <i>Ammonia absorbtion ability, % of dry matter</i>
Sahanpuru <i>Saw dust</i>	1,9 - 3	0,24
Pitkä ohran olki <i>Barley straw, long</i>	3,3	0,85
Pitkä kauran olki <i>Oat straw, long</i>	3,3	0,50
Olkisilppu <i>Chopped straw</i>	3,6 - 4	0,25
Turvepehku <i>Peat litter</i>		
- pH 3,5	7,5 - 12	1,4 - 2,0
- pH 3,6 - 4,0	7,5 - 12	1,0 - 1,8
Kutterinlastu <i>Cutter shavings</i>	4,55	

Taulukko 21. Kuivikkeiden ja lannan tilavuuspainot (PELTOLA ym. 1986, s. 22 - 23, Anon. Ref. BJÖRKLÖF 1978, ANON. 1985, Velebil Ref. HOLMA 1975, s. 14).

Table 21. *Densities of different kinds of litter and manure (PELTOLA et al. 1986, p. 22-23, Anon. Ref. BJÖRKLÖF 1978, ANON. 1985, Velebil Ref. HOLMA 1975, p. 14).*

Kuivike Litter	Tilavuuspaino, kg/m ³ Density, kg/m ³
Irto-olki, 2 - 4 metrin kasassa <i>Loose straw in 2-4 m stack</i>	30 - 45
Olki, kovapaalattu <i>Straw, hard bales</i>	110
Olki, löysäpaalattu <i>Straw, loose bales</i>	70
Olki, silputtu <i>Straw, chopped</i>	60 - 90
Olki, silputtu, tiivistämätön <i>Straw, chopped, unpacked</i>	22 - 37
Turve <i>Peat</i>	40 - 200
Turve, kuormattu <i>Peat, loaded</i>	160 - 205
Turve, kuormattu ja tiivistetty, <i>Peat, loaded and packed</i>	240
Turve, kuiva <i>Peat, dry</i>	150 - 250
Turve, maatonut ja ilmakeiva <i>Peat, decomposed and air dry</i>	600
Turve, 35 % kostea <i>Peat, 35% moist</i>	90 - 120
Kasvuturve, 50 % kostea <i>Horticultural peat, 50 % moist</i>	150
Jyrsinturve, 40 % kostea <i>Milled peat, 40 % moist</i>	101 - 156
Sahanpuru, ilmakeiva <i>Saw dust, air dry</i>	120 - 200
Sahanpuru, 43 % kostea <i>Saw dust, 43 % moist</i>	241
Sahanpuru, 55 % kostea <i>Saw dust, 55 % moist</i>	300
Sahanpuru, 70 % kostea <i>Saw dust, 70 % moist</i>	400
Sahanpuru, kuormattuna <i>Saw dust, loaded</i>	116
Sahanpuru, kuormattuna ja tiivistettynä <i>Saw dust, loaded and packed</i>	136
Kutterinlastu, 13 % kostea <i>Cutter shavings, 13 % moist</i>	67
Kutterinlastu, kuormattuna <i>Cutter shavings, loaded</i>	81
Kutterinlastu, kuormattuna ja tiivistettynä <i>Cutter shavings, loaded and packed</i>	116
Tuore lanta <i>Manure, fresh</i>	450 - 600
Keskinkertaisesti palanut lanta <i>Manure, moderately fermented</i>	600 - 750
Täysin palanut lanta <i>Manure, completely fermented</i>	750 - 900
Kuormattujen ja tiivistettyjen kutterinlastujen kosteus oli 20 % <i>Moisture of the loaded and packed cutter shavings were 20 %</i>	

2.6.2. Kuivikepohjan hygienia

PUNTILAn ym. (1985, s. 5) Kivirannan koetilalla tekemässä tutkimuksessa utaretulehdus oli syynä emon poistoon noin 10 %:ssa tapauksista. Tämä on varsin pieni osuus. Vaikka utaretulehdustapaukset ovat emolehmätaloudessa suhteellisen vähäisiä, ne ovat esiintyessään tavallista pahempia. Lisäksi sen hoitomahdollisuudet ovat huonommat kuin tavanomaisessa maidontuotannossa vasikan imemisen takia. (PUNTILA 1985, s. 34.) Sahanpuru on kolibakteereille olkea parempi elatuspohja ja aiheuttaa siten utaretulehdusta. (SALONIEMI 1985, s. 64.) Kuivikkeissa olevat utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit eivät kuitenkaan ole lajeja *Streptococcus agalactiae* tai *Staphylococcus aureus*, vaan organismit ovat koliryhmään kuuluvia. Sahanpurussa ja muissa puupohjaisissa tuotteissa esiintyy erityisesti *Klebsiella pneumoniae* -kolibakteeria mutta myös *Streptococcus uberis*. *Klebsiella* lisääntyy erityisesti kosteissa oloissa. Kuivana säilytetyn kuivikkeen käyttö vähentää utaretulehduksen riskiä verrattuna märkänä säilötyyn. Eläinsuojat ovat kuitenkin yleensä kosteita ja siten kuivikkeen säilyttäminen kuivana on vaikeaa. Kolibakteereja voidaan yrittää desinfioida sammutetulla kalkilla, mutta sen teho huokoiseen kuivikemateriaaliin on kuitenkin heikko. Bakteerit tarvitsevat kasvaakseen ravinteita. Sen tähden hiekka on hyvä kuivike parsikasvattamossa, koska siinä ei ole hiiltä eikä typpeä. Mitä rakeisempaa se on ja mitä vähemmän siinä on savesta, sen parempaa se on. Hiekkakuivikkeeseen tulee bakteereita lannasta, virtsasta ja muista eläinten eritteistä, mutta koska hiekkassa ei ole ravinteita, pysyy bakteerien määrä kuitenkin matalana. Lisäksi hiekan veden pidätyskyky on pieni, jolloin se säilyy kuivana kosteissakin oloissa. (BRITTEN 1984, s. 38 - 39.) Kuivikepohjakasvatukseen se ei kuitenkaan sovellu juuri pienen vedenimukykynsä tähden. Paineen vaikutus eri kuivitusmateriaalien veden- ja virtsansitomiskykyyn on esitetty taulukossa 22.

Taulukko 22.

Kuivikkeen veden- ja virtsansitomiskyvyt paineen alaisena (PELTOLA ym. 1986, s. 29).

Table 22.

Water and stale absorption ability of litter under pressure (PELTOLA et al. 1986, p. 29).

Kuivike <i>Litter</i>	Puristuksen jälkeen kuivikkeessa oleva nestemäärä alkuperäisestä puristuspaineen ollessa 500 kPa <i>Quantity of liquid in the litter after compression compared to the initial liquid quantity, when pressure is 500 kPa</i>	
	Vesi, % <i>Water, %</i>	Virtsa, % <i>Stale, %</i>
Pistoturve <i>Peat mined by spade</i>	29	-
Jyrsinturve <i>Milled peat</i>	19	33
Ohran olkisirppu <i>Chopped barley straw</i>	46	50
Sahanpuru <i>Saw dust</i>	75	73
Kutterinlastu <i>Cutter shavings</i>	40	52

Myös palanutta kuiviketta voidaan käyttää uudelleen kuivikkeena, kunhan se on ensin kuivunut. Palaminen tuhoaa kuivikkeesta utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit, vaikka se ei täysin sitä desinfioikaan, koska palaminen itsessään on bakteerien aiheuttamaa. Kaikki utaretulehdusta aiheuttavat kolibakteerit tuhoutuvat, kun kompostin lämpötila on viisi päivää 85 °C. (BRITTEN 1984, s. 40 - 43.) Liian kuumasta palamislämpötilasta on se haitta, että tyypeä häviää ammoniakkin muodossa ilmaan (JAAKKOLA 1980, s. 170). Palaneessa kuivikkeessa vallitsee bakteerikanta, joka ei aiheuta utaretulehdusta. Tämä kanta estää patogeenisten bakteerien lisääntymisen. Palanutta kuiviketta, jota aiotaan käyttää uudelleen kuivikkeena ei saa kuitenkaan säilyttää märkänä, sillä palamalla desinfioitunut kuivikekin saastuu uudelleen tässä tapauksessa. Vastaavalla tavalla voidaan kuivikkeena käyttää myös ilmavuotojen takia pilaantunutta säilörehua. Siinä esiintyvät bakteerit pitävät patogeeniset bakteerit loitolla ja saattavat jopa tuhota niitä, jos haitattomia bakteereja sisältävää kuiviketta lisätään vanhan saastuneen päälle. (BRITTEN 1984, s. 40 - 43.)

2.6.3. Vedenimukyvyyn ja ammoniakkin sitomiskyvyn sovittaminen kuivikevalinnalla

Turve on ihanteellinen kuivitusmateriaali kasviravinteiden talteenoton kannalta. Se kykenee sitomaan nesteitä jopa kymmenen kertaa oman painonsa verran. (JAAKKOLA 1980, s. 170.) HOLMAN (1975, s. 35) mukaan turve kykenee sitomaan jopa 15 kertaa oman painonsa verran kosteutta ja täyttää parhaiten kuivikkeelle asetettavat vaatimukset. Kuiviketurpeeksi soveltuu hyvin vain maatumaton, karkea ja vaalea rahkaturve ja sen kosteuden on oltava 40 - 60 % (VAHALA 1982, s. 95, RUOKOSALMI ja SURVONEN Ref. VAHALA 1982 s. 97). HOLMAN (1980, s. 88) mukaan myös saraturve soveltuu kuivikkeeksi. Sen sijaan pitkälle maaton turve voi olla eläimille jopa vaarallista siitä vapautuvan metaanin ja hiilidioksidin takia, ja lisäksi se põlisee (HOLMA 1980, s. 88). Pelkän turpeen käyttö kuivikkeena ei ole kuitenkaan järkevää, koska VAHALAN (1982, s. 97) mukaan turvelanta ei pala varastossakaan.

Hyvän ravinteiden- ja virtsansitomiskyvyn lisäksi turve on hygieeninen kuivitusmateriaali. Kolibakteerit eivät lisäänny turpeessa sen happamuuden takia. Lisäksi turpeen happamuus edistää ammoniakkin sitoutumista. (SALONIEMI 1985, s. 64.) Wiklanderin ja Salosen (Ref. HOLMA 1975, s. 35) mukaan turpeen happamat ryhmät kykenevät pidättämään ammoniakkin lisäksi myös muita hajuja tuottavia kaasuja. Ammoniumtyppi vapautuu ammoniakkin biologis-entsymaattisten reaktioiden vaikutuksesta, kun pH nousee yli seitsemän. Kiinteän lannan pH on 8,2. (Asumalahti Ref. HOLMA 1975, s. 100.) PELTOLAN (1986, s. 7) mukaan turve sitoo ammoniakkin 2,5 % kuivapainostaan, eli 25 g/kg. JAAKKOLAN (1980, s. 170) mukaan turvekilo pystyy

sitomaan ammoniumtyyppä 5 - 15 g, joten 4 kg/eläin·pv turvetta pystyy virtsan sitomisen lisäksi sitomaan melkein kaiken siitä vapautuvan ammoniumtyypen. Tämän mukaan, jos kuivikkeiden käyttömäärä on 7 kg/eläin·pv, turpeen osuuden tulisi olla vähintään 57 % kuivikkeesta, jotta kaikki ammoniakki tulisi sidottua. Turvekuivike kykenee sitomaan täysikasvuisen naudnan vuotuisesta lannan tpeestä noin 22 % enemmän kuin olkikuivike (Fredrikson ja Bengtsson Ref. VAHALA 1982, s. 97). Ruokosalmen ja Survoson (Ref. VAHALA 1982, s. 97) mukaan kuiviketurpeen pH:n tulisi olla noin 3,5. HOLMAN (1980, s. 87 - 89) mukaan kuitenkin vasta 5,9 kg/pv·ny on riittävä määrä virtsan imeyttämisen kannalta. PELTOLAN ym. (1986, s. 7) mukaan turvekilo imi virtsaa 4,9 kg. Kuiviketurpeen kosteuteen on kiinnitettävä huomiota, koska 40 % kostea turve imee noin 200 g/kg eli 4,3 % enemmän vettä kuin 50 % kostea turve (KYTÖ ym. 1983). PELTOLAN (1986, s. 7) mukaan turve kuitenkin luovuttaa 70 % imemästään virtsasta paineenalaisessa tilassa. Turpeen suurin ongelma on sen pölyävyys. (SALONIEMI 1985, s. 64.) TUORILAN (1929) mukaan rahkaturpeen pölyävyys on kuitenkin vähäistä. Turve on kuitenkin oljen kanssa sekoitettuna hyvä kuivike (SALONIEMI 1985, s. 64)

2.6.4. Kuivikepohjan oikeat ravinnesuhteet

Kaikki niukkatyppinen materiaali, kuten olki, turve, lehtikarike, vanha heinä, sahajauho ja puunkuori kuivikemateriaalina, sitoo lahotessaan ympäristöstään tyyppä ja puuttuvia kivennäis- ja hivenaineita. Esimerkiksi olkitonnia kohti suositellaan lisättäväksi 4 - 8 kg tyyppä. Lisäksi fosfaattia pitäisi lisätä 5 - 20 kg olkitonnia kohti. (HOVI 1979, s. 350.) Kylmäkasvattamon kuivikepohjassa tarvittava typpi ja fosfori saadaan karjan lannasta. Käytettäessä olkikuivikkeita 8 kg/eläin·pv ja sonnan määrän ollessa keskimäärin 21,9 kg/eläin·pv (JAAKKOLA 1980, s. 168) ja virtsan määrän ollessa 40 % eli 8,8 kg/eläin·pv sonnan määrästä saadaan olkikuiviketonna kohden 1 100 kg virtsaa ja 2 740 kg sontaa. Virtsatonnissa on noin 7,5 kg tyyppä ja 11,6 kg kalia, mutta ei yhtään fosforia, ja sontatonnissa on noin 3,5 kg tyyppä, 1,0 kg fosforia ja 2,1 kg kalia (JAAKKOLA 1980, s. 168). Kun olkikuivitus oli 8 l/eläin·pv, olkitonnia kohti saadaan ulosteista ravinteita 17,8 kg tyyppä, 2,7 kg fosforia ja 18,5 kg kalia. Typen määrä on varsin riittävä kompostoitumisen kannalta, mutta fosforia puuttuu 2,3 - 17,3 kg tonnia kohti.

2.6.5. Kuiva-ainehäviöt kuivikepohjan kompostoisemisessa

Palamisen yhteydessä lannan kuiva-aine vähenee Salosen (Ref. HOLMA 1975, s. 64) mukaan 20 - 30 %, jopa enemmän. PALDANIUKSEN (1987, s. 16) mukaan kuiva-ainetappio voi vuoden aikana olla noin 65 % alkuperäisen kuiva-aineen määrästä. Hoylen ja Mattinglyn (Ref. PALDANIUS 1987, s. 37) mukaan

kuiva-aineen häviö oli 37 - 39 % neljässä kuukaudessa. Kailan (Ref. PALDANIUS 1987, s. 37) kokeissa kuiva-ainehäviöt olivat 54 - 60 % neljässä kuukaudessa. Rinteen ja Sippolan (PALDANIUS 1987, s. 37) mukaan typen lisääminen johtaa kuiva-ainehäviöiden pienenemiseen. Typen lisääminen on siten kuivikepohjan kompostoinnin kannalta kompromissikysymys. Korkean typpipitoisuuden aiheuttama suuri kompostoitumisnopeus on toivottava, jotta kuivikepohja täyttyisi hitaasti. Toisaalta samalla omalta osaltaan kuivikepinnan nousua hidastava kuiva-aineen hävikki tällöin pienenee. Karsinaan tulevan lannan määrää voidaan pitää vakiona, koska se käytännössä riippuu ainoastaan eläinmäärästä. Kompostoituvan materiaalin typpipitoisuuteen voidaan siten vaikuttaa ainoastaan runsaasti hiiltä sisältävää kuivikeannosta lisäämällä tai vähentämällä. Vähentäminen lisää kompostoituvan materiaalin typpipitoisuutta. Olkimäärän pienentäminen lisää ravinnetappioita, jos typpipitoisuus nousee yli 1,97 %:n, mutta pienentää kuiva-ainetappioita ja nopeuttaa kompostoitumista (Hoyle ja Mattingly Ref. PALDANIUS 1987, s. 38). Se ei kuitenkaan merkittävästi vaikuta kuivikepinnan nousuun kuivikkeiden vähenemisen ja niiden kuiva-ainehäviöiden pienenemisen kompensaaion takia. Sopivana kompromissina voidaankin pitää noin 2 %:n typpipitoisuutta.

Lannan palaneisuuden aste voidaan määrittää C/N-suhteen avulla. Tuoreessa sonnassa se on noin 40. Hyvin palaneessa lannassa se on vain 20. (JAAKKOLA 1980, s. 170.) C/N-suhteen on myös oltava palaneessa lannassa alle 20, koska typen käyttökelpoisuus orgaanisena lannoitteena vähenee C/N-suhteen kasvaessa tästä (HOLMA 1975, s. 8). Grayn (Ref. PALDANIUS 1987, s. 39) mukaan C/N-suhteen optimina voidaan kompostoinnin alussa pitää 25 - 50:1. Näin hiilen osuus kompostissa perustamisvaiheessa on 50 %:sta ylöspäin.

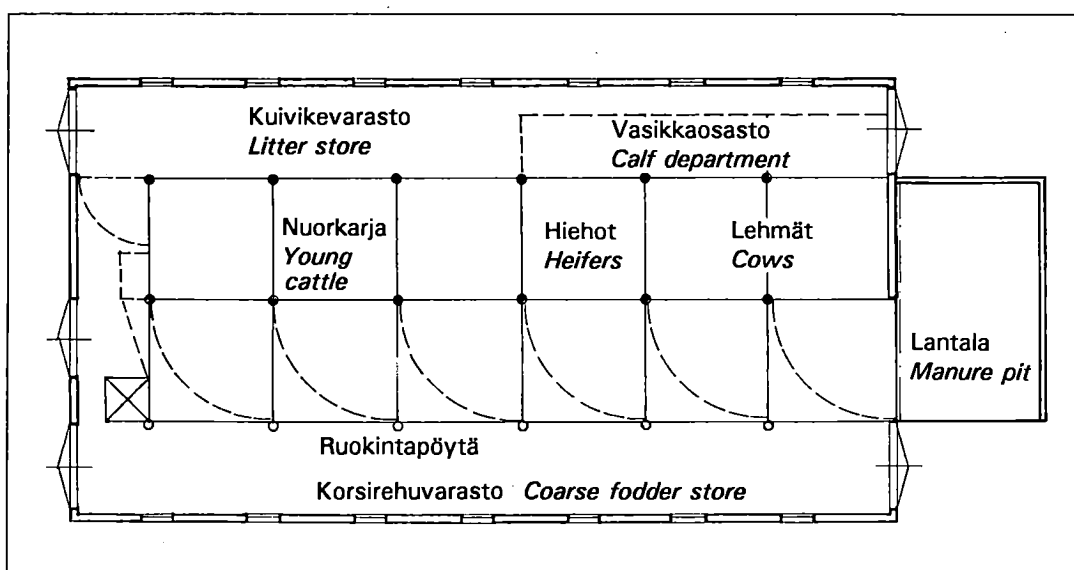
2.7. Tarvittavat tilat

2.7.1. Tilat yleensä

Harjoitettaessa emolehmätuotantoa vanhoissa rakennuksissa joudutaan yleensä tekemään paljon töitä käsin. Se onnistuu vielä mainiosti pienissä karjoissa, mutta karjakoon kasvettua on tuotantoa koneellistettava. Ensimmäisenä koneellistettaviksi tulevat rehujen siirrot varastosta karjasuojaan ja karjasuojassa, ruokinta sekä lannanpoisto. Koneellistamisen ja muutoinkin työn sujuvuuden kannalta olisi välttämätöntä, että tilat ovat pitkiä ja suoraviivaisia. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30.) Tuotannon vakiinnuttua ja laajennuttua niin, että koneellistamista tarvitaan, joudutaan rakentamaan uudet koneellistamisen vaatimukset täyttävät tilat. Vanhoja tiloja voidaan siten yleensä hyödyntää järkevästi varsinaisessa tuotannossa vain emolehmätuotannon alkuaikoina. Myöhemmin niitä voidaan käyttää vain varastointitarkoituksiin. Poikkeuksia kuitenkin on. Tällöin rakennukseen on voitava muodostaa peruskorjauksen

yhteydessä koneellistamiseen sopivat tilat. Parhaiten tähän sopivat vanhat konehallit ja karjasuojat, joiden välikatto voidaan purkaa ja joissa ei ole kantavia väliseiniä.

Tilojen suuruus määräytyy karjakoon mukaan. Rakennuksen jatkamismahdollisuus tulee säilyä ja tuotannon laajentaminen ottaa huomioon. Ruokinta ja hoitotavat määrittelevät rehujen ja lannan varastointitarpeen. Suunnittelussa ei pidä myöskään unohtaa ajoteiden ja eläinten käsittelytilojen, kuten lastaussiltojen rakentamista. Tarvittavien toiminnallisten tilojen selvittämisen jälkeen on syytä selvittää, onko tilalla käytettävissä vanhoja tarkoitukseen sopivia rakennuksia, ja mikä on niiden korjauskelpoisuus. Toiminnot sijoitetaan näihin vanhoihin tarkoitukseen sopiviin rakennuksiin siinä määrin kuin se on tarkoituksenmukaista kokonaisuuden kannalta, ja jäljelle jäävä tilantarve tyydytetään uudisrakentamisella. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 31.)



Kuva 3. Tyypillinen suomalainen kylmäkasvattamo (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 32).

Figure 3. Typical Finnish cold beef barn (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 32).

Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen suomalainen kylmäkasvattamouudisrakennuksen pohjapiirustus. Sille on tyypillistä suhteellisen suuri runkoleveys verrattuna pituuteen. Sen runkoleveyttä kasvattaa omalta osaltaan se, että siinä on erillinen kuivituskäytävä sen sijaan, että kuivitus olisi toteutettu kiinteän lattian kautta tai siirtämällä kuivikkeet kuivikepohjan yli traktorilla. Lisäksi ruokintapöytä on rakennettu kokonaan rungon sisäpuolelle, mikä ei liene välttämätöntä edes Suomen ilmasto-oloissa. Runkoleveyden kasvaessa rakennuskustannukset kasvavat jyrkästi. Monella haastattelututkimuksessa mukana olleella tilalla

ruokinta oli toteutettu kokonaan ulkona olevalle erilliselle tai rakennuksen sivussa lipan alla olevalle ruokintapöydälle.

Kasvatustapa ei juuri vaikuta eläinyksikköä kohti muodostuvien kustannusten määrään. ANTTILAN (1973, s. 1) mukaan tilantarve rakolattiakasvatuksessa on 40 - 50 % pienempi kuin käytettäessä parsikasvatusta tai kuivikepohjaa. Rakolattiakasvatus soveltuu kuitenkin lähinnä vain kasvaville eläimille, koska rakolattiakasvattamo on Suomen ilmasto-olosuhteissa lämpöeristettävä. Se tuskin kannattaa, koska rakennuskustannukset muodostavat tilansäästöä huolimatta suuremmaksi.

2.7.2. Varsinaiset eläintilat

2.7.2.1. Yleistä varsinaisista eläintiloista

Teuraseläinkasvattamon tulee olla yhtenäinen halli. Vanhoissa rakennuksissa on yleensä paljon kantavia väliseiniä, mikä vaikeuttaa niiden hyödyntämistä naudanlihantuotannossa. Vanhojen tilojen ongelmana on myös niiden mataluus, joka hankaloittaa traktorin käyttöä rehun jaossa ja lannanpoistossa. (NURMISTO 1975, s. 3.) Emolehmäkasvattamossa sokkeloisuus ei haittaa yhtä paljon kuin teuraseläinkasvattamossa, koska käsiteltävät rehut eivät paina yhtä paljon ja niiden määrä on muutenkin varsin pieni. Hyvän kasvattamon vaatimukset ovat kuitenkin vastaavat teuraseläinkasvattamon vaatimusten kanssa.

2.7.2.2. Parret

Makuuparsijärjestelmän etuja ovat pienehkö kuivikkeen kulutus, pienet lantamäärät, puhtaat eläimet ja häiriöttömät makuupaikat (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 35). Hoogerkampin ja Kollerin (Ref. MATON 1985, s. 206) mukaan makuuparsien rakentaminen lihakarjan kasvattamoon ei kannata, eikä sillä ole Givens ym. (Ref. MATON ym. 1985, s. 206) mukaan positiivista vaikutusta lihantuotantoon. Lihanaudat eivät hyödynnä parsia juuri lainkaan. Esimerkiksi Matonin ja DeMoorin (Ref. MATON 1985, s. 206) mukaan lihanaudat viettivät 97,3 % ajastaan parsipaikan ulkopuolella kasvatuskauden puolivälissä ja 84 % kasvatuskauden lopulla.

Emolehmien kytkeminen parteen ei liene perusteltua uusissa tiloissa, sillä esimerkiksi Daelemanin ja Boucquén sekä Matonin ja DeMoorin (Ref. MATON 1985, s. 206) mukaan parteen sidotut naudat makaavat huomattavasti vähemmän aikaa kuin vapaana olevat naudat, mutta siirryttäessä lypsykarjataloudesta itseuudistuvaan naudanlihantuotantoon emolehmiä voidaan pitää entisissä lypsylehmien parsissa, kunnes katsotaan tarpeelliseksi rakentaa varsinaiset itseuudistuvaan naudanlihantuotantoon tarkoitettut tilat. Tällöin vasikka lasketaan erillisistä karsinoista kaksi kertaa päivässä imemään emäänsä parteen. Jotta vasikka ei kulkeutuisi ruokintapöydälle on eduksi, jos parressa on sulkulaitteet.

Taulukko 23. Emolehmille sopivien parsien mitoitus (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 35).

Table 23. *Dimensioning of stalls for suckler cows (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 35).*

Lehmä Cow	Pitkäparsi pituus • leveys, cm Long stall length • width, cm	Yhdistelmäparsi pituus • leveys, cm Combined stall length • width, cm	Makuuparsi pituus • leveys, cm Stall in a cow-kennel length • width, cm
Yli/Over 500 kg	220 • 130	170 • 130	210 - 230 • 120
Alle/Under 500 kg	200 • 120	160 • 120	210 - 230 • 120

MATONin ym. (1985, s. 195) mukaan olisi eduksi, jos kulkukäytävästä voitaisiin erottaa 4 - 6 lehmän osastoja, jolloin vasikat löytäisivät paremmin oman emonsa. Tarkoitukseen sopivia parsiratkaisuja ovat pitkäparsi ja yhdistelmäparsi. Yhdistelmäparsi on lyhytparsi, jossa on lisäksi sulkulaite. Sopivien parsien mitat selviävät taulukosta 23.

Myös MATONin ym. (1985, s. 108) mukaan makuuparren mittojen tulee olla taulukon 23 mukainen, mutta sen lisäksi he antavat mitat makuuparsilohkolle, jossa on kaksi partta päittäin, leveydeksi 4,3 metriä. Makuuparsijärjestelmässä jokaisella eläimellä tulee olla oma partensa (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 35). Anttilan (Ref. HOLMA 1975, s. 37) mukaan parsipihatossa sopiva makuuparren pituus on 190 - 220 cm ja leveys 110 - 120 cm. Varminta on kuitenkin, että parsi tehdään riittävän pitkäksi eli 230 cm ja varustetaan etuputkistolla (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 35). Eräällä tilalla oli havaittu, että 220 cm on liian suuri parren mitta pienille emoille, sillä ne sontivat näin pitkässä parressa parren puolelle ja likaavat itsensä. Toisella jo 190 cm katsottiin liian pitkäksi ja hieholle sopivaksi parren pituudeksi katsottiin 170 cm. Niskapuomin oikea paikka on yleensä 170 cm parren takapästä (MATON ym. 1985, s. 108). Parsien tulee kuitenkin olla niin kapeita, että eläimet eivät mahdu niissä kääntymään. Makuuparren tulee sijaita 20 - 25 cm muuta lattiaa korkeammalla, jotta eläimet eivät voisi peruuntua parteen. (ANTTILA 1969, s. 41 - 42 ja MATON ym. 1985, s. 108, 112.) Anttilan (Ref. HOLMA 1975, s. 37) mukaan parrenerottajan pituus on 190 cm ja parrenerottajan korkeus 100 - 130 cm. Lehmän mukavuuden parantamiseksi parrenerottajan alimman putken tulisi olla vähintään 50 cm:n korkeudella (MATON ym. 1985, s. 108). Makuuparret sijoitetaan yleensä seinän viereen. Erillishoitoa, esimerkiksi poikimisia, varten on syytä varata karsina jokaista 20 lehmää kohti. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 36.)

Myös kasvavia eläimiä voidaan pitää parressa, vaikka uuden parsikasvattamon rakentaminen ei kannatakaan. Emolehmien parren kaltainen parsi soveltuu

Taulukko 24. Nuorelle karjalle soveltuvat parsipaikkojen ja käytävien mitat (Smits ja Swierstra sekä Koller ym. Ref. MATON ym. 1985, s. 179, 201).

Table 24. Suitable dimensions for stalls and passageways for young cattle (Smits and Swierstra, Koller et al. Ref. MATON et al. 1985, p. 179, 201).

Ikä kuukausina Age, months	Parsipaikan Stall		Tavallinen käytävä, cm	Ruokintapöy- dän edessä oleva käytävä, cm
	pituus, cm length, cm	leveys, cm width, cm	Ordinary passageway, cm	Passageway in front of fodder board, cm
0,5 - 2	130	60	150	175
2 - 5	150	70	150	175
5 - 12	170	80	200	225
12 - 18	190	90	200	225
18 - 22	210	100	200	250
22 - 24	210	110	220	230
Elopaino, kg Live weight, kg				
< 200	160	75	150	300
200 - 300	160	75	200	300
300 - 400	175	85	200	300
400 - 500	190	95	200	300
> 500	200	105	200	300

kuitenkin lähinnä vain lihahiehoille. Sonneille, joita itseuudistuvassa tuotannossa lihaksi kasvatettavat eläimet lähinnä ovat, tarvitaan erikoisrakenteinen parsi. Vanhaa lypsylehmille tarkoitettua partta on vaikea muuttaa tähän tarkoitukseen sopivaksi. Emolehmiä tarkoitettuja eläimiä ei ole suositeltavaa pitää kytkettynä, vaan pitoeläinten jalkojen terveyden takia tarkoitukseen sopii lähinnä vain makuuparsijärjestelmät. Kytkeminen saattaa olla kuitenkin välttämätöntä

aloitettaessa emolehmiä tuotantoa vanhoissa parsinavetoissa. Sen sijaan makuuparret ovat lähes välttämättömiä, jos hiehoja aiotaan myöhemmin pitää emoina

Taulukko 25.

Nuorkarjan vaatimat parsien mitat (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 35).

Table 25.

Stall dimensions required for young cattle (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 35).

Elopaino, kg Live weight, kg	Pituus • leveys, cm Length • width, cm
60 - 100	120 • 60
100 - 250	150 • 70
250 - 350	180 • 80
Yli/Over 350	190 • 90

makuuparsikasvattamossa, koska kerran lattialla makaamaan oppinutta lehmää on vaikea opettaa makaamaan parressa. Nuorelle karjalle sopiva parsien mitoitus selviää taulukoista 24 ja 25. Haastattelututkimuksen erään tilan havainnot tukevat tätä mitoitusta. Siellä oli havaittu, että 150 cm pitkä parsi on liian pitkä pienille kasvaville naudoille.

Sonnin parteen, kuvassa 4, tehdään ruokintapöydän viereen 45 cm leveä kiinteä osa, jotta rehu ei tukkiisi taempaan olevaa rakolattiaa. Kiinteän osan taakse asennetaan riittävä määrä 12 cm leveitä rakolattiapalkkeja 4 cm:n raoin. Sonneille sopiva palkiston leveys saadaan taulukosta 26. Rakolattian taakse asennetaan 80 cm leveä ritilä. Kun palkkien pituus on parren levyinen voidaan jokaisen parren pituus määrittää yksilöllisesti siirtämällä palkkeja tarvittava määrä ritilän toiselle puolelle, aivan kuten lypsylehmien parsissa siirretään lautoja. Sonnin parsi on 65 -100 cm leveä. (MATON 1985, s. 198 - 199.)

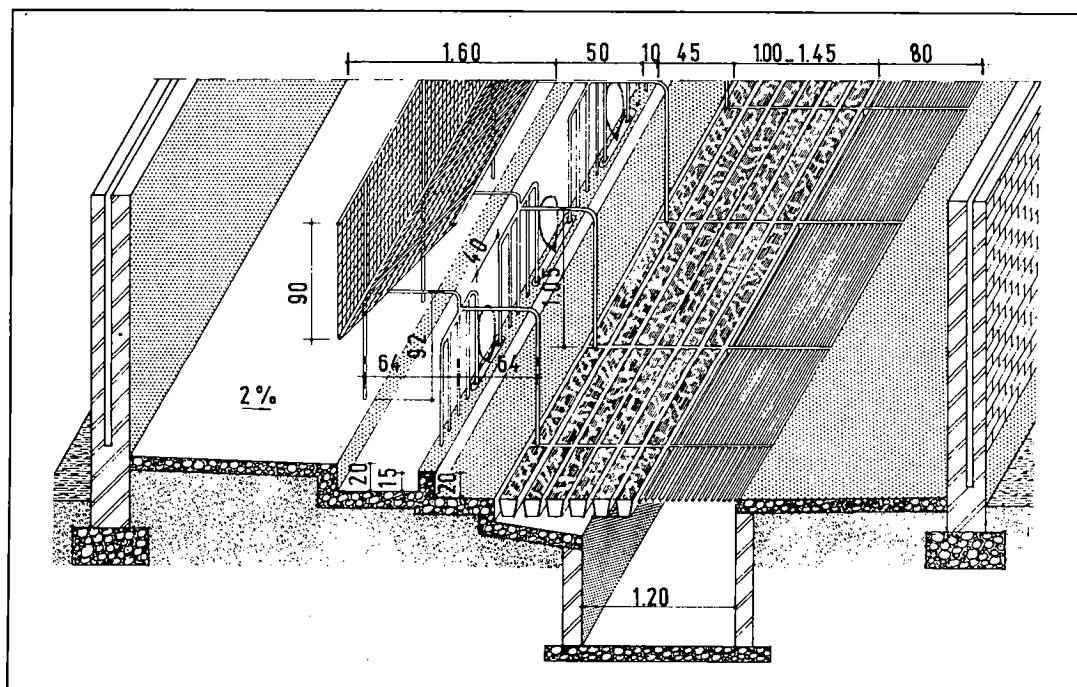
Taulukko 26.

Sonneille sopiva parren rakolattiapalkiston leveys (MATON ym. 1985, s. 198).

Table 26.

Suitable width of slatted part of bull stalls (MATON et al. 1985, p. 198).

Sonnin paino, kg <i>Bull weight, kg</i>	Rakolattiapalkiston leveys, cm <i>Width of slatted area, cm</i>
< 180	100
180 - 450	135
450 - 560	145



Kuva 4. Sonnin parsi (MATON ym. 1985, s. 199).

Figure 4. Bull stall (MATON et al. 1985, p. 199).

Rakolattiapalkistoa voidaan käyttää myös silloin, kun ritilän tilalla on kiinteälattia. Virtsa voidaan tällöin johtaa erikseen virtsasäiliöön. Parren pituutta ei kiinteän lattian yhteydessä voi muuttaa, koska se vaikeuttaisi traktorilla tapahtuvaa lannanpoistoa kiinteältä lattialta. Mikään ei estä pitämästä sonneja irti, jos parren takana on kiinteälattiainen lantakäytävä tai rakolattia. Se ei liene kuitenkaan taloudellisesti mielekäs ratkaisu. Lisäksi lanta olisi käytännössä poistettava kiinteältä lattialta lantakoneella, koska sonnien kytkeminen traktorilla tapahtuvan lannanpoiston ajaksi vaatisi kalliita suljinlaitteita. Parren takana olevan lantakourun sopiva leveys on 50 cm ja syvyys 20 cm parren pinnasta. Lantakourun pohjan sopiva kallistus on 3 %. (MATON ym. 1985, s. 198.) Kuivituskäytävän sopiva leveys seinän vieressä on 120 cm ja kahden parsirivin välissä 150 cm. Kuivituskäytävän lattia valetaan 15 - 20 cm lantakourun pohjaa ylempään ja kallistetaan 2,5 % lantakouruun päin. (MATON ym. 1985, s. 198.)

Makuuparsikasvattamoissa on huomioitava, että eläimille on tilaa riittävästi. Wieringan (Ref. MATON ym. 1985, s. 112) mukaan makuu-aika väheni 4,7 % ja 11,2 %, jos makuuparsia oli 25 % tai 50 % vähemmän kuin eläimiä, minkä lisäksi erityisesti huonot lehmät makasivat useammin lantakäytävillä. 5-10 % eläinmäärän ylitys voidaan väliaikaisesti sallia. Kahden makuuparsirivistön tai seinän välisen lantakäytävän leveyden tulee olla vähintään 2 - 2,5 metriä (MATON ym. 1985, s. 112).

Itseuudistuvassa lihakarjankasvatuksessa lihotettavat eläimet ovat yleensä suunnilleen saman ikäisiä, joten kaikki parsipaikat on mitoitettava teuraskypsän nautan mukaan. Lihaeläinten kasvatustiloja mitoitettaessa on otettava huomioon, että sonneja ei kannata laiduntaa toisena kesänä, ja niitä on siten pidettävä sisällä koko kasvatusajan. Sonnien suurin tuotantopalkkio saadaan nyt teuraspainoltaan yli 220 kg:n eläimistä. Teurasprosentti oli VARVIKOn ja LAMPILAn (1984) saamissa tuloksissa noin 50 %. Näin ollen teuraskypsien sonnien paino on vajaat 550 kg. Hintasuhteet ovat sellaiset, että sonneja kannattaa joko kasvattaa juuri tämän painorajan ylittäviksi tai luovuttaa välitysvasikaksi. Ylintä painorajaa on nostettu viime vuosina. Pelkästään vuoden 1989 aikana sonnien teuraspainot nousivat 15 kg. Tämän vuoksi lihaeläimien tilantarve yksilöä kohti on kasvanut viime vuosina ja vanhat oikeinkin mitoitettut parsipaikat ja karsinat ovat saattaneet tulla liian pieniksi. Ruhopainojen kasvusta on toisaalta ollut seurauksena se, että vasikoiden vaatima tila on vähentynyt suhteessa vanhempien eläinten vaatimaan tilaan lihakarjakasvattamoissa. Vanhojen rakennusten järkevän hyväksikäytön kannalta olisi eduksi, jos tuotantopalkkio maksettaisiin pienemmin portain. Tällä hetkellä uudet ja peruskorjattavat tuotantotilat on kuitenkin syytä mitoitaa vähintään 270 kg:n teuraspainon omaavien sonnien mukaan. Eripainoisten kasvavien nautojen tarvitsemien parsien mitat selviävät taulukosta 25.

Tällä hetkellä hieholehmistä maksetaan sama tuotantopalkkio kuin liha-eläimistäkin. Vuosittain teurastetaan noin 20 000 hieholehmää, mikä on 14 % kaikista teurastetuista lehmistä. Lehmistä kyseisiä palkkioita ei makseta. Hiehojen painorajat ovat nykyisin 170 ja 240 kg ja sonnien 190, 210 ja 240 kg (1.5.1992 alkaen). Tiloilla, joilla on sekä lypsylehmiä että varsinaista naudanlihan tuotantoa, lienee tarvetta sijoittaa hieholehmät lihakarjakasvatukseen lypsykarjanavetan tilanpuutteen helpottamiseksi.

Halvin parrenerottaja saadaan upottamalla 4":n putkeen halkaisijaltaan 12 cm oleva pyöreä puupylväs. Sen oikea sijoitus on 60 cm parren takareunasta. Olisi parempi, jos parrenerottaja tehtäisiin siten, että se ulottuu parren takareunaan asti. Eläimet saadaan peruuntumaan parresta ylösnoustessaan, jos parrenerottajiin kiinnitetään niskapuomi 100 - 120 cm:n korkeudelle. (ANTTILA 1969, s. 26, 42.) Parsi säilyy tällöin puhtaampana.

Naudat sietävät varsin suurta ympäristön lämpötilan vaihtelua hyvällä ilmanvaihdolla varustetussa, mutta vedottomassa rakennuksessa, jossa käytetään lisäksi kuiviketta pitämään eläimet puhtaina ja olosuhteet niille miellyttävinä.

Taulukko 27. Muutamien parrenpohjaratkaisujen ja niillä käytettyjen kuivikkeiden yhteisiä lämmönvastuksia (Bruce Ref. BARNES 1985b).

Table 27. Total thermal resistance for some combinations of stall bottom materials and litter used upon these (Bruce Ref. BARNES 1985b).

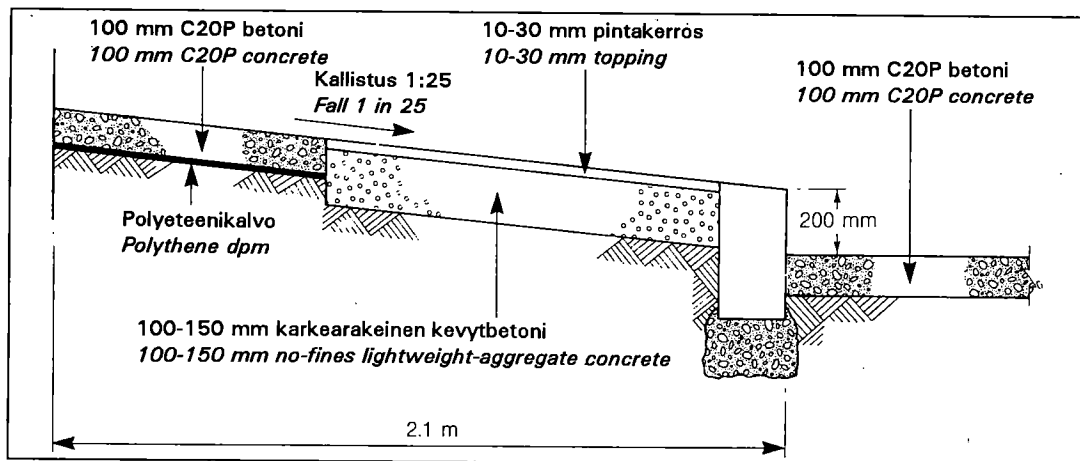
Parren pohja- ja kuivikeratkaisu <i>Stall bottom material and litter</i>	Lämmönvastus, m ² K/W <i>Thermal resistance, m²K/W</i>
Betoni, 60 mm kuivaa olkea <i>Concrete, 60 mm dry straw</i>	0,66
Polystyreeni 50 mm, rappaus 10 mm <i>Polystyrene 50 mm, plastering 10 mm</i>	0,47
Betoni, 17 mm kuivaa olkea <i>Concrete, 17 mm dry straw</i>	0,46
Betoni, 17 mm märkää olkea <i>Concrete, 17 mm moist straw</i>	0,23
Betoni, 12 mm sahanpurua <i>Concrete, 12 mm saw dust</i>	0,17
Karkea kevytbetoni, rappaus 20 mm <i>Coarse light concrete, plastering 20 mm</i>	0,17
Polystyreeni 50 mm, betoni 60 mm <i>Polystyrene 50 mm, concrete 60 mm</i>	0,10
Karkea betoni, rappaus 20 mm <i>Coarse concrete, plastering 20 mm</i>	0,08
Betoni, karkea bitumipinnoite <i>Concrete, coarse bitumen coating</i>	0,08
Betoni <i>Concrete</i>	0,04
Bitumi, bitumipinnoite <i>Bitumen, bitumen coating</i>	0,04

Lämmön johtuminen eläimistä lattiaan tai muuhun ympäristöön ei ole kriittinen tekijä esimerkiksi vielä Iso-Britannian ilmasto-olosuhteissa, joten parsipaikkojen

ei tarvitse olla lämpöeristettyjä. (BARNES 1985b.) NILSSONin ja WALBERGIN (1978, s. 13) mukaan parren lämmönvastuksen tulee olla vähintään $2,2 \text{ m}^2\text{K/W}$. Tässä on mukana maan lämmönvastus. Kun maan lämmönvastukseksi lasketaan 1 metrin levyisellä vyöhykkeellä seinästä lukien keskimäärin $0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ ja sen sisäpuolella olevalla 5 metrin vyöhykkeellä $3,2 \text{ m}^2\text{K/W}$, voidaan todeta, että edellä mainittu vaatimus tulee täytettyä sisemmällä 5 metrin vyöhykkeellä, mutta ei uloimmalla, parren rakenteesta riippumatta. Ratkaisevaa lienee kuitenkin juuri parren pintamateriaalin lämmönvastus ja sen ominaislämpökapasiteetti. Parhaaseen tulokseen päästään tällöin parren päälle levitettävällä kuivikkeella, jolla on suuri lämmönvastus ja pieni lämpökapasiteetti. Taulukossa 27 on muutamia esimerkkejä erilaisten parrenpohjaratkaisujen ja niillä käytettävien kuivikkeiden yhteisestä lämpövastuksesta. Taulukosta 27 voidaan nähdä, että pelkkä olki kuivikkeena betonisen parren päällä on kaikkia eristeellisiä ratkaisuja parempi eläimen lämpötalouden kannalta. Tässäkin mielessä eristeiden asentaminen parren pintavalun alle ei ole tarkoituksenmukaista emolehmien parsikasvattamoissa. Tekemällä 10 mm paksu laastikerros 50 mm paksun polystyreenikerroksen päälle saadaan vain hieman parempi ratkaisu kuin kohtuullinen 17 mm:n olkikerros betonin päällä. Kuitenkin niin ohuen laastikerroksen mekaaninen kestävyys on kyseenalainen. Jopa 17 mm paksu märkäkin olkikerros betonin päällä ja 20 mm:n rappaus karkean kevytbetonin päällä on parempi kuin 50 mm:n eriste 60 mm betonikerroksen alla. Edellisen perusteella näyttäisi siltä, että varsinaista eristettä ei parressa kannatakaan käyttää. Hyvä ratkaisu olisi valaa ensin pohjalle normaali kantava betonilaatta, jonka päälle valetaan karkeasta kevytsorasta vähän lämpöä johtava parsipenkki, ja joka taas pinnoitetaan 20 mm paksulla rappauserroksella. Lisäksi parressa käytetään jonkin verran olkea kuivikkeena.

NILSSONin ja WALBERGIN (1978, s. 20) mukaan lehmät pitivät 100 mm paksuista sahanpurukerrosta parressa miellyttävämpänä kuin kookoskuitu- tai muovimattoa. Ilman pintarappausta toimivaa ratkaisua ei saada, vaan parsipenkin betonin huokoisuus tukkeentuu vähitellen, ja edut menetetään (BARNES 1985b). Ilman kunnollista pohjalaattaa kevytbetoniparren kestävyys ei ole riittävä. Parsipenkin kevytbetoni tehdään sekoittamalla raekooltaan 10 - 20 mm:n kevytsoraa (esimerkiksi Leca-sora KS30) sementin kanssa suhteessa 6:1. Hiekkaa ei käytetä.

Emolehmän parsipaikka voidaan lämpöeristää myös osittain, emolehmän utareiden kohdalta siten, että eristeen päällä oleva kerros on mahdollisimman ohut, mutta kuitenkin riittävän vahva kantamaan eläimen painon. Muualta parren pohjan tulisi olla normaalin, 10 cm, paksuinen. Tämä rakenneratkaisu on esitetty kuvassa 5. Siinä kannattaa huomata 4 %:n kallistus lantakäytävälle päin, mikä ansiosta parsi pysyy kuivana ja puhtaana. (BARNES 1985b.) MATONin ym.

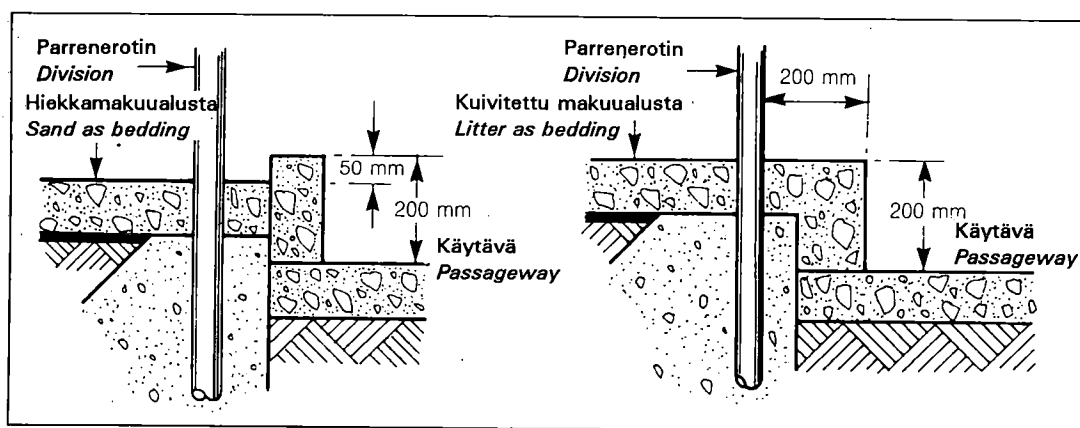


Kuva 5. Osittain eristetty parsipaikka (BARNES 1985b).

Figure 5. Partly insulated stall (BARNES 1985b).

(1985, s. 198) mukaan 1,5 % on sopiva kallistus. Puhdistuksen helpottamiseksi parsi kannattaa kallistaa 2 % lantakäytävälle päin (ANTTILA 1969, s. 26). Kevytsoravalukerroksen päällä oleva tiivis kerros voidaan tehdä 25 - 30 mm paksuna K25 betonimassasta, jossa on korkeintaan 10 mm raekooltaan olevia jakeita, 25 - 30 mm paksuna vastaavasta hiekkasementtimassasta sekoitussuhteessa 1:3 tai 10 mm paksuna hiekkasementtimassasta, jossa sekoitussuhde on 1:2, sekoitettuna 1:1 vesi-styreenibutadeenikumilateksiin (SBR). (BARNES 1985b.)

Kuivikkeiden paikallaan pysymisen kannalta on eduksi, jos parren valun pinta on uurrettu. Parren etuosassa uurteiden tulee kulkea poikittain parren pituussuuntaan nähden. Sen sijaan takaosassa uurteiden tulee olla parren pituussuunnas-



Kuva 6. Parsipenkin reunan rakennusratkaisut käytettäessä hiekka- tai jotain muuta kuiviketta (BARNES 1985b).

Figure 6. Solutions for the stall edge construction when sand or some other bedding is used (BARNES 1985b).

sa, jotta parteen tullut kosteus valuisi kunnolla pois. Uurteet voidaan tehdä esimerkiksi harjaamalla. Myös puuhierretty pinta on hyvä. (BARNES 1985b.)

Parsipenkin reunaan tehtävää kynnystä tarvitaan ainoastaan, jos kuivikkeena käytetään hiekkaa. Muiden kuivikkeiden käytön yhteydessä sitä ei tulisi käyttää. (BARNES 1985b.) Parsipenkki olisi kaikissa tapauksissa järkevintä valaa ilman kynnystä. Jos myöhemmin ryhdytään käyttämään hiekkaa kuivikkeena voidaan kynnys tehdä esimerkiksi painekyllästetystä soirosta, ja kiinnittää se ruuveilla betonisen parsipenkin reunaan. Parsipenkin rakennevaihtoehdot näkyvät kuvasta 6.

2.7.2.3. Ruokintapöydät

Ruokintapöydän pituus määräytyy eläinten koon ja lukumäärän perusteella. Ruokintapöydän aitaa tulisi olla 1 - 2 vuotiasta eläintä kohden vähintään 600 mm ja raskaille sonneille vähintään 675 - 750 mm. (CLARKE 1985, s. 3.) Anttilan (Ref. NURMISTO 1975, s. 2) ja MATONin ym. (1985, s. 201) suositukset ruokintaidan pituudeksi eläintä kohden selviävät taulukosta 28. PUNTILAN ym. (1985, s. 40) mukaan emoa kohti tarvitaan noin 70 cm ruokintapöydän aitaa. Tämä vastaa MATONin ym. (1985, s. 43) suosituksen mukaan noin 700 kg painavan naudan tarvetta. Eläinten koko on otettava huomioon ruokintapöydän aidan rakenteiden mitoituksessa. Liian järeää materiaalia ei kannata käyttää, koska tällöin ruokinta-aukkoja ei voida tehdä niin tiheään kuin eläinten leveyden puolesta olisi mahdollista.

Puinen ruokintapöydän aita tehdään yli 200 kg:n painoisille eläimille 50 mm · 150 mm kuusisoirosta, pienemmille 35 mm · 150 mm soirosta. Ruokintapöydässä käytettävää puumateriaalia ei ole syytä kyllästä myrkytysvaaran takia. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 39). Johteet kiinnitetään pylväisiin eläinten puolelle ruokinta pöydän aitaa. Eläinten puolelle rakennettava kynnys estää eläimiä peruuntumasta suoraan ruokintapöydän aitaa vasten ja

Taulukko 28.

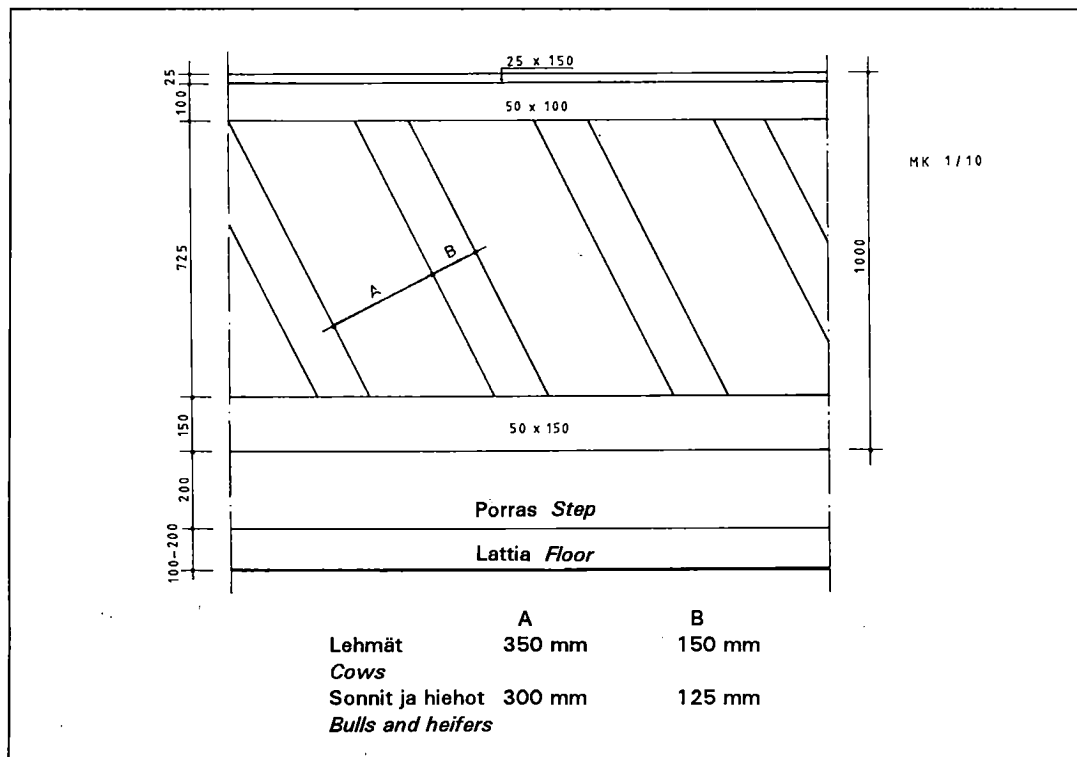
Ruokinta-aidan pituustarve eläintä kohden (Anttila Ref. NURMISTO 1975, s. 2, MATON ym. 1985, s. 201).

Table 28.

Feed rack length needed per beast (Anttila Ref. NURMISTO 1975, s. 2, MATON ym. 1985, s. 201).

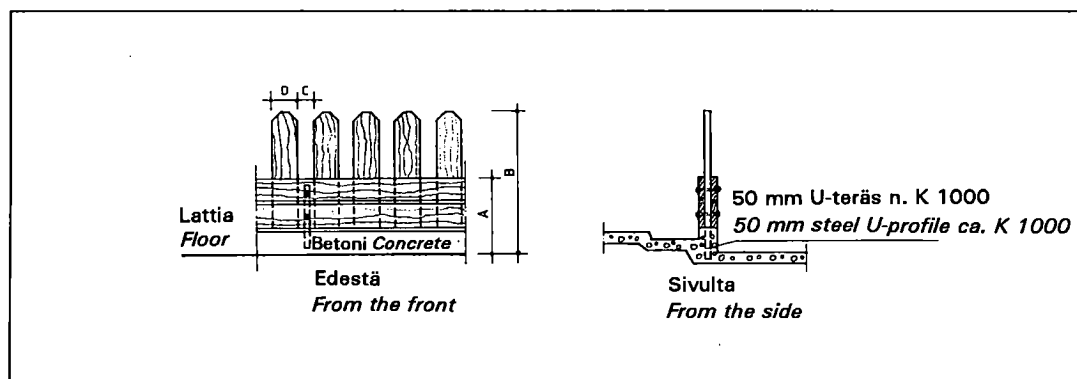
Eläinryhmä <i>Beast</i>	Ikä, kk <i>Age, mo</i>	Aidan pituus, cm <i>Rack length, cm</i>
Vasikat <i>Calves</i>	2 - 4	35
	4 - 6	40
	6 - 8	45
Hiehot ja sonnit <i>Heifers and bulls</i>	8 - 10	50
	10 - 12	55
	12 - 14	60
	14 - 19	65
	18 - 24	70
	Paino, kg <i>Weight, kg</i>	
Naudat <i>Neat</i>	200	40
	300	50
	400	60
	500	65
	600	65
	700	70

likaamasta ruokintapöytää. Se myöskin pakottaa eläimet syömään kohtisuoraan ruokintapöydän aitaan vasten, koska naudat eivät voi syödä, jos niiden mollemmat etujalat eivät ole kynnyksellä. Eräillä haastattelutiloilla tämän kynnyksen leveys oli 25 cm. Kynnyksen korkeus saattoi olla jopa 25 cm.



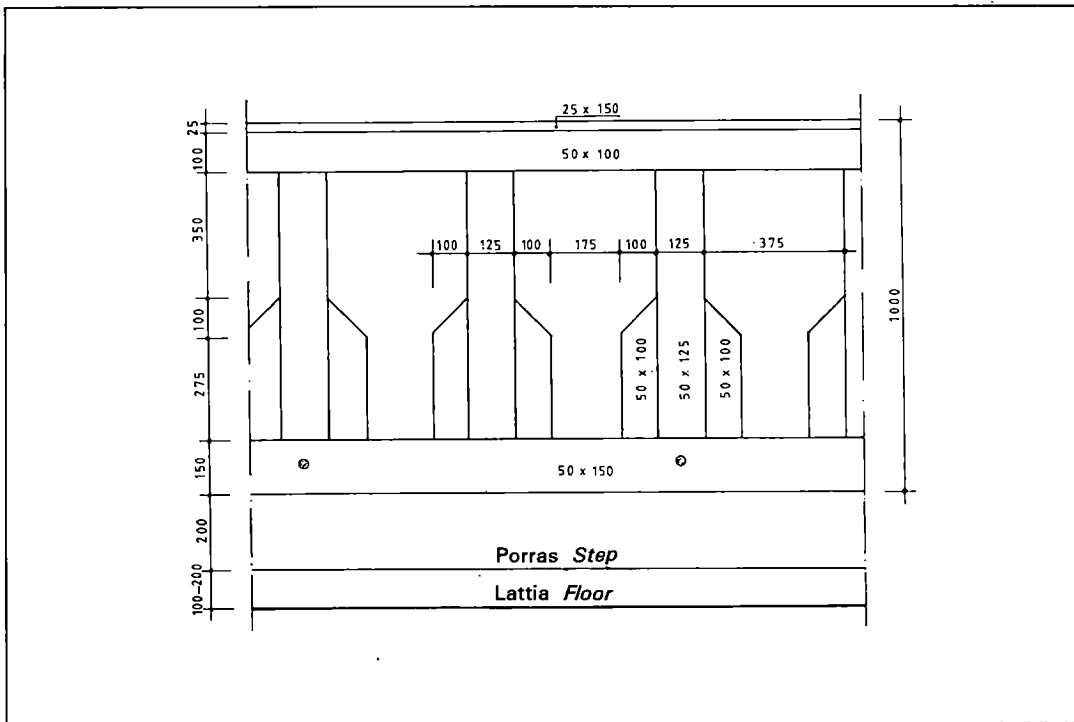
Kuva 7. Puinen vinoruokintaeste lehmille, sonneille ja hiehoille (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 40).

Figure 7. Wooden feed rack with diagonal boards for cows, bulls and heifers (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 40).



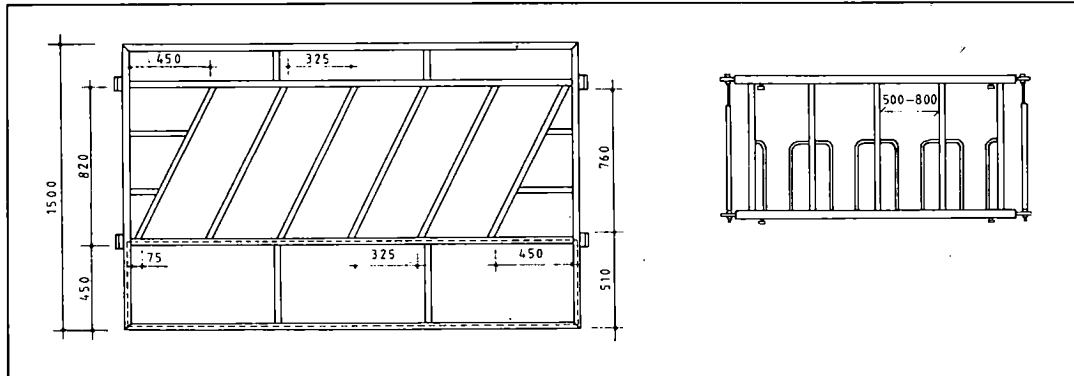
Kuva 8. Puinen pystytolpista tehty ruokintapöydän aita (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 41).

Figure 8. Wooden feed rack made of vertical posts (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 41).



Kuva 9. Puurakenteinen alhaalta kapenevilla ruokinta-aukoilla varustettu ruokintapöydän aita 300 - 500 kg painaville naudoille (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 40).

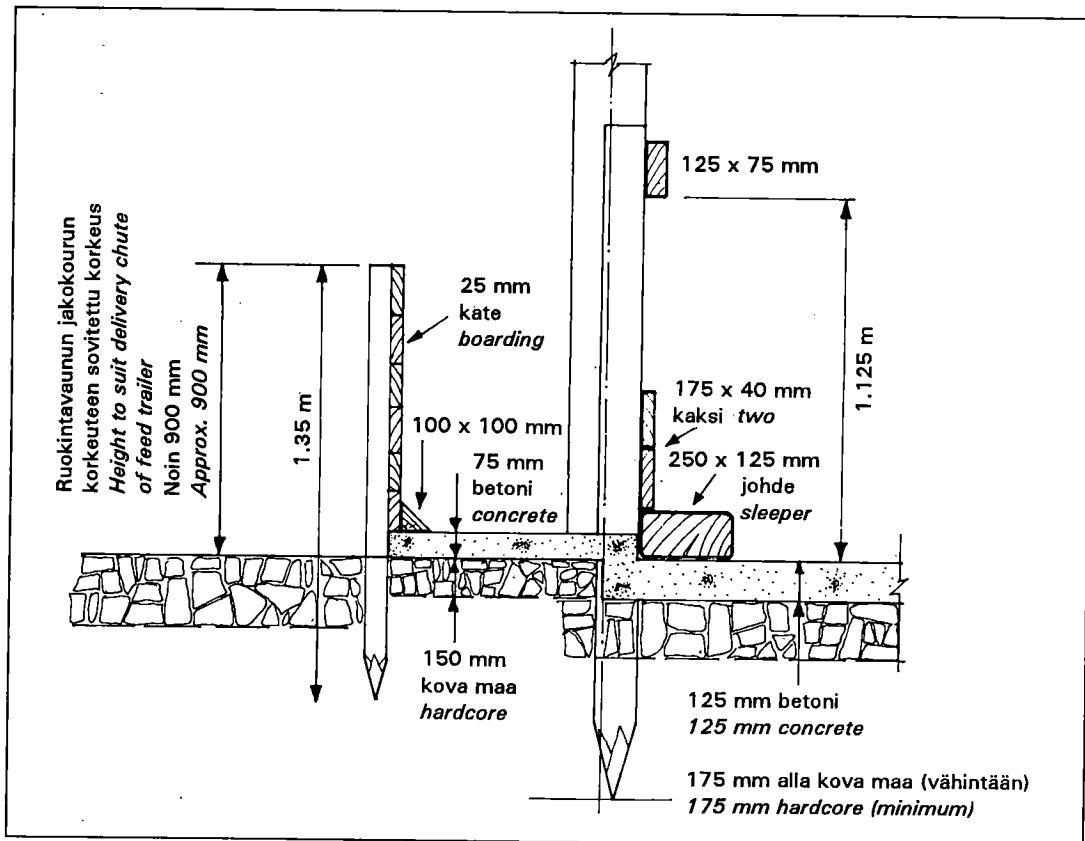
Figure 9. Wooden feed rack with narrowings in the lower parts of the openings, for 300-500 kg beasts (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 40).



Kuva 10. Metalliputkirakenteisia ruokintapöydän aitoja (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 41).

Figure 10. Feed racks of metal pipes (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 41).

Kuvassa 11 on esimerkki ruokintapöydän ja sen aidan rakenteesta. (CLARKE 1985, s. 8.) Tällöin ruokintapöydälle mahtuu useampi eläin kerralla syömään. Kuvassa 7 on esitetty puurakenteisen vinoaidan mitoitus. Se soveltuu parhaiten kasvaville sarvettomille eläimille. Emojen, varsinkin sarvellisten, ruokinta-aidaksi se ei sovellu, koska silloin kun aidan A-mitta on riittävä emojen syömisen kannalta, emojen kanssa olevat vasikat karkaavat jo pöydälle. Viljelijät yrittävät korjata tilannetta asentamalla vinoaitaan väliaikaisia vaakajuoksuja



Kuva 11. Englantilainen esimerkki ruokintapöydän ja sen aidan rakenteista (CLARKE 1985, s. 10).

Figure 11. British example of fodder board and feed rack construction (CLARKE 1985, p. 10).

muutamana kymmenen senttimetrin korkeudelle lattiasta, mutta tämä haittaa jonkin verran emojen syömistä. Vasikat kylläkin pysyvät tämän jälkeen karsinoissa.

Vasikat karkaavat vinoaidan takaa, jos aukkojen leveys kohtisuoraan vinopuita vastaan on vähintään 32 cm. Kuitenkin emojen ruokintapöydän aidassa tämän mitan pitää olla 35 cm. Tämän takia vinoaita on sopimaton emojen ruokintapöydän aitaan, jollei ruokintapöytä tehdä tavallista korkeammaksi, eli yli 45 cm korkeaksi. Vinoaidan ruokinta-aukkojen vinopuiden välinen kohtisuora etäisyys vaihteli haastattelutiloilla emojen ruokintapöydässä välillä 30 - 33 cm ja pienten eläinten ruokintapöydässä se saattoi olla jopa vain 26 cm. Tolppa-aidoissa tolppien välinen vaakasuora etäisyys vaihteli välillä 28 - 32 cm.

Vinoaidan etu on niskapuomi, joka estää emoja heittelemästä rehuja pään yli karsinaan. Haastateltujen viljelijöiden rakennuksissa niskapuomi oli 67 - 107 cm:n korkeudella ruokintapöydän aidan kynnyksestä. Vasikoiden kannalta parempi ratkaisu emojen karsinaan on kuvassa 8 esitetty tolpparakenteinen ruokintapöydän aita. Tähän voidaan kuitenkin lisätä niskapuomi erillään tolpista. Eräessä toimivassa ratkaisussa tolpan ja niskapuomin välinen etäisyys oli 30 cm.

Tolpat voidaan myös valaa suoraan betoniin, mutta muutosten tekeminen on silloin vaikeaa. Paras puusta tehtävän ruokintapöydän aidan rakenne on esitetty kuvassa 9. Kun välipuut kiinnitetään yläpäästään niskapuomiin ja alapäästään alapuuhun ja välipuut on kiinnitetty alapuun ja niskapuomin läpi työnnettävällä pultilla, niin ruokinta-aukkojen kokoa voidaan säätää eläinten koon mukaan. Myös kavennuspuut voivat olla pultti-kiinnitteisiä ja siten säädettäviä. Emolehmien karsinoissa riittää, että eri karsinoihin tehdään erikokoisia ruokinta-aukkoja ja eläimet jaetaan ryhmiin siten, että niiden päät sopivat kyseisen karsinan ruokinta-aukoista. Haastattelutiloilla toteutetuissa kuvan 9 mukaisissa ratkaisussa ruokinta-aukon ylä- ja alareunan mitat olivat taulukon 29 mukaisia toisiinsa verrattuna.

Vastaavat rakenteet voidaan toteuttaa myös metalliputkista, kuten kuvassa 10. Metalliputkirakenteen etu on sen pitkäikäisyys ja ohuemmista rakenteista johtuva suurempi ruokinta-aukkojen lukumäärä yhtä pitkässä ruokintapöydän aidassa verrattuna vastaavaan puurakenteiseen. Kasvat eläimet ovat itseuudistuvassa tuotannossa keskenään samanikäisiä ja -kokoisia, jolloin säädettävyys on hyvä ominaisuus kasvavien eläinten karsinoiden ruokintapöydän aidassa. Eräässä suljinlaitteilla varustetussa ruokintapöydän aidassa oli aidan V-muotoinen aukko avattuna ylhäältä 55 cm ja suljettuna koko korkeudeltaan 17 cm. Sarvellinenkin pää mahtuneen kyseisestä aukosta, ja pää pysyy vastaavasti kyseisessä aukossa sen ollessa suljettuna, vaikka eläimellä ei olisikaan sarvia.

PUNTILAN ym. (1985, s. 42) mukaan lisä- ja jatkovasikoiden hyväksyttäminen emolle onnistuu helpoimmin, kun ruokintapöydän aidassa on sulkulaite, ja vasikka päästetään imemään kytkettyä emoa väkirehuruokinnan aikana. Eräs haastattelututkimuksen viljelijöistä piti lattiasta tai lattiakynnyksestä mitattuna 28 cm korkeaa ruokinta-aidan kynnystä sopivana. Kuvissa 7 ja 8 tämä mitta oli 35 cm ja 45 cm kuvassa 9. Emojen ruokintapöydässä voi oikea kynnyksen korkeus olla varsin suuri, kunhan kyseessä ei ole vapaaparsiratkaistu. Eräs viljelijöistä piti vielä 65 cm korkeaa ruokintapöytä sopivana. Sen sijaan 70 cm oli samaisen viljelijän mielestä hieman liikaa. Kasvaville naudoille 30 cm korkea

Taulukko 29.

Alhaalta kapeampien ruokinta-aukkojen mittasuhteita haastattelutiloilla.

Table 29.

Dimensions of feed rack openings with narrower lower part on the interviewed farms in the study.

Ruokinta-aukkojen leveys, cm Width of openings, cm	
Alhaalla Lower part	Ylhäällä Upper part
Sonnit: Bulls:	
12	30
13	42 - 45
14	51
19	50 - 63
22	
Emot: Cows:	
19 - 20	

ruokintapöytä oli vielä sopiva, mutta 45 cm oli jo liikaa. Uutta rakennusta tehdessä olisi viisasta mitoittaa ruokintapöytä sellaiseksi, että se sopii vähäisin muutoksin kaiken kokoisille eläimille. Näin ollen ei liene syytä rakentaa ruokintapöydän kynnystä korkeammalle kuin 30 cm portaasta. Ruokintakaukalon sopiva leveys on 50 cm. Jos eläimet on kytketty parteen tai käytetään vapaaparsia ruokintakaukalon pohjan tulee olla 2 - 5 cm parren pinnan yläpuolella. Ruokinta-aidan alaosassa tulee olla 10 cm leveä ja 20 cm korkea kynnyks. (MATON ym. 1985, s. 198).

Ruokintapöydän kohdalla olevan lantakäytävän leveyden tulee olla vähintään 3 metriä. Lisäksi mahdollinen rakolattia voi alkaa vasta 0,5 metriä ruokintapöydän aidasta, jotta rakolattia ei menisi tukkoon rehun jätteistä. Ruokintapöydän leveyden tulee olla vähintään 2,7 metriä, jos käytetään traktoria apuna ruokinnassa. (MATON ym. 1985, s. 114, 198.) Ruokintapöydän aidan päällä olevan tilan tulisi olla vapaa, jos se vain on mahdollista, koska tällöin sen yli voidaan nostaa etukuormaimella esimerkiksi kuivikepaaleja.

2.7.2.4. Karsinat

Sijoiteltaessa lihotettavia eläimiä karsinoihin on 2 kuukauden ikäjaotus sopiva (ANTTILA 1973, s. 2). Itseuudistuvassa naudanlihantuotannossa nuorten eläinten tulisi käytännössä kuitenkin kuulua kaikkien tuohon ikähaarukkaan, koska poikiminen pyritään järjestämään maaliskuulle. Näin ollen ainoa tarvittava ryhmäjako lihanauoille tässä tuotantomuodossa on sukupuoli, jos rotupohja on kaikilla samankaltainen. PUNTILAn ym. (1985, s. 40) mukaan emolehmäryhmän koko ei saa olla yli 10, ja teurassonnien sopiva ryhmäkoko on 6 - 8 eläintä. Varsinkin maitorotuiset sonniryhmät pysyvät rauhallisempina, jos ryhmien koko on korkeintaan viisi. Liharotuiset sonnit tappelevat varsin vähän.

Kasvavien eläinten karsinoissa voidaan käyttää yhtä hyvin tuloksin kuivikepohjaa kuin rakolattiaakin. Esimerkiksi kuivikepohjan valintaa rakolattian sijasta ei voida perustella sillä, että eläimet pysyisivät puhtaampina. Esimerkiksi Maton ja DeMoorin (Ref. MATON ym. 1985, s. 206) mukaan lihanaudat olivat yhtä puhtaita kasvaessaan rakolattialla kuin kuivikepohjallakin kuivituksen määrän ollessa 6,1 kg/eläin · pv.

Emolehmät ryhmitellään karsinoihin yleensä emojen kunnan ja poikimiskertojen mukaan. Tällöin vanhat hyväkuntoiset emot ovat omana ryhmänään. Laihat vanhat emot sekä kerran poikineet yhdistetään yhdeksi ryhmäksi. Lisäksi on oma ryhmä ensimmäistä kertaa poikiville hiehoille. 5 - 7 emoa on tavoiteltava ryhmäkoko. Jos edellä esitetyn jaon perusteella ryhmään tulee enemmän eläimiä se jaetaan kahtia esimerkiksi kymmenestä lähtien tai voidaan perustaa oma ryhmä jollakin muulla perusteella. Eräitä muita jakoperusteita ovat

muun muassa emojen luonne ja poikimisjärjestys. Emolehmäkarsinat ovat yleensä samanlaisia kuin lihotuskarsinatkin yhtenäisen rakenteen vuoksi. Emolehmiä ei kuitenkaan voi kasvattaa kokorakolattiakarsinoissa, koska se ei sovi emolle, jolla on vasikka (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 37). Emolehmien karsinassa on aina mahdollisen rakolattian lisäksi myös kuivitettu lattia tai makuuparret sekä kiinteä lattia.

Varsinaisten kasvatuskarsinoiden lisäksi kylmäkasvattamossa tarvitaan keräilykarsinoita ja kujia, joita pitkin eläimiä voidaan kätevästi siirtää tarkastusten ja siirtojen yhteydessä, kuten kuvassa 31 (CLARKE 1985, s. 5). Emolehmien karsinoissa olisi eduksi olla myös paikka, jossa eläin voidaan kytkeä eläinlääkärintarkastusta varten. Tätä tarkoitusta saattaa palvella myös eläinvaaka.

Välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa eläimet yleensä kiertävät kasvattamossa karsinasta toiseen ikänsä mukaisesti. Kun suurimmat eläimet lähtevät teurastukseen, kaikki eläimet siirretään yhden karsinan verran suuremmille eläimille tarkoitettuun karsinaan. Karsinat voidaan tässä yhteydessä pestä ja desinfioida yksi kerrallaan. Vapautunut pikkivasikoiden karsina pestään ja desinfioidaan aina, jolloin välitysvasikat tulevat parhaaseen mahdolliseen ympäristöön. Välitysvasikoiden kasvatuksessa karsinan rakenteet voivat olla mitoitettuja juuri kyseisen karsinan eläinten kokoisille ja ikäisille eläimille, koska kasvattamossa on tasaisesti eri-ikäisiä eläimiä. Itseuudistuvassa kasvatuksessa sen sijaan kaikki lihotettavat eläimet ovat kutakuinkin samanikäisiä, jolloin mitoituksessa joudutaan varsin suuriin kompromisseihin.

Lihakarjan tarvitsema ala olkikuivikekarsinassa selviää taulukosta 31. Lisäksi on otettava huomioon karsinan riittävä syvyys. Osakuivikepohjalla tarvittava lattia-ala selviää taulukosta 30. Tässä tapauksessa ruokintaa ei kannata järjestää

Taulukko 30. Osakuivikelattiajärjestelmässä tarvittava lattia-ala eläintä kohti (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 34).

Table 30. Floor area needed per beast in partly littered loose houses, i.e. with concreted, unlittered feed stance (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 34).

Eläinryhmä <i>Group of animals</i>	Makuualue, m ² <i>Littered lying area, m²</i>	Kiinteä lattia, m ² <i>Concreted floor, m²</i>	Yhteensä, m ² <i>Totally, m²</i>
Lehmät <i>Cows</i>	4 - 5	3 - 4	7 - 8
Lehmät vasikan kanssa <i>Cows with calf</i>	5 - 6	4 - 5	8 - 10
Hiehot ja sonnit <i>Heifers and bulls</i>	3 - 4	2 - 3	5 - 7

siten, että eläimet joutuvat syömään tai voivat syödä ruokintapöydältä kuivikepohjalla seisten. Tämä tekee koko makuupaikkana toimivan kuivikepohjan rauhottomaksi. Karsinassa oleva kuivikepohja saattaa nousta jopa 70 - 80 cm:n korkuiseksi talven aikana (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 33). Karsina-aitojen korkeuden tulee olla 140 - 150 cm kuivikepinnasta huolimatta. Eläinkohtaista karsina-alaa ei kannata pienentää suositellusta, koska se johtaa eläinkohtaisen kuivitustarpeen kasvuun. Toisaalta liika kuivikepinta-alakaan ei ole hyväksi, koska tällöin eläinten makuu-aika kuivikepohjan pinta-alaa kohti jää lyhyemmäksi, ja kuivikepohjan lämpötila jää alhaisemmaksi.

Taulukko 31.

Lihaeläinten tilantarve olkikuivikekarsinassa (CLARKE 1985, s. 3 ja MATON ym. 1985, s. 201).

Table 31.

Area needed for beef animals on straw bedding (CLARKE 1985, p. 3 and MATON et al. 1985, p. 201).

Eläinryhmä Group of animals	m ² /eläin m ² /beast
Alle 1 vuotta Under 1 year	1,8 - 3,7
1 - 2 -"- 1 - 2 years	3,7 - 4,6
Raskaat sonnit Heavy bulls	6,0 - 7,0
Elopaino, kg Live weight, kg	
200	2
300	3
400	4
500	5
600	6
700	7

Taulukko 32. Vasikoiden, hiehojen ja sonnien tarvitsema karsina-ala (ANTTILA 1973, s. 2 ja CLARKE 1985, s. 3).

Table 32. Pen area needed for calves, heifers and bulls (ANTTILA 1973, p. 2 and CLARKE 1985, p. 3).

Eläinryhmä Animal	Ikä, kk Age, mo	Karsina-alan tarve, m ² /eläin Required pen area, m ² /beast
Vasikat Calves	2 - 4	0,8
	4 - 6	1,0
	6 - 8	1,2
Hiehot ja sonnit Heifers and bulls	10 - 12	1,6
	12 - 16	1,8
	16 - 20	1,9
	20 - 24	2,0
Raskaat sonnit Heavy bulls	2,3 - 3,2	

Eri lähteiden mukaiset vasikoiden, hiehojen ja sonnien tarvitsemat rakolattiakarsina-alat selviävät taulukoista 32 ja 33. Karsinassa voi olla 20-25 eläintä (CLARKE 1985, s. 3). MATON ym. (1985, s. 195) suosittelee vasikoita varten tehtäväksi kuivitettuja lymypaikkoja 1,5 m² vasikkaa kohti. Karsinoissa on oltava riittävästi eläimiä, koska karsinat pysyvät puhtaampina, kun eläintiheys

on riittävä. Sopiva tiheys on 6 - 8 eläintä karsinaa kohti. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 36 - 37.) PUNTILAN ym. (1985, s. 43) mukaan 3 m · 3 m on kutakuinkin riittävä sairaskarsina 25 emolehmää varten. Tämä on 0,36 m²/emo. Edellä mainittu on pienin mahdollinen käyttökelpoinen karsina emojen määrästä riippumatta. Sairaskarsina on talvella voitava lämmitellä normaaliin navetta- lämpötilaan, sen on oltava vedoton, ja siinä on oltava pesumahdollisuudet. Poikimiskarsinan koon tulee olla vähintään 3,0 m · 3,5 m (MATON ym. 1985, s. 172). Eräs haastatteluihin osallistunut viljelijä katsoi, että 2,0 m · 2,8 m on riittävä koko.

Varsinaista poikimiskarsinaa ei tarvita, vaan poikiminen voi tapahtua oleskelutilassa. Tarvittaessa poikimiseen voidaan käyttää sairaskarsinaa. Poikimisen jälkeen kannattaa emo ja vastasyntynyt vasikka suojata joksikin aikaa muiden emojen lähentelyltä esimerkiksi irrallisilla aitaelementeillä. (PUNTILA ym. 1985, s. 40.) Rakolattiakarsinoiden sopiva syvyys on 3 metriä. Kuivikepohjaisen karsinan pienin syvyys selviää taulukosta 34. Karsinan leveys määräytyy siinä olevien eläinten tarvitseman ruokintapöydän aidan pituuden mukaan. Tämä tarve voidaan lukea taulukosta 28. (NURMISTO 1975, s. 2.) Ruokintapöydän aidan pituustarvetta voidaan soveltaa myös muihin kuin rakolattiakarsinoihin.

Itseuudistuvassa naudanlihantuotannossa yleensä vain kasvavia eläimiä pidetään rakolattialla. Rakolattiakasvatus valitaan näillekin yleensä vain, jos tähän tarkoitukseen tehtyjä rakennuksia on entuudestaan tuotantoa aloitettaessa, eli

Taulukko 33.

Nautojen tarvitsemat lattia-alat täysrakolattiakarsinassa (MATON ym. 1985, s. 202 - 203).

Table 33.

Area needed for neat in completely slatted pens (MATON et al. 1985, p. 202 - 203).

Ikä, kk <i>Age, months</i>	Karsina-alan tarve, m ² /eläin <i>Required pen area, m²/beast</i>
2 - 3	1,1
3 - 7	2,0
7 - 12	3,5
Annetut arvot edellyttävät, että ryhmien koko on yli 10 eläintä. <i>The figures are given on condition that the group size is over 10 beasts.</i>	

Taulukko 34.

Karsinoiden vähimmäissyvyys (MATON ym. 1985, s. 201).

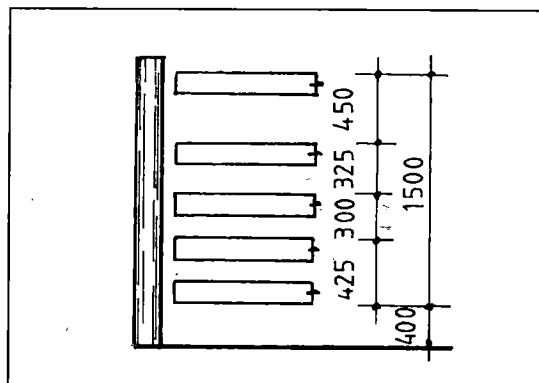
Table 34.

Minimum depth of pens (MATON et al. 1985, p. 201).

Eläinten paino, kg <i>Animal weight, kg</i>	Karsinan vähimmäissyvyys, m <i>Minimum pen depth, m</i>
200	5,0
300	6,0
400	6,7
500	7,7
600	9,2
700	10,0

tilalla on harjoitettu naudanlihantuotantoa perustuen omiin lypsylehmien vasikoihin tai välitysvasikoihin. Myös lypsykarjalle rakennettu parsinavetta tai pihatto on helposti muutettavissa emolehmäkasvattamoksi.

Karsina-aitojen porttien tulee olla suunniteltu siten, että eläimet voidaan teljetä kuivitetulle alueelle kiinteän lattian puhdistamisen ajaksi (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 33). Karsinoiden aitojen ja muiden vastaavien rakenteiden tulisi olla putkirakenteisia, jotta ympäristöstä tuleva säteilykuorma olisi mahdollisimman pieni ja jotta ilman liike ei tulisi



estetyksi (BARTH 1982, s. 57). Puurakenteisissa aidoissa harvalla rakenteella ei ole niin suurta merkitystä säteilykuorman kannalta, mutta pyöreä puutavara kestää paremmin eläinten kulutusta. Käytettävien puupylväiden halkaisijan tulisi olla vähintään 15 cm ja maahan upotettuina niiden tulisi ulottua 75 cm maanpinnan alapuolelle (CLARKE 1985, s. 9). Johteiden korkeus karsinoiden puisissa aidoissa selviää kuvasta 12.

Kuva 12.

Puurakenteisen karsina-aidan johteiden korkeudet (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 34).

Figure 12.

Heights of the rails of wooden pen fencing (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 34).

2.7.2.5. Juomavesi- ja ruokinta-automaatit

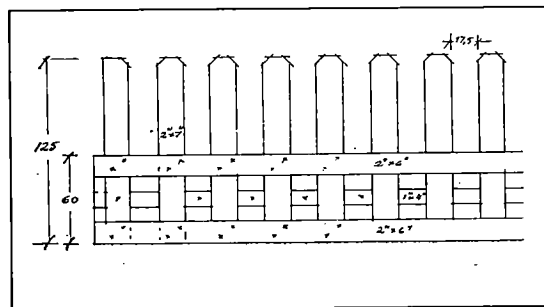
Lihanaudat tarvitsevat CLARKE:n (1985, s. 3) mukaan vettä 45 litraa päivässä eläintä kohden. Varsinkin osakuivikelattiakasvattamossa oikea paikka juomakupille on kahden karsinan ja ruokintapöydän aidan risteyskohdassa. Kun eläimet leikkivät veden kanssa se ei kastele ruokintapöytää, vaan kiinteää lattiaa. Lisäksi eläinmäärä kuppia kohti tulee riittävän suureksi, mikä vähentää kupin jäätymisriskiä, kun virtaus on suurempi. Yksi kuppi riittää noin 15 eläimelle. Kesäaikaisten juomakuppien ja ruokinta-automaattien tulee sijaita varjoisassa paikassa tai ainakin lähellä sitä, koska tämä rohkaisee eläimiä syömään ja juomaan myös kuumalla säällä (Albringtin ja Allistonin Ref. BARTH 1982, s. 57). Lisäksi viileä juomavesi on Jonesin ym. (Ref. BARTH 1982, s. 57) mukaan parantanut pihvikarjan päiväkasvuja lämpimällä säällä. Laitumen sijaitessa kaukana juomaveden saantipaikasta kuitenkin siten, että niiden välillä on vapaa kulkuyhteys, on juomapaikalla oltava juomapaikat vähintään 10 %:lle eläimistä (BARTH 1982, s. 57).

Jäätymisen estämiseen käytetään sähkölämmitystä vesikupeissa, lämpökaapeleita, lämminvesivaraajia ja veden kierrätystä sekä infrapunälämmittämiä. Juomakuppien rengasvastus ei aina riitä pitämään niitä sulana, vaan kupeilla on taipumus jäätyä aukiasentoon. Asennettaessa vesikupit seinälle ne on lämmitettävä lämpökaapelilla roudattomaan syvyyteen saakka. Lämpökaapeli teipataan juomakupin pohjaan. Näkyvissä olevat kaapelit on suojattava niin, että eläimet eivät pääse niihin käsiksi. Lämpökaapelin pää työnnetään vesijohtoon roudattomaan syvyyteen saakka. Lämpökaapelit tulee asentaa siten, että niiden pintalämpötila ei voi nousta yli 100 °C:een. Kaapeleiden jännitteen tulee olla alennettu muuntajan avulla ja ne tulee olla varustettu vikavirtasuojauksella. (DOLBY ym. 1989, s. 10, 27 - 28.) Eräässä noin 25 emon ja niiden jälkeläisten karjassa juomakuppien ja valojen yhteinen sähkönkulutus oli ollut noin 700 kWh vuodessa.

Käytettäessä lämminvesivaraajaa ja veden kierrätystä lämmintä vettä kierrätetään putkistossa, jolloin putkisto pysyy sulana ja eläimet saavat myös lämmintä vettä. Eräässä ratkaisussa oli käytetty 1 kW:n lämpövastusta. Oletettavasti sähkön kulutus on tässä ratkaisussa suurempi kuin lämmitettävien kuppien ratkaisussa.

Infrapunälämmitin sijoitetaan juoma-astian päälle siten, että mahdollisimman vähän säteilyä joutuu astian reunojen ulkopuolelle, mutta niin että eläimet eivät pääse käsiksi itse lämmittimeen. Tällä estetään jään muodostuminen myös juomakuppien ympäristössä. (DOLBY ym. 1989, s. 10, 27 - 28.)

Ruokintahäkin aidan sopiva korkeus on 90 - 100 cm. Rakojen tulee olla niin kapeita, että eläimet eivät voi vetää päätään suoraan aidan läpi. Kuvassa 13 esitetään esimerkki ruokintahäkin mitoituksesta ja mallista. Mitat on tarkistettava kyseessä olevan eläinryhmän koon mukaan. Pienille eläimille tarkoitetuissa häkeissä aidan korkeus voi olla vain 90 cm, jotta rehun haaskaamiselta vältyttäisiin (ANTTILA 1969, s. 51 - 52). Lisäksi ruokintahäkin käyttö säästää huomattavasti työtä.



Kuva 13.

Mullipihatoissa käytettävän ruokintahäkin malli (ANTTILA 1969 s. 52).

Figure 13.

Feed rack in a cubicle for bulls (ANTTILA 1969 p. 52).

Säilörehunsyöttö voidaan toteuttaa itsepalveluperiaatteella suoraan laakasiilosta (ANTTILA 1969, s. 53). Tällöin laakasiilossa on syytä käyttää väliseinää, jonka takaa eläimet joutuvat syömään rehun. Tämä pienentää rehun haaskaantumista ja pitää ympäristön siistimpänä. CLARKE:n (1985, s. 3) mukaan säilörehurintaman sopiva leveys on

15,0 - 22,5 cm eläintä kohden, kun taas MATONin (1985, s. 203) mukaan jo 10 cm riittää. Aitaa siirretään eteenpäin tarpeen mukaan. Näin siilo säilyy siistinä ja rehu tulee syödyksi järjestään. Tämä järjestely tulee kyseeseen vain kasvavien eläinten ruokinnassa säilörehuruokinnan ollessa tällöin vapaata. Tarkoituksenmukaisinta edellä mainittu järjestely on silloin, kun kasvia lihaeläimiä pidetään vanhoissa rakennuksissa, joihin säilörehua ei voida siirtää koneellisesti. Tällöinkin erillisen ruokintakatoksen rakentaminen säilörehuruokintaa varten vaikka erilleen varsinaisesta kasvattamosta saattaa olla parempi ratkaisu.

Korsirehuruokinta voidaan toteuttaa varaston yhteydessä olevaan katokseen (ANTTILA 1969, s. 54). Tämänkin ratkaisu on tarkoituksenmukaisinta juuri kasvatettaessa eläimiä vanhoissa rakennuksissa. Korsirehuruokintaan tarkoitettuja ruokintakatoksia käytetään erityisesti emojen ruokinnassa, koska korsirehut ovat sisäruokintakaudella emolehmien pääasiallinen ruokavalio.

2.7.2.6. Kiinteät ja rakolattiat

Kylmäkasvattamon kiinteältä lattialta lanta poistetaan yleensä traktorilla tai trukilla. Tällöin lantakourun leveyden on oltava yleensä 150 - 350 cm (HOLMA 1975, s. 38). Rakolattian käyttö kylmäpihatossa on mahdollista ainoastaan, jos ulkolämpötila ei normaalisti ole alle -10°C . Vasikoiden ja hiehojen karsinoissa voidaan käyttää puisia rakolattiapalkkeja, mutta suurempien eläinten alla puun kulutuskestävyys ei ole riittävä. (ANTTILA 1969, s. 18.)

Rakolattiakasvatuksessa tarvitaan suhteessa vähemmän lattia-alaa kuin parsikasvatuksessa. Yli 10 hiehon karjassa tarvitaan rakolattiakasvatuksessa 40 - 50 % vähemmän lattia-alaa kuin parsikasvatuksessa (ANTTILA 1969, s. 18). JEBAUTZKEN ja POHLMANNIN (1966, s. 36) mukaan 600 kg painava nauta tarvitsee rakolattia-alaa $3,0\text{ m}^2$. Itseuudistuvassa tuotannossa lihotettavat eläimet ovat koko kasvatuskauden samoissa karsinoissa, joten kompromissina rakolattiapalkkien raot on valittava hieman suurinta painoa pienempien eläinten mukaan, koska muuten kasvatuksen alussa naudat loukkaavat sorkkansa. JEBAUTZKEN ja POHLMANNIN (1966, s. 36) mukaan yli puolen vuoden ikäisille naudoille rakolattiapalkin selän sopiva leveys on 12,5 cm, joten sitä on pidettävä sopivana koko kasvatuskaudeksi. MATONIN ym. (1985, s. 202) mukaan sopiva rakolattiapalkin selän leveys on 16 cm. ANTTILAN (1969, s. 23) mukaan sopiva rakolattiapalkin selän leveys on 3 - 4 kertaa raon leveys. Nautojen iän ollessa puolesta vuodesta vuoteen rakolattian rakojen leveys tulee JEBAUTZKEN ja POHLMANNIN (1966, s. 36), MATONIN ym. (1985, s. 202) sekä NURMISTON (1975, s. 2) mukaan olla 3,0 - 3,5 cm ja vuodesta kahteen vuoteen 3,5 - 4,0 cm. ANTTILAN (1969, s. 23) mukaan täysikasvuille lehmille sopiva rako on 4,0 - 4,5 cm, 1/2 - 1 -vuotiaille hiehoille 3,0 - 3,5 cm,

hiehoille 3,5 - 4,0 cm ja 1/2 -vuotiaille vasikoille 2,5 - 3,0 cm. Lisäksi 5 cm leveä rako on aina liian leveä eikä yli 4,5 cm:n levyisiä rakoja voida käyttää, jos eläimet ovat irti. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että raon leveys on 40 % sorkan leveydestä. (ANTTILA 1969, s. 23.) Sopiva kompromissi lihanautojen rakolattioissa lienee 3,5 cm leveä rako.

Vasikoille puinen rakolattia voidaan tehdä 20 - 30 cm varsinaisen lattian yläpuolelle. (ANTTILA 1969, s. 34.) Tätä rakolattia ei pidä sijoittaa lietekanavan päälle, vaan viereen. Puisen rakolattian alusta puhdistetaan esimerkiksi käsiraapalla päivittäin.

Laatu on rakolattiapalkiston tärkein valintakriteeri. Tärkeimpiä laadun tarkastuksessa huomioitavia asioita ovat palkkien suoruus, kantavuus ja reunakäsittely. Yleensä yli 2,5 metriä pitkät palkit eivät ole riittävän lujia. MATONin ym. (1985, s. 202) mukaan yli 500-kiloisille eläimille palkkien suurin pituus on 2,5 metriä ja alle 500-kiloisille 3,0 metriä. Käytännön mitoituskysymysten takia karsinan rakolattiapalkisto tehdään yleensä kahdesta 1,5 metriä pitkästä palkista välikannatinta käyttäen. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 36 - 37.) Kolme metriä leveässä lietekanavassa on oltava väliseinä jo pelkästään lietteen liikkumisen takia.

2.7.2.7. Eläinten käsittelytilat

Yleisin ja yksinkertaisin tapa on järjestää eläinten käsittelytilat vaa'an yhteyteen. Keskikokoisissa, alle 30 emon karjoissa on yleistä, että vaaka on siirrettävä ja kasinoiden irroitettavia aitoja ja avattavia portteja sekä käytäviä käytetään kujina ja apuaitauksina. Eläinlääkärintarkastukset ja sorkkien hoito- yms. toimenpiteet voidaan tehdä vaa'assa. Tätä suuremmissa kasvattamoissa tulevat erilliset apukarsinat, kiinteät vaa'at, sorkkienhoitotelineet ja eläinlääkärintarkastuspaikat taloudellisesti ja toiminnallisesti järkevimmiksi. Kätevintä on, että nämä kaikki toiminnot ovat yhdistetty vaakaan. Suurten sonnien punnitseminen tällaisessa yhdistelmälaitteessa ei kuitenkaan onnistu, koska ne on mitoitettu edellisiä pienikokoisempia emoja varten. Tämän takia vaa'an sijoittaminen suhteellisen väljän mutta säädettävän kujan lattialle on järkevämpää silloin, kun eläinten käsittelytilat ovat kiinteitä. Yleensä suurien sonnien sorkkien hoito ei ole tarpeen, koska sonnit menevät teuraaksi kuitenkin suhteellisen nuorina. Siitossonnien sorkkien hoito saattaisi kuitenkin tulla kyseeseen, ja tällöin hoitopaikkana ei voida enää käyttää vaakaa, vaan edellä mainitun kaltaista kujaa, jossa on tarpeelliset hoitotelineet. Kuvassa 31 on esitetty eräs ehdotus kylmäkasvattamosta, jossa tilojen käyttö on tehokasta. Siinä vaaka ja eläintenhoitopaikka on sijoitettu karsinoiden takana olevaan kujaan ja apukarsina rakennuksen ulkopuolelle sen pätyyn. Vaaka ja eläinten käsittelylaitteet voivat

olla kiinteitä tai sitten siirrettäviä, joita kuitenkin käytetään kuin ne olisivat kiinteitä. Tämä mahdollistaa kyseisten laitteiden joustavan käytön.

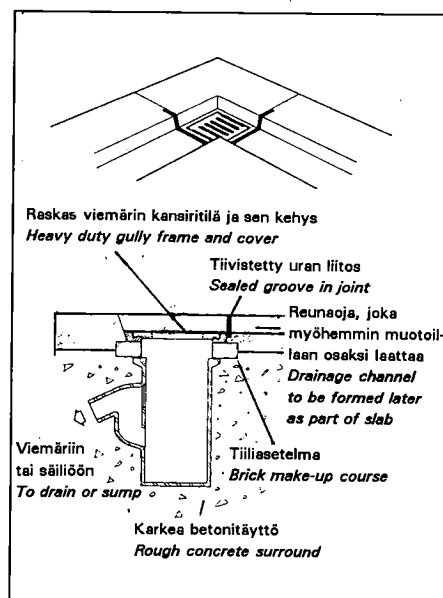
2.7.3. Muut eläintilat

2.7.3.1. Jaloittelualue

Kasvattamon ympärillä oleva jaloittelualue on varsinkin kantaville eläimille hyödyllinen. Eläimet pysyvät kunnossa ja saavat D-vitamiinia auringonvalosta. Sopiva jaloittelualueen pinta-ala on vähintään 4 - 5 kertaa kuivitetun ja kiinteän lattian yhteinen alue. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30, 34.) Emoa varten varataan siten 12 - 15 m² jaloittelualueita.

Jos nautoja pidetään taivasalla tai niille on muutoin varattu alue, johon ne pääsevät jaloittelemaan, on tältä alueelta kertyvä lanta, virtsa ja sadevedet kerättävä talteen. Parhaiten se onnistuu valamalla jaloittelualueen pohja betonista tai asfaltoimalla se. Suhteellisen suuri jaloittelualue (120 - 150 m²/eläin) voi olla myös maapohjainen, mutta tällöin sen on sijaittava läpäisemättömällä maalla, ja alueelle on tehtävä piirioja, josta vedet on johdettava paikkaan, josta ne eivät laske suoraan vesistöihin. Kertyvät vedet voidaan johtaa esimerkiksi vettä läpäisemättömään maa-altaaseen, josta ne aikanaan sadetetaan läheisille pelloille. Osan jaloittelutarhasta tulee kuitenkin olla kovapohjaista, jotta eläinten sorkat pysyvät kunnossa (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 30), siis esimerkiksi betonia.

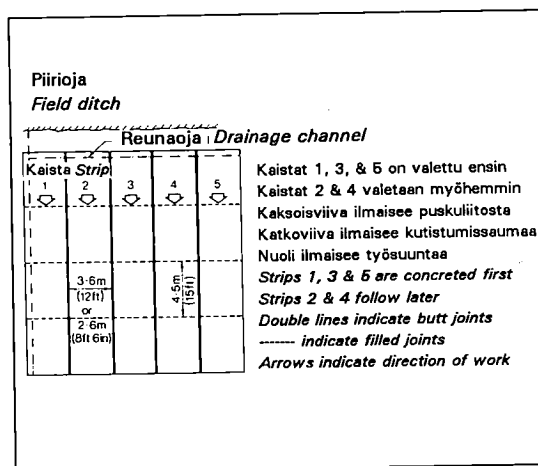
Ennen laatan valua pintamaat poistetaan, pehmeät paikat kaivetaan auki, täytetään kovemmalla materiaalilla ja tiivistetään sekä valettavalle alueelle levitetään suodatinkerros. Suodatinkerros muotoillaan tarvittavaan kaltevuuteen ja reunaosan kohdalta siten, että betonilaatan paksuudeksi tulee sama kauttaaltaan. Sopiva pohjalaatan kallistus on 1,25 % reunaosiin päin. Vastaavasti reunaosat kallistetaan myös 1,25 % viemärikaivoihin päin. Suodatinkerroksen päälle levitetään 7,5 cm paksu kerros karkeaa soraa, sepeliä tai vastaavaa. Vaihtoehtoisesti suodatinkerroksen päälle voidaan levittää tiili- tai kivimurskaa ja pinta tiivistää hiekalla. Ennen varsinaisen laatan valua kaivetaan viemärikaivoille kuopat, asennetaan viemärikaivot ja -putket paikoilleen sekä valetaan ne paikoilleen. Tiilikerrosten avulla sovitetaan viemärikaivojen ja pintavalun korkeus, kuten



Kuva 14.
Viemärikaivon tekeminen laatan kulmaan (BARNES 1985a).

Table 14.
Drainage in the corner of a concreted open exercise yard (BARNES 1985a).

kuvassa 14 on tehty. Sopiva valun paksuus on 10 cm, mutta laatan reunat tehdään 15 cm:n vahvuiseksi. Jaloittelualueen pohjalaatta kannattaa valaa vyöhykkeittäin, kuten kuvassa 16 vyöhykkeet 1, 3 ja 5 on valettu ensin ja vyöhykkeet 2 ja 4 on valettu muuttaman päivän kuluttua ensimmäisten vyöhykkeiden kuivuttua. Vyöhykkeiden väliin saadaan puskusaumat käyttämällä muottina esimerkiksi 50 mm · 100 mm soiroa tai teräsmuottia. Muotit pysyvät paikallaan lyömällä muottien taakse noin metrin välein vajaan puolen metrin pituinen puutappi. Vastaavasti vyöhykkeisiin tehdään kutistumissaumat noin joka viiden metrin välein painamalla 10 cm leveä muovikaistale T-profiiliraudalla märkään betoniin kutistumissauman kohdalle noin kolmanneksen verran laatan paksuudesta, kuten kuvassa 16. Varsinaiset liikuntasaumot ovat tarpeen vasta lähes sata metriä pitkissä vyöhykkeissä tai vyöhykkeen ollessa valettu kiinni seinään. Valettu betoni on tiivistettävä erityisen huolellisesti, koska se vaikuttaa betonilaatan lujuuteen. Muotit täytetään noin 2,5 cm yli, ja betoni tiivistetään tärypalkilla. (BARNES 1985a.) Jaloittelualueen laattaan tehdään korkea reunus, jotta lanta, virtsa ja likaantuneet sadevedet eivät pääse tulvimaan ympäristöön. Reunuksen sisäpuolelle tehdään laattaan kahdelle tai useammalle reunalle syvennys, jota pitkin vedet virtaavat esimerkiksi kulmissa sijaitseviin viemärikanavoihin, kuten kuvassa 16. Reunaojat saadaan valettua muotoonsa käyttämällä muottia, joka näkyy kuvassa 17. Sauma tiivistetään kiviliimalla. Muotti on syytä sivellä öljyllä, jotta se ei tarttuisi lujasti betoniin ja olisi helppo irrottaa betonin kuivuttua. Muotti voidaan irrottaa ja käyttää uudelleen 2 - 3 tunnin kuluttua valamisesta.

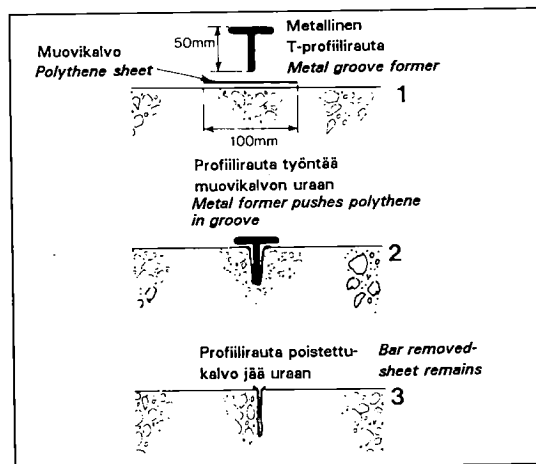


Kuva 15.

Pohjakuva jaloittelualueesta (BARNES 1985b).

Figure 15.

Plan for an open exercise yard (BARNES 1985b).

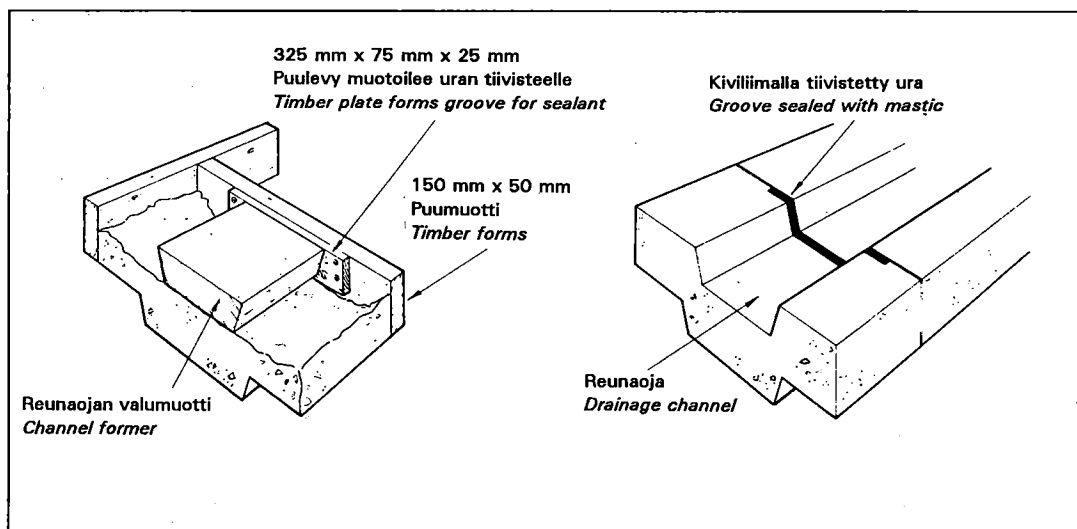


Kuva 16.

Kutistussauaman tekeminen valuvyöhykkeeseen (BARNES 1985a).

Figure 16.

How a contraction joint is formed in the concrete slab (BARNES 1985a).



Kuva 17. Reunaojan valumuotti ja vyöhykkeiden välisen sauman tiivistäminen (BARNES 1985a).

Figure 17. Drainage channel former and sealing of grooves (BARNES 1985a).

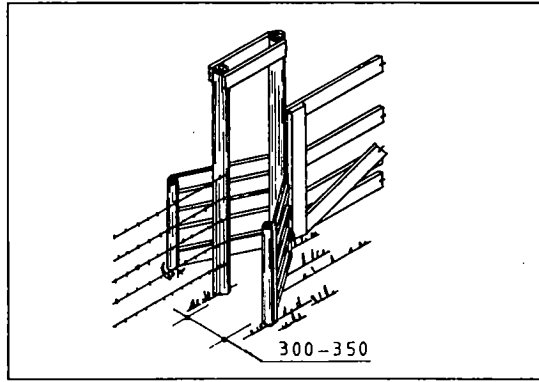
2.7.3.2. Aitaukset

Lihanaudat pysyvät nykyaikaisissa sähkölanka-aidoissa. Niiden tolpat tehdään puusta, lasikuidusta tai jousiteräksestä. Puutolpat tehdään mieluiten kuusesta, ja ne kannattaa kyllästää. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 43, 46.) Kaksi viimeksi mainittua materiaalia ovat parhaita usein siirrettävissä aidoissa. Pitkäaikaiset kiinteät aidat kannattaa tehdä järeistä tolpista ja piikkilangasta. Myös alueilla, joilla on runsaasti hirviä, on syytä käyttää piikkilankaa aitauksissa ainakin sähköaidan lisänä. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 44.)

Sähkölanka kiinnitetään 80 cm:n korkeudelle maasta. Yleensä laiturilla on aina mukana vasikoita, joten sen lisäksi tarvitaan toinen lanka 50 cm:n korkeudelle. Viljelysmailla sopiva tolppaväli on 4 - 6 metriä. Kulmatolpat on tuettava maahan lyödystä tapista vedetyllä kiristyslangalla. Puutolppa voidaan tukea vinotolpalla. Piikkilanka-aidassa käytetään kolmesta viiteen lankaan. Eläinten pää ei saa mahtua lankojen väliin. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 44 - 46.)

Kulun helpottamiseksi veräjäkohtiin asennetaan sähköaitaan veräjän kahvat. Veräjä voidaan korvata myös karjaportilla. Se on pyöreistä metalliputkista tehty silta, johon kummaltakin puolelta tulevat aidat päättyvät. Eläimet eivät uskalla eivätkä pystykään kulkemaan karjaportin yli, koska syvä ja valoisa oja näkyy sen alta eikä sen päälle voi sorkalla astua. (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 45.) Karjaportti on myös niin pitkä, että eläimet eivät uskalla hypätä sen yli. Kun karjaportti on riittävän lujasti tehty, ajoneuvoliikenne sujuu sen yli vaivattomasti. Ihmisiä varten voidaan karjaportin viereen tehdä oma

tavallinen mutta kapea veräjä. Se voidaan korvata myös kapealla portilla, josta eläimet eivät mahdu kulkemaan. Ratkaisua voidaan käyttää myös muualla kuin karjaportin yhteydessä. Eräs ratkaisu on esitetty kuvassa 18.



2.7.3.3. Sääkatokset

Sopiva sääkatoksen pinta-ala on BARTHin (1982, s. 56) mukaan 3,7 - 4,6 m² eläintä kohden, ja suhteellisen korkea sääkatos on parempi kuin matala. Muun muassa Garrettin ym. (Ref. BARTH 1982, s. 56) mukaan eläinten lämpöstressi pieneni sääkatoksen korkeuden kasvaessa 1,8 m:stä

3,7 m:iin. Kellyn ja Bondin (Ref. BARTH 1982, s. 56) mukaan valkoinen pinta kattolevyssä ylöspäin ja musta alaspäin on paras. Alumiinilevy on parempi kuin teräslevy (BARTH 1982, s. 56). Myös Welchertin (Ref. BARTH 1982, s. 56) mukaan valkoinen teräskatto oli 28 °C viileämpi kuin maalamaton.

2.7.4. Aputilat

2.7.4.1. Lantala

Kiinteältä lattialta tulevaa lantaa varten on syytä rakentaa lantala kasvattamon läheisyyteen. Se mitoitetaan ottaen huomioon, että kiinteälle lattialle tulee lannasta 40 %. Emolehmien karsinoihin kertyy lantaa vain sisäruokintakaudella, mutta kasvavien karsinoihin koko vuoden. Normaalisti lantaa muodostuu kasvattamoon eniten loppukevästä ja alkusyksystä. Loppukevällä kasvattamossa ovat emot vasikoineen ja jo suhteellisen suuret nuoret eläimet. Alkusyksystä sonnit ovat jo yksistään niin isoja, että lantamäärä on lähes yhtä suuri kuin loppukevästä. Lannan kertymisen ja sopivan levitysjankohdan ottaminen huomioon varaston tilavuutta määriteltäessä on siten mahdollista. Kuivikepohja sen sijaan voidaan ajaa suoraan pellolle tai muulle sellaiselle alustalle, jolle valuvista pienistä lantavesimääristä ei ole haittaa. Lannan annetaan palaa edelleen peltopatterissa, minkä jälkeen se voidaan levittää syys- tai kevätkyntöjen alle. Palaneessa lannassa ravinteet ovat sitoutuneet varsin lujasti, joten ravinnetappiot eivät ole suuria taivasalla varastoitaessakaan.

Kiinteälle lattialle muodostunut lanta sen sijaan ei pala sellaisenaan, koska siinä ei ole kuivikkeita seassa. Siten se on varastoitava vesitiiviille laatalle, sellaiselle, joka on jaloittelualueellakin. Jos lantalaan ei rakenneta kattoa, lanta-

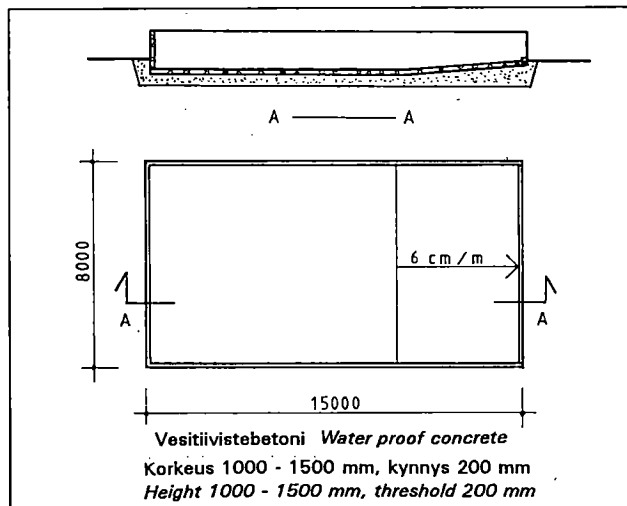
Kuva 18.

Ihmisten kulkemista helpottamaan tehty kapea portti (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987, s. 46).

Figure 18.

Narrow gate made to let men through but not animals (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 46).

ja sadevedet on kerättävä talteen samalla tavalla kuin jaloittelutarhassakin tekemällä lantalan pohjan reunoille keräysojat, jotta ravinteet saadaan talteen ja vesistöjen saastuminen estetään. Kattaminen on kuitenkin suositeltavaa. Katto on rakennettava niin ylös, että tilan kuormauskustolla voi työskennellä sen alla. Kuvassa 19 on esitetty eräs esimerkki kattamattoman lantalan pohjapiirroksesta ja poikkileikkauksesta. Kuvan 19 tapauksessa keskimääräiseksi lantakerroksen paksuudeksi voidaan olettaa 1,5 m, jos kolmen reunan korkeus on 1,5 m. Tarvittava lantalan pinta-ala neliömetreissä saadaan jakamalla varastointitarve kuutiometreissä luvulla 1,5.



Kuva 19.

Erään kattamattoman lantalan pohjapiirros ja leikkaus (NUMMINEN ja MAHLAMÄKI 1987 s. 38).

Figure 19.

Ground plan and section for an unroofed manure pit of concrete (NUMMINEN and MAHLAMÄKI 1987, p. 38).

2.7.4.2. Rehuvarastot

Korsi- ja väkirehuvarastot kannattaa sijoittaa samaan tasoon eläintilojen kanssa, ellei ole käytettävissä vanhaa ullakotilaa, jota voidaan käyttää korsirehuvarastona. Tuorerehuvarastona kannattaa käyttää laakasiiloja niiden halvempien rakennuskustannusten, helpomman täytön ja purkamisen takia. (NURMISTO 1975, s. 3.)

Kaikki ruokinnan muutokset heikentävät kasvua. Sen tähden säilörehu-ruokintaa käytettäessä sen tulisi jatkua myös kesän yli. Ympärivuotinen ruokinta vaikuttaa myös varastoitavaan rehuun. Esikuivatetun säilörehun käytössä kesäajan ruokinnassa on vaikeita säilyvyysongelmia. Tuoreella säilörehulla saavutetaan myös suuremmat päiväkasvut kuin esikuivatetulla säilörehulla. Luonnollinen ratkaisu lihakarjankasvatuksessa on tällöin tuore säilörehu. Tuore säilörehu asettaa säilörehuvarastoille erilaisia vaatimuksia kuin esikuivatettu. Varastosta muodostuu säilönnän yhteydessä huomattava määrä puristemehua, joka on varastoitava jonnekin. Lisäksi tuore säilörehu on altis jäätymään, mikä edellyttää varastojen kunnollista eristämistä. Lihakarjankasvatuksen yhteydessä käytetään kuitenkin usein pyöröpaalattuja rehuja ja kuivikkeita yhtenäisen koneistuksen takia. Niiden vaatima koneellinen käsittely on otettava huomioon lihakarjankasvatamoiden suunnittelussa.

Säilörehupaalivarastoina voidaan käyttää ulkoalueita, katoksia ja vanhoja latoja. Niiden on syytä sijaita lähellä kasvattamoita ja talouskeskusta, koska niitä pitää tarkkailla koko varastointikauden ajan. Varastoa ei kuitenkaan pidä tehdä lähelle viljankuivaamoita, koska hiiret ja muut tuholaiset leviävät kuivaamosta paalivarastoon ja rikkovat muovit. Paalivaraston pohjan pitäisi myös olla puhdas kasvustosta, jotta myyrät ja vastaavat eivät rikkoisi muoveja. Myös paalivaraston lähiympäristön pitäisi olla vapaa kasvillisuudesta. Lumen talleaminen paalivaraston ympäristöstä on myös jyrsijöiden torjunnan kannalta eduksi. Paalien peittäminen on eduksi ainakin paalien suojaamiseksi auringon valolta, tuulelta ja linnuilta. Lintujen torjuntaan riittää myös lintuverkot. Kaikki vauriot muoveissa on korjattava välittömästi. Paalien koneellisen käsittelyn takia varastopaikan pohjan on oltava kantava ja pintavesien poistosta on huolehdittava. Tätä tarkoitusta varten hiekka on hyvä alusta. Paaleja voidaan varastoida myös kuormalavojen päälle. Hyviä alustoja ovat myös asfaltoidut ja betonoidut alueet sekä laajat kalliot. Paalia kohti tarvitaan pinta-alaa noin 2,5 m², koska paaleja ei pidä pinota. Pinoamisesta voi olla seurauksena ilman pääsy alempiin paaleihin. Lisäksi muovivaurioiden korjaaminen on vaikeampaa. Päädyllään pinoaminen on parempi vaihtoehto kuin kyljelleen pinoaminen. (ANON. 1989b, s. 17 - 18.)

Heinän saannin varmistamiseksi latokuivurin rakentaminen on aiheellista. Sen mitoituksessa on otettava huomioon, että heinän on kuivuttava 10 päivässä.

Lihanautojen rehut ovat pääosin kotoisia. Vuonna 1988 T-tarkkailutilojen rehuista oli 67 % kotoisia. Pääasiallinen väkirehu nuorille naudoille on ohra. Pikkuvasikoille paras vilja on kuitenkin vehnä. Eri viljojen seokset ovat kasvun kannalta puhtaasti yhtä viljalajia olevia rehuja parempia. Viljarehujen varastoinnissa on siten varauduttava ainakin kahden viljalajin varastointiin kylmäkasvattamon yhteydessä sekä järjestettävä vähätöinen mahdollisuus näiden sekoittamiseen ja litistämiseen, koska litistetty viljarehu ei säily pitkään. Entsyymivilja on varsinkin vasikoille hyvää rehua, joten säilöviljavaraston rakentaminen kasvattamon yhteyteen on järkevää. Viljarehujen lisäksi kasvattamon yhteydessä joudutaan varastoimaan valkuaisrehuja joko sekoitettavaksi viljarehuun tai erikseen käytettäväksi.

Lihaeläinten kasvattamiseen käytettävän rakennuksen lähellä tulisi olla paikka, jossa on mahdollista säilöä ja varastoida murskeviljaa tai varastoida jyväsäilöttyä viljaa. Eläinten rehuksi tarkoitetun viljan kuivaaminen ei ole mielekäästä. Erityisesti murskesäilönnässä on tärkeää, että varasto on sisätiloissa ja samassa tasossa eläintilojen kanssa. Avoin varasto on altis lumelle ja sateelle, toisaalta matalalla oleva katos on haittana säilöntätyössä. Lisäksi ulkona oleva rehuvarasto on peitettävä aina rehunoton jälkeen. Viljan hapotus voidaan tehdä muualla, ja eläinsuojan yhteydessä tarvitaan ainoastaan lattiavarasto hapotetulle viljalle. Viljan ja lattian väliin on asetettava muovi. Varastoiminen korkeassa

siilossa ei holvaantumisen takia ole mahdollista. Tasapohjaiset enintään 2 - 3 metriä korkeat laarit sen sijaan ovat mahdollisia. Jauhatuspaikan tulisi myös sijaita karjasuojan yhteydessä kuitenkin erillisessä tilassa. Kerralla voidaan jauhaa jopa viikon rehuannos. (SEISE 1975, s. 1.)

2.8. Kylmäkasvatuksen asettamat vaatimukset rakenteille

2.8.1. Runko

Kylmäkasvattamon runko voi olla rakennettu tolpista ja niiden päälle asennetuista kattotuoleista, palkeista pylväiden päässä tai kehä- taikka kaarirakenteista. Eri runkoleveyksille soveltuvat jännevälit on esitetty taulukossa 35. Tavallisimmat runkorakennerratkaisut on esitetty kuvassa 20. Tarkempia rakennerratkaisuja on esitetty liitteessä 1. Kantavien rakenteiden rakennusmateriaalina voidaan käyttää puuta, betonia tai terästä. (DOLBY ym. 1989, s. 5, 12 - 13.) Elementtirakenteet eivät ole taloudellisesti kannattavia yksinkertaisten rakennusten seinissä, koska seinäelementtien neliöhinta ei eroa merkittävästi asuinrakennuksen seinäelementin hinnasta riippumatta eristepaksuudesta (VISTBACKA ja KIVIMÄKI 1990, s. 23 - 24).

Puu ja teräs ovat maataloudessa käytetyillä jänneväleillä (8 - 25 m) taloudellisesti edullisin ratkaisu. Runkoleveyksien ollessa pieniä halvimmaksi tulee rakenne, jossa kattotuolit ovat maahan upotettujen tolppien päissä. Rungon ollessa leveä teräsrakenteet tulevat halvemmiksi kuin puurakenteet. Eri rakennevaihtoehtojen suhteelliset hinnat runkoleveyden ollessa 12 metriä on esitetty kuvassa 21. Rungon leveyden ollessa 12 metriä suhteellisesti halvimmat ratkaisut ovat ruotsalaisen

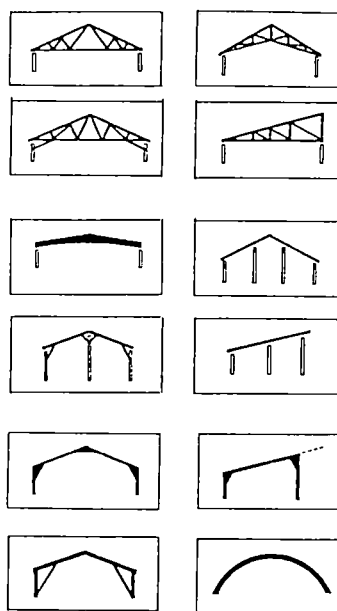
Taulukko 35.

Eräille rakennerratkaisuille sopivat jännevälit (DOLBY ym. 1989, s. 16-17).

Table 35.

Suitable spans for some structures (DOLBY et al. 1989, p. 16-17).

Rakennerratkaisu Structure	Jänneväli, m Span, m
Kattotuolit Roof trusses	< 15
Pilaripalkit Beams on pillars	20 - 30
Kehät ja kaaret Frames and arches	> 10



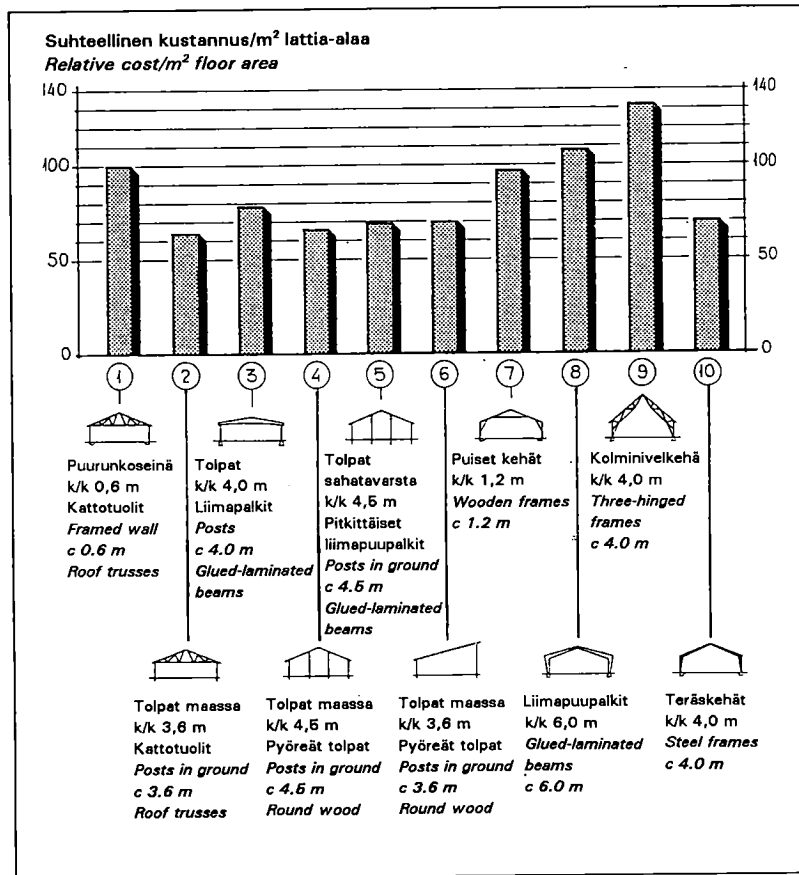
Kuva 20.

Yleisimmät yksinkertaisissa maatalousrakennuksissa käytetyt rakennerratkaisut (DOLBY ym. 1989, s. 12).

Figure 20.

The most common ways of constructing simple farm buildings (DOLBY et al. 1989, p. 12).

tutkimuksen mukaan pylväs- ja metallikehäratkaisut. Pylväsratkaisuissa voi olla käytetty kattotuoleja, pituussuuntaisia liimapuupalkkeja tai pelkästään pyöreää puutavaraa. Suhteellisesti kallein kuvassa 21 esitetyistä ratkaisuista on puusta tehty kaksinivelkehä. (DOLBY ym. 1989, s. 5, 12 - 13, 16 - 17.)



Kuva 21.

Eräiden runkorakennusratkaisujen suhteellinen hinta yksinkertaisessa rakennuksessa rakennuksen leveyden ollessa 12 m (DOLBY ym. 1989 s. 17).

Figure 21.

Relative cost for different frame structures of simple farm buildings, when the width of the building is 12 m (DOLBY et al. 1989 p. 17).

Jos rakennuksen toinen pitkä sivu on kokonaan auki, rakennuksen tulisi olla vähintään 12 metriä leveä, jotta ei syntyisi voimakasta vetoa koko eläintilaan kovien tuulien aikana. Seinien korkeuden tulee olla vähintään 3 metriä ilmanvaihdon onnistumisen kannalta (BATES ja ANDERSON 1985, s. 357.)

Rakennuksissa, joiden rakenteet on suunniteltu ainoastaan kylmäkasvatukseen, ei saa käyttää lämminkasvatukseen, koska tämä johtaa kosteusongelmiin ja rakenteiden tuhoutumiseen (PECHERT 1976, s. 449).

2.8.2. Lattian eri rakennevaihtoehdot

Eläinsuojan lattia joutuu alttiiksi eläinten mekaaniselle kulutukselle sekä rehun ja lannan kemialliselle kuormitukselle. Yksinkertaisen rakennuksen lattia voidaan tehdä 10 - 15 cm paksusta betonivalusta vähintään 15 cm paksulle sorapatjalle. Sorapatja toimii suodatinkerroksena. Suodatinkerroksen tarkoituksena on katkaista kapillaariset virtaukset pohjamaasta betonivaluun.

Jos pohjamaa on raekooltaan alle 0,06 mm suodatinkerroksen tulee kuitenkin olla vähintään 25 cm paksu. Suodatinkerroksen sorassa ei saa olla jakeita, joiden raekoko on alle 4 mm. Suodatinkerros salaojitetaan halkaisijaltaan 100 mm olevilla putkilla. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 5, 8.)

Yksinkertainen lattia raudoitetaan 5 mm:n teräsverkolla terästen välin ollessa keskeltä keskelle 150 mm. Muina vaihtoehtoina ovat raudoitus, jossa terästen halkaisija on 6 mm ja välit 200 mm taikka 8 mm ja 250 mm. Raudoitusverkot hitsataan kolmen teräksen matkalta yhteen asettamalla kunkin raudoitusverkon saumojen alle 30 mm · 3 mm lattaraudat ja hitsaamalla kummatkin raudoitusverkot näihin lattarautoihin kiinni kussakin saumassa. Raudoitus maadoitetaan 16 mm²:n kuparikaapelilla. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 7 - 8.)

Makuuparsien ja kulkukäytävien yksinkertainen lattia voidaan tehdä K30-luokan betonista. Muut yksinkertaiset lattiat tehdään K40-luokan betonista. Vain lantakourut teräshierretään. Muut betonipinnat hierretään puulla. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 9.)

Kaksikerroksinen betonilattia tarvitaan vain erityisen suurelle mekaaniselle tai kemialliselle kulutukselle alttiina olevilla pinnoilla. Pohja valetaan tällöin 8 - 10 cm paksuksi. Se raudoitetaan kuten yksinkertainen betonilattia. Pohjavalun lujuusluokaksi riittää K15. Pohjabetoni on syytä harjata sen kuivuessa karheaksi. Pohjabetonin pinnalle levitetään sen kuivuttua betonivelliä, jossa sementin ja soran suhde on 1:2. Näin saatu velli harjataan voimakkaasti pohjabetonin pintaan. Heti tämän jälkeen 3 - 5 cm paksu pintabetoni valetaan vellikerroksen päälle ennen kuin tämä ehtii kuivua. Pintavalua ei raudoiteta, mutta siinä käytetään betonimassaa, jonka lujuusluokka on K40. Lisäksi betonimassassa tulee olla kiviainesta, jonka raekoko on 8 - 16 mm. Vaihtoehtoisesti pintakerros voidaan valaa betonimassasta, jossa sementin ja soran tilavuussuhde on 1:2, soran raekoko aina 8 mm:iin saakka sekä vettä mahdollisimman vähän. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 8 - 9.)

Lämpimän kasvattamon lattiat on syytä eristää, ja erityisesti on varottava kylmäsiltoja betonilattiasta sokkeliin. Lattia voidaan eristää suoraan suodatinkerroksen tai betonikerroksen päälle. Eristeen valinnassa on erityisesti otettava huomioon, että se on tarkoitettu maanalaisten rakenteiden eristämiseen. Pohjabetonin lujuusluokaksi riittää K15. Sen sopiva paksuus on 8 - 10 cm. Eristeen päälle valettava pintakerroksen sopiva paksuus on vähintään 8 cm. Tässä tapauksessa se on raudoitettava. Pintavalun lujuusluokka on K30 tai K40 riippuen tilan käyttötarkoituksesta. Jos eriste asennetaan suoraan suodatinkerroksen päälle betonilaatta tehdään kuten yksinkertainen betonilattia. Sitä koskevat siis samat lujuus ja raudoitusvaatimukset. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 9.)

Lattiaan on syytä tehdä kaadot viemäriin tai lietekanaviin päin. Eristettävään lattiaan kallistukset tehdään jo pohjabetoniin. Pienin käyttökelpoinen kallistus on 1 %. Tätä pienempiä kallistuksia käytettäessä takaisinvirtausta ei voida estää. Yleensä on kuitenkin käytettävä suurempaa 3 - 5 %:n kallistusta niillä alueilla, joilla eläimet oleskelevat. Tätä suurempia kallistuksia taasen ei kannata käyttää liukastumisvaaran ja jalkavaurioiden takia. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 9). Eri lattiapintojen sopivat kallistukset selviävät taulukosta 36.

Taulukko 36. Eläinsuojan erilaisten lattioiden kallistuksia (NILSSON ja WALBERG 1978 s. 10 ja MATON ym. 1985 s. 198).

Table 36. Suitable slopes for different barn floors (NILSSON and WALLENBERG 1978 p. 10 and MATON et al. 1985 s. 198).

Tila Floor	Kallistus Slope
Parsi, eläimet kytkettynä Stall, animals tied	1 % lantakäytävään päin 1 % towards scraping passage
Makuuparsi, eläimet kytkemättä Stall in cow-kennel, animals tied	3 % käytävälle päin 3 % towards passage
Avoin lantakouru, lehmä parressa kytkettynä Open manure gutter, cow tied in stall	3 % virtsakouruun päin 3 % towards stale gutter
Avoin lantakouru, eläimet kytkemättä Open manure gutter, animals untied	2 % virtsakouruun päin 2% towards stale gutter
Kuivituskäytävä Passage from which litter is spread	2,5 % lantakouruun päin 2,5 % towards manure gutter
Kulkukäytävät Walks	1 % lattiakaivoon päin 1 % towards drain
Varastot Stores	1 % lattiakaivoon tai salaojitetulle pinnalle päin 1 % towards drain or underdrained surface

Betonipinnan käsittely vaikuttaa pinnan mekaaniseen ja kemialliseen kestävyys-teen (DOLBY ym. 1989, s. 24). Betonin tulee olla huolella valmistettu ja riittä-
vän kovaa sekä pinta hierretty. Betonilattiaa voidaan tarvittaessa karhentaa me-
kaanisesti paineilmatyöstölaitteilla ja kemiallisesti suolahapolla (ANON. 1989c,
s. 2). Betoni tulee pitää kosteana sen kuivuessa joko kastelemalla tai peittämällä
(NILSSON ja WALBERG 1978, s. 11).

Asfaltti on eräs vaihtoehto kylmäkasvatamon lattiamateriaaliksi, varsinkin kun
kevyessä rakennuksessa harjoitetaan kylmäkasvatusta täyskuivikepohjalla.
Asfaltteja on kuitenkin monta eri tyyppiä, eivätkä kaikki sovi eläinsuojan lattiaan
suuren huokoisuutensa takia. Lisäksi eläinsuojan lattiassa oleva asfaltti ei saa
sisältää tervaa eikä tervatuotteita. Asfaltille on ominaista, että se pehminee

lämpötilan noustessa ja sen kulutuskestävyys heikkenee. Asfaltista voi irrota kiviä, jos lattiaa puhdistetaan traktorin perälevyllä. Parhaiten eläinsuojiiin sopii haponkestävä valuasfaltti. Se sopii kaikkiin eläinsuojan lattiapintoihin. Valuasfaltissa on asfalttia, filleriä ja soraa. Sen kiviaines on kalkkikiveä, graniittia tai kvartsiittia. Valuasfaltin etuja eläinsuojakäytössä ovat vesitiiviys, tiivis rakenne, hygieenisuus, veden ja maakosteuden, iskun-, hitsauskipinöiden, lyhytaikaisen korkean lämpötilan ja muodonmuutosten kestävyys, palamattomuus, betonia pienempi lämmönjohtavuus (0,7 W/mK) ja korjausten helppous. Vastaavasti sen haittapuolia ovat taas sen ominaisuuksien lämpötilariippuvuus, alkalisten (pH yli 10) pesuaineiden kestättömyys ja soveltumattomuus kaikkiin valurakenteisiin. Tavallisesti valuasfalttikerros valetaan asfaltti- tai betonikerroksen päälle. Myös kiviladella, sora, puu tai lämpöeriste voi toimia alustana valuasfaltille. Sopiva kerros kylmäkasvattamoon on noin 30 mm. Liikuntasauvoja ei tarvita. Kallistukset onnistuvat helposti aina 8 %:iin saakka. (NILSSON & WALBERG 1978, s. 11 - 12.)

Vanhojen betonilattioiden korjaukseen pitää käyttää betonilaatua, joka on mahdollisimman lähellä alkuperäistä. Vanhasta betonilattiasta poistetaan kokonaan rikkinäinen osa. Myös kulunut kohta on poistettava ennen paikkausta. Paikka puhdistetaan maa-aineksesta esimerkiksi paineilmalla ja harjataan irtonaisten kappaleiden poistamiseksi. Mahdollinen rasva poistetaan liuottimilla. Näin puhdistettu pinta pestään vedellä ja harjalla. Uuden ja vanhan betonin rajapinta harjataan sementti-sora -seoksella, jossa on 1 osa sementtiä ja 2 osaa soraa. Vettä käytetään niin paljon, että betonimassasta tulee vellimäinen. Vanhan ja uuden betonikerroksen liittämiseen toisiinsa voidaan käyttää myös kumilateksia. Korjattava kohta täytetään betonimassalla ennen rajapintojen kuivumista ja sen pinta käsitellään. Korjattu kohta pidetään kosteana vähintään viikon. Alle 25 mm syvän alueen korjaukseen käytetään sementtilaastia, jossa on 2,5 osaa hiekkaa ja 1 osa sementtiä ja sitä syvempien alueiden korjaukseen käytetään laastia, jossa on 1 osa sementtiä, 1 osa hiekkaa ja 2 osaa alle 10 mm:n soraa. Paikattava kohta täytetään hieman yli. On huomattava, että ohuilla kerroksilla on taipumus kuivua liian nopeasti. (NILSSON ja WALBERG 1978, s. 39. ja ANON. 1989b, s. 1.)

Vanha syöpyntä lattia voidaan korjata myös valamalla sen päälle 10 cm paksu uusi kerros paremmasta betonista. Uuden valun alle levitetään 10 mm paksu hiekkakerros ja polyeteenikalvo. Laatat ja betonihartsit ovat myös käyttökelpoisia betonilattian korjausmateriaaleja. (ANON. 1989c, s. 1.)

Halkeamat voidaan korjata epoksiliimalla. Sitä sekoitetaan hienoon hiekkaan suhteessa 1:3. Ennen paikkausta halkeama aukaistaan kulmahiomakoneella siten, että se tulee 5 mm leveäksi ja 10 mm syväksi. Halkeama sivellään ensin 25 %:ksi laimennetulla epoksiliimalla ja täytetään sen jälkeen tehdyllä seoksella.

(NILSSON ja WALBERG 1978, s. 39 - 40.) Myös hartsibetonia voidaan käyttää pinnan korjaukseen (ANON. 1989c, s. 1).

Jos betonipintaa suolataan, pakkasenkestävyyttä voidaan lisätä sekoittamalla siihen ilmaa. Tämä kuitenkin heikentää betonin lujuutta. Ilman sekoittaminen kuitenkin parantaa betonin käsiteltävyyttä, ja parantuneen käsiteltävyyden takia veden määrää voidaan betonimassa vähentää, jolloin lopputuloksena on kutakuinkin yhtä vahva betoni. Myös plastisoijia ja superplastisoijia käyttämällä voidaan betonin lujuutta parantaa, koska niillä voidaan korvata pienemmän vesimäärän aiheuttamaa käsiteltävyyden heikkenemistä. Hidastimista on apua kuumalla säällä. Kalsiumkloridipitoisia kiihdyttimiä ei voida kuitenkaan käyttää valun jälkeisten pakkasten aiheuttamien vaurioiden torjumiseen raudoitetuissa betonirakenteissa. Myös kloridivapaita kiihdyttimiä on kuitenkin saatavilla. Lisäämällä betoniseokseen masuunikuonaa tai hiilituhkaa voidaan betonin sulfaatinkestävyyttä parantaa. Tuhkaa käytetään 15 - 35 % sementin määrästä. Kuona ja tuhka helpottavat betonin käsittelyä ja hidastavat kuivumista. Ne kuitenkin heikentävät betonin lujuutta pelkkään sementtiin verrattuna. Tätä voidaan korvata esimerkiksi ilman lisäyksellä. (ANON. 1989a, s. 1 - 2.)

2.8.3. Eristeet

Vanhoissa rakennuksissa voidaan käyttää eristeenä olkea paaleina, irtotavarana taikka silppuna (ANTTILA 1969, s. 54). Olkipaalit voidaan pinota seinien viereen lisäeristeeksi. PUNTILAn ym. (1985, s. 37) mukaan olkipaali ei ollut sellaisenaan hyvä kylmäkasvattamon seinämateriaali, koska eläimet söivät ja muutoinkin hajottivat paaliseiniä. Olkipaaleja voidaan käyttää seinässä kevyenä tuuli- tai lämpöeristeenä vain, jos ne ovat suojassa eläimiltä, esimerkiksi lautaseinän takana. Ullakolla voidaan käyttää irto-olkea ja paaleja lisäeristeenä. Seinien väliin voidaan puhaltaa myös olkisolppua. Oljen sijasta voidaan käyttää heinää. Olki ja heinä ovat samalla myös rehu- ja kuivikevarastoja. Keväällä sään lämmittyä voidaan nämä lisäeristeet käyttää rehuksi ja kuivikkeeksi. Siten nämä eristeet voidaan uusida joka vuosi. Olkipaaleja voidaan käyttää muutoinkin väliaikaisina tuulensuojina eläinten suojakatoksissa ja jopa varsinaisina seinien rakenneosina.

2.8.4. Ulkoverhous

Yksinkertaisten rakennusten ulkoseinät koostuvat yleensä puu- tai metalliseinätooppiin kiinnitetystä juoksuista ja niihin kiinnitetystä ulkoverhouksesta. Ulkoverhouksen pääasiallisena tehtävänä on suojata rakennuksen runkoa säältä ja iskuiltä mutta myös antaa rakennukselle miellyttävä ulkonäkö. Sopivia vuorausmateriaaleja ovat muun muassa 22 mm:n puupaneeli, 12 mm:n kosteutta kestävä lastulevy, 12 mm:n vaneri ja 16 mm:n sementtikuitulevy. Sen sijaan pelti ei ole

kovin hyvä materiaali, koska sen sisäpinnalle tiivistyy helposti vettä talviaikaan. Tuuletuksella tilannetta voidaan jonkin verran parantaa. Läpinäkyvä vuoraus parantaa talvikaudella rakennuksen energiataloutta merkittävästi. Se voi olla polyesteri- tai PVC-aaltolevyä taikka tasaista kaksikerroksista polykarbonaattitai akryylimuovilevyä. Paloturvallisuuden kannalta edellisiä parempia ovat polyesteri- ja akryylilevyt. Polykarbonaattilevyillä, joiden lämmönjohtavuus oli $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, vuoratussa eläinsuojassa pystyttiin pitämään $22 \text{ }^\circ\text{C}$:n lämpötilaeroa sisä- ja ulkoilman välillä talviaikaan, eikä lattia jäänyt vielä $-25 \text{ }^\circ\text{C}$:n lämpötilassa, mutta ilman suhteellinen kosteus oli tällöin lähes 100 %. (DOLBY ym. 1989, s. 24 - 25, 35.)

2.8.5. Katto

Katto on rakennuksen suojattomin osa. Sen täytyy kestää tuulen, sateen ja lumen aiheuttamat rasitukset. Jos eristämättömässä rakennuksessa käytetään peltikatetta, sen on oltava veden tiivistymistä estävästi käsiteltyä tai kattopellin alle on asennettava aluskate. Peltikattoa parempi ratkaisu eristämättömissä rakennuksissa onkin sementtikuitulevy. Läpinäkyvä kattomateriaali luo karjasuojaan valoisan ja viihtyisän ilmapiirin. Sen läpi tuleva auringonsäteily kuivattaa kosteita pintoja. Katossa voidaan käyttää samanlaisia muovipohjaisia levyjä kuin seinissäkin. (DOLBY ym. 1989, s. 25.) Kesää ajatellen paras kattoverhousmateriaali on sellainen, joka vastaanottaa vähiten säteilylämpöä. Seuraavan kolmen materiaalin paremmuusjärjestys on tässä mielessä: maalattu teräspelti, alumiini, galvanoitu pelti. Pienoismallitesteissä on havaittu, että lämpötilan nousut olivat edellä mainittuja materiaaleja käytettäessä samoissa olosuhteissa säteilystä johtuen järjestyksessä seuraavat: $7 \text{ }^\circ\text{C}$, $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ja $17 \text{ }^\circ\text{C}$. (Braud ja Nelson Ref. KOENIG ym. 1977, s. 2.)

Painovoimaisen ilmanvaihdon kannalta paras kattokulma on suhteellisen jyrkkä erityisesti pienillä tuulen nopeuksilla (Braud ja Nelson Ref. KOENIG ym. 1977, s. 2). Sen sijaan tuulenpaineella toimivassa ilmanvaihdossa ilmavirta on pienempi, kun katto on korkeampi (KOENIG ym. 1977, s. 9). Katon sopiva kaltevuus on 1:3 - 1:2 eli $18 - 26 \text{ }^\circ$ (BATES ja ANDERSON 1985, s. 357). Kattokulman on syytä olla jyrkkä myös sen tähden, että katteen alle mahdollisesti tiivistyvä kosteus valuisi katteen alapintaa pitkin ulos, eikä sataisi eläinten päälle (PUUMALA ym. 1988, s. 120).

Kattoverhouksen alla ei saisi olla yli 5 cm:n paksuisia ruoteita estämässä ilman virtausta harja-aukkoon (BATES ja ANDERSON 1985, s. 357). Sen tähden kattoruoditus olisi syytä tehdä suhteellisen ohuesta puutavarasta, mutta vastaavasti tiheämmäksi. Katteen tulisi lisäksi olla varsin korkeapoisuista. Aaltokate on parempi ratkaisu kuin kate, joka on pitkältä matkalta yhtenäisesti ruoteita vasten.

Katon eristämisestä on muutoin eristämättömässä rakennuksessaakin hyötyä kahdessa mielessä. Ensinnäkin sen avulla voidaan pienentää veden tiivistymistä katteen alapinnalle, josta se tippuu edelleen eläinten päälle tai yleensä kasvattamoon. Toisaalta se aurinkoisina kesäpäivinä pienentää lämpösäteilyä kasvattamossa. (BATES ja ANDERSON 1985, s. 357.) Kosteudentiivistymisongelmat ovat harvinaisia avoimissa kasvattamoissa, ja tiivistymisongelma on niissä yleisesti pienempi kuin suljetuissa mutta eristämättömissä kasvattamoissa. Tiivistymisongelma syntyy yleensä vasta pidemmän pakkaskauden jälkeen. Yhden yön yli jatkunut pakkas tai korkea suhteellinen kosteus eivät ole aiheuttaneet tiivistymisongelmaa. (ANDERSEN 1989, s. 12, 14.)

Esimerkiksi ulkolämpötilan ollessa -5 °C kirkkaana tyynenä pakkasyönä katteen pintalämpötila voi olla jopa 6 °C kylmempi kuin ulkolämpötila eli -11 °C , jos ulko- ja sisälämpötila ovat yhtä suuret. Tämä ilmiö johtuu voimakkaasta katteen ulossäteilystä $20 - 30\text{ °C}$ ulkoilmaa kylmempiin ilmakehän ulimpiin kerroksiin. Edellä esitetty tapaus pätee lähinnä kylmiin konehalleihin. Eläinsuojassa eläinten tuottama lämpö pienentää katteen ja ulkoilman välistä lämpötilaeroa. (ANDERSEN 1989, s. 7.)

Alijäähtyneelle pinnalle alkaa tiivistyä kosteutta, jos sisäilman suhteellinen kosteus alijäähtyneen pinnan lämpötilassa nousee 100 %:iin. Lisäksi tiivistynyt kosteus jäätyy katteeseen, jos katteen lämpötila on pakkasen puolella. Tiivistymisnopeus voidaan laskea seuraavan kaavan 3 (ANDERSEN 1989, s. 9) mukaan:

$$G_k = \beta_k (x_i - x_o) \quad (3)$$

jossa G_k = kosteuden tiivistyminen, $\text{g/m}^2 \cdot \text{s}$
 β_k = kosteuden siirtymiskerroin, $\text{m}^3 \text{ ilmaa/m}^2 \cdot \text{s}$
 x_i = sisäilman absoluuttinen kosteus, g/m^3
 x_o = vesihöyryllä kyllästetyn ilman absoluuttinen kosteus pinnan lämpötilassa, g/m^3

Kosteuden siirtymiskerroin voidaan arvioida lämmönsiirtokertoimen perusteella kaavan 4 mukaan (ANDERSEN 1989, s. 9):

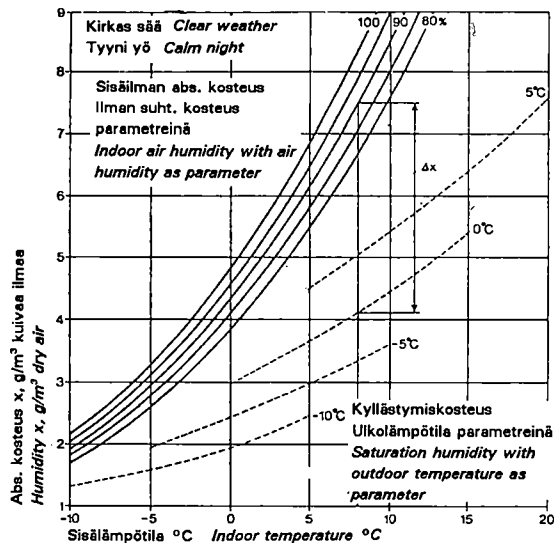
$$\beta_k = \alpha_{ki}/c_p \cdot \varrho \quad (4)$$

jossa α_{ki} = lämmönsiirtymiskerroin, $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$ ($\approx 3,5 - 4,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$)
 c_p = ilman ominaislämpökapasiteetti, $\text{J/kg} \cdot \text{°C}$ ($\approx 1010 \text{ J/kg} \cdot \text{°C}$)
 ϱ = ilman tiheys, kg/m^3 ($\approx 1,24 \text{ kg/m}^3$)

Kaavan symbolien selitysten yhteydessä mainituilla suureiden arvoilla saadaan kosteudensiirtymiskertoimen arvoksi noin $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$. Tämä arvo tarkoittaa, että 3 litraa ilmaa kulkee kateneliömetrin yli sekunnissa tai 3 mm:n kerros ilmaa

kulkee pinnan yli sekunnissa. (ANDERSEN 1989, s. 9.) Ilman nopeus kyseisessä 3 mm:n ilmakerroksessa on siten 1 m/s. Käyttäen edellä mainittua kosteudensiirtymiskerrointa, sisälämpötilan ollessa 8 °C, suhteellisen kosteuden 90 % ja ulkolämpötilan 0 °C, saadaan kuviosta 1 veden tiivistymisnopeudeksi noin 37 g/m²·h. Tämän suuremmaksi veden tiivistyminen ei tanskalaisissa olosuhteissa juuri voi tulla (ANDERSEN 1989, s. 20). Vastaavasti pilvisenä yönä saadaan tiivistymisnopeudeksi kuviosta 2 noin 22 g/m²·h.

Kuitusementtilevyn (eternit) vedenimukyky on kastumisen alkuvaiheessa noin 20 g/m²·h. Vedenimukyky heikkenee levyn kostuessa, mutta se on kuitenkin aina riittävä imemään tiivistyneen kosteuden kunnes levy on läpimärkä. Päiväsaikaan tyynellä säällä levyn kuivumisnopeus on 5 - 10 g/m²·h. Kattokulman ollessa alle 25 ° itse levyn pinnalle voi kertyä 0,1 mm:n kerros vettä, mikä vastaa 100 g/m². (ANDERSEN 1989, s. 11.) Taivaan ollessa pilvetön kosteus alkaisi tippua katosta vasta 2 tunnin ja kolmen vartin kuluttua, vaikka se olisi tehty peltilevystä. Pilvisellä taivaalla tippumisen alkamiseen menisi aikaa jopa miltei viisi tuntia. Näin ollen on epätodennäköistä, että esimerkin pilvisenä yönä yhden yön aikana kondensoitunut vesi alkaisi tippua kasvattamoon. Sen sijaan taivaan ollessa selkeä näin varmasti tapahtuisi, jos katto ei olisi huokoista mate-

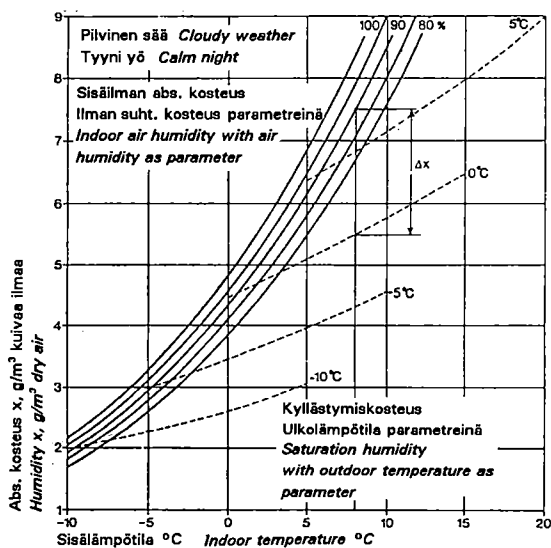


Kuvio 1.

Sisäilman absoluuttisen kosteuden ja kyllästymiskosteuden riippuvuus eri tekijöistä kirkaana tyynenä yönä (ANDERSEN 1989 s. 10).

Diagram 1.

How the absolute humidity and saturation humidity of indoor air depend on different factors in a cloudless, calm night (ANDERSEN 1989 p. 10).



Kuvio 2.

Sisäilman absoluuttisen kosteuden ja kyllästymiskosteuden riippuvuus eri tekijöistä pilvisenä tyynenä yönä (ANDERSEN 1989 s. 10).

Diagram 2.

How the absolute humidity and saturation humidity of indoor air depend on different factors in a cloudy, calm night (ANDERSEN 1989 p.10).

riaalia. Huokoiseen materiaaliin kertyi ANDERSENin (1989, s. 20) kokeessa kosteutta enimmillään 267 g/m^2 koko yön aikana sekä pinnalle jäävä että levyyn imeytynyt vesi mukaanlukien. Tästä noin 170 g/m^2 on levyyn imeytyntä kosteutta. Edellä mainitulla kuivumisnopeudella levyn kuivumiseen kuluisi siten 17 - 34 tuntia. Tiivistymisajanjakso oli noin 12 tuntia, joten vesi alkaisi tippua, mikäli vastaava tiivistyminen tapahtuisi joka yö pidemmän aikaa (ANDERSEN 1989, s. 20.)

Kasvattamon katto kannattaa tehdä huokoisesta materiaalista, jotta aluskatetta ei tarvittaisi. Levyn paksuus vain pitää mitoittaa todennäköisen kosteuden tiivistymisjakson mukaan.

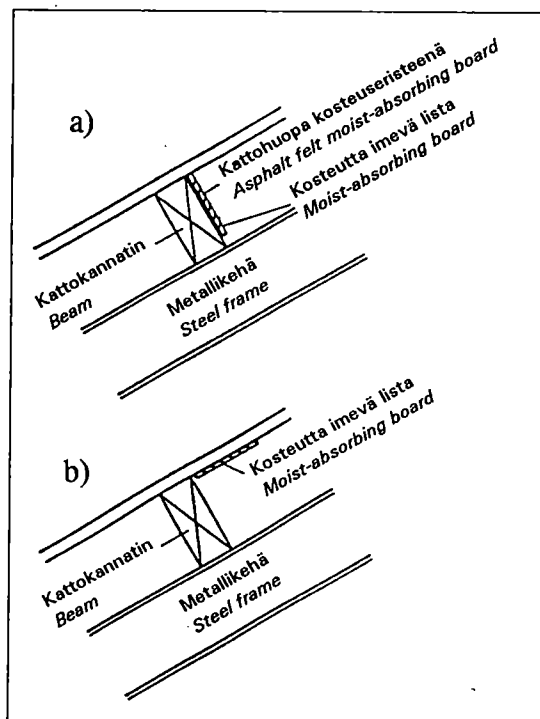
Avoimissa kasvattamoissa veden tiivistymisestä voidaan päästä kokonaan eroon valitsemalla huokoinen katemateriaali, ja muissakin kasvattamoissa tiivistymisestä voidaan merkittävästi vähentää riittävällä ilmanvaihdolla. Tämä tarkoittaa noin 2 - 3 -kertaista ilmanvaihtoa talvella verrattuna vastaavaan eristettyyn kasvattamoon. Suurin mahdollinen saavutettava ilmanvaihto suljetussa kasvattamossa on noin $470 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{lty}$. Lty on lämpöä tuottava yksikkö, joka vastaa noin yhden nautayksikön tuottamaa lämpöä. Tämä ilmanvaihtotasoa voidaan suljetussa kasvattamossa saavuttaa, kun sekä harja-aukon pinta-ala että molempien seinäaukkojen yhteinen pinta-ala ovat $0,22 \text{ m}^2/\text{lty}$. Tämä on noin 50 % suurempi kuin kesäilmanvaihdon vaatima aukkojen pinta-ala. Niissä kasvattamoissa, joissa kosteusongelmat olivat olleet pienimmät, ilmanvaihtoaukkojen koko oli ollut $0,4 \text{ m}^2/\text{lty}$. Tämän kokoiset aukot näyttäisivät siten riittävän. Ne ovat kaksinkertaiset verrattuna niihin normeihin, joita käytetään suunniteltaessa eristettyjen kasvattamoiden talvi-ilmanvaihtoa. Tämän kokoisten aukkojen kautta ilmanvaihto on $120 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{lty}$ tyynellä säällä. Ilmanvaihto on säädettävä kuristamalla harja-aukkoa seinäaukkojen sijasta. Sisä- ja ulkolämpötilan lämpötilaeroksi muodostuu tällöin $9 \text{ }^\circ\text{C}$ ja sisäilman suhteelliseksi kosteudeksi 80 %. (ANDERSEN 1989, s. 19 - 20, 25)

Peltikattoisissa kylmäkasvattamoissa suuri ilmanvaihto ei pelkästään riitä estämään kosteuden tiivistymistä, vaan lisäksi on käytettävä kosteutta imeviä listoja tai pintakäsittelyä, useita ilmarakoja kummallakin lappeella tai aluskatetta. Kosteutta imevinä listoina voidaan käyttää puukuitulevy. Ne kiinnitetään kattojuoksujen harjanpuoleiseen syrjään kattuhuopasuikaleen päälle, kuten kuvassa 22 tapauksessa a). Puukuitulevyn reunan on oltava suoraan kiinni kattolevyissä. Vaihtoehtoisesti puukuitulevy voidaan kiinnittää suoraan kattolevyn alle välittömästi katto-orren harjan puolelle, kuten kuvassa 22 tapaus b). Vaihtoehtoon a) sisältyy riski, että kostuminen aiheuttaa lahoa tai sienten kasvua kattojuoksuihin. Tästä ei liene vaaraa, jos kattojuoksut on kyllästetty. Listojen alle kiinnitettävä kattuhuopa lienee kuitenkin viisainta taivuttaa myös kattojuoksun ja katteen väliin. (ANDERSEN 1989, s. 26.)

Puukuitulevy imee kosteutta $0,6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{mm}$. Jos kattojuoksujen väli on yksi metri, 150 mm leveän ja 10 mm paksun listan pitäisi pystyä imemään kaikki muodostuva kosteus, jos sitä muodostuu $30 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h}$ 10 tunnin ajan vuorokaudessa 3 - 4 kirkasta pakkasyötä peräkkäin. Sekä teräs- että alumiinikattolevyä on saatavana pintakäsittelynä siten, että tiivistynyt vesi sitoutuu pintakäsittelyyn. Kerroksen paksuus on noin 0,5 mm. Vaakatasossa oleva levy kykenee pidättämään pinnallaan vettä $1,6 \text{ kg/m}^2$. Kattokulman ollessa 27° vettä pysyy kateen alapinnalla $1,1 \text{ kg/m}^2$. Pintakäsittely voidaan tehdä myös jälkikäteen jopa 5 mm paksuksi. Jälkikäteen tehty pintakäsittely kykenee sitomaan kosteutta $0,6 - 0,8 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{mm}$. Valmiiksi pintakäsittely levy kykenee myöskin imemään kosteutta määrän, joka tiivistyy 3 - 4 peräkkäisen kirkkaan pakkasyön aikana. 5 mm:n kerroksella jälkikäsitelty levy kykenee sitomaan jopa 10 - 12 kirkkaan pakkasyön aikana tiivistyneen kosteuden. (ANDERSEN 1989, s. 25 - 27.)

Kokeessa, jossa kummallakin lappeella oli kaksi 20 mm leveää ilmarakoa pitkittäin kattolevyjen saumassa, jossa levyt olivat lomittain, kosteuden tiivistyminen oli suuremman ilmanvaihdon, pienemmän lämpötilaeron ja veden ulos juoksemisen takia noin 17 % pienempi kuin rakennuksessa, jossa ei ollut ilmarakoja. (ANDERSEN 1989, s. 16, 21.)

Kosteuden tiivistymistä kateen alapintaan voidaan pienentää säätämällä seinäaukot riittävän suuriksi. Nollakelillä käytettäessä luonnollista ilmanvaihtoa ilma ei yleensä vaihdu. Siksi aluskatteen asentamista voidaan suositella kaikissa tapauksissa. PUUMALAN ym. (1988, s. 120) mukaan kosteuden tiivistyminen kateen alapinnalle on ongelma jo konehalleissa tietyllä säällä, vaikka niissä ei ole edes eläinten aiheuttamaa kosteuskuormaa. Aluskatteen asentaminen ei tuota suuria ongelmia, kun kyseessä on puisten kattotuolien päälle tehtävä kate. Aluskate kiinnitetään tällöin ruoteiden alle kattotuolien päälle rakennuksen



Kuva 22.

Kosteutta imevien listojen asentaminen katto-
orteen (ANDERSEN 1989, s.26).

Figure 22.

Fitting of moist absorbing boards on the roof
beams (ANDERSEN 1989 p. 26).

pituussuunnassa ja kiristetään suoraksi. Kun kate on riittävän syväpoimuista ilmavälin tuuletus tulee hoidetuksi sopivasti. Kehärakenteet tuottavat suurempia ongelmia. Aluskate on kiinnitettävä katto-orsien päälle ja kiristettävä hyvin, jotta siihen ei jää vesipusseja. Aluskatteen päälle joka orteen kiinnitetään noin 2 cm paksu lista, jotta aluskate ei ole suoraan kiinni varsinaisessa katteessa. (PUUMALA ym. 1988, s. 120.) Kehäratkaisujen yhteydessä on käytettävä jo kantavuustekijöidenkin takia syväpoimuista katetta, mutta sen käyttäminen yhdessä aluskatteen kanssa on tärkeää jo ilmavälin tuuletuksen varmistamiseksi. Mahdollisen aluskatteen päälle tiivistyvän veden valuminen alas voidaan varmistaa tekemällä edellä mainittu orsien päällinen rimoitus listanpätkistä ja jättämällä pätkien väliin pieniä aukkoja.

2.9. Ilmanvaihdon järjestäminen

2.9.1. Yleistä kylmäkasvattamoiden ilmanvaihdosta

Iso-Britanniassa suoritettussa tutkimuksessa oli havaittu, että ei ollut selvää yhteyttä ilmanvaihdon riittävyyden ja rakennustyyppin, -vuoden, karjan laadun taikka rakennuksen koon välillä. Sen sijaan oli havaittu, että puolessa tutkimuksessa olleista kylmäkasvattamoista ilmanvaihto oli riittämätön ja että jopa neljänneksessä tapauksista ilmanvaihto oli vain puolet suosituksesta. Viljelijät yleensä arvioivat ilmanvaihdon liian suureksi silloin, kun se itse asiassa oli juuri sopiva. Viljelijöiden itsensä suunnittelemat ratkaisut olivat yleisesti kaikkein huonoimmin toimivia, ja viljelijöiden kommentit osoittivat puutteellista ymmärtämystä ilmanvaihdosta ja eläimille sopivasta elinympäristöstä (MacCORMACK ym. 1984, s. 34.)

2.9.2. Kylmäkasvattamon ilmanvaihdon säätöjärjestelmä

Eläinsuojan ilman suhteellisen kosteuden nousu sekä ulko- että sisälämpötilan laskiessa perustuu siihen, että vaikka lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä säilyisikin samana, ero sisä- ja ulkoilman absoluuttisessa kosteudessa pienenee. Näin ollen, jos tämä ero esimerkiksi pienenee 30 %, ilmavirran on kasvettava noin 43 %. Tämä johtaa tavalliseen lämminkasvatukseen nähden päinvastaiseen tilanteeseen, sillä kylmäkasvatuksessa ilmavirran tulee kasvaa ulkolämpötilan laskiessa, jotta sisäilman suhteellinen kosteus ei nousisi. Lämminkasvatuksessa taas ilmavirran tulee pienentyä ulkolämpötilan laskiessa, jotta rakennus ei jäähtyisi. Koska kylmäkasvatuksessa ei olla niinkään kiinnostuneita lämpötilasta kuin suhteellisesta kosteudesta eläinsuojassa, mahdollista automaattista ilmanvaihtoa säädetään alle +12 °C:n sisälämpötilassa suhteellisen kosteuden perusteella. Tätä lämpimämmässä joudutaan ilmaa vaihtamaan enemmän jäähtymisen kuin kosteuden nousun takia. Lisäksi on huomattava, että

säädettäessä ilmanvaihtoa suhteellisen kosteuden perusteella ei säädetä lisälämmitystä, kuten lämminkasvatuksessa, vaan ilmavirtaa.

Suhteelliseen kosteuteen perustuva ilmanvaihdon säätöjärjestelmä on varsin kallis. Lähes vastaavaan tulokseen voidaan kylmäkasvattamossa päästä perustamalla ilmanvaihdon säätö ulko- ja sisälämpötilan eroon. Järjestelmässä tarvitaan tällöin kokemusperäinen säätökäyrä, jossa kovalla pakkasella sallitaan suurempi lämpötilaero kuin pienellä pakkasella. Ero ei saa olla kuitenkaan liian suuri, jotta rakenteet eivät kostuisi.

Yleensä kylmäkasvattamoissa ei kuitenkaan ole varsinaista ilmanvaihdon säätöjärjestelmää, vaan manuaalinen ohjausjärjestelmä. Tämä tarkoittaa sitä, että viljelijä asettaa ilmanvaihtoaukot sen suuruiseksi kuin olettaa odotettavissa olevien säätilojen perusteella olevan sopivan ilmanvaihdon kannalta tarpeellista. Aukkojen kokoon ei pitäisi niinkään vaikuttaa ulkoilman lämpötila, vaan tuulisuus. Varsinkin pakkasella kovat tuulet aiheuttavat helposti vetoa kasvattamoon, jos tuloilma-aukot ovat liian suuria. Päinvastoin kuin lämminkasvatuksessa ilmanvaihdon tulisi kylmäkasvatuksessa kovalla pakkasella nopeutua verrattuna nollakeliin. Tämä yleensä toteutuukin, koska lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä kasvaa kylmillä ilmoilla eläinten luovuttaessa enemmän lämpöä kuin lämpimillä ilmoilla. Toisaalta kuumina kesäpäivinä ilmanvaihdon tulee olla suhteellisen suuri verrattuna nollakeliin. Tämäkin yleensä on toteutuva tilanne, koska auringon säteily nostaa sisäilman lämpötilaa suhteessa ulkoilmaan. Siitä on tietysti myös haittaa, koska kesällä on jo ulkonakin varsin lämmintä. Kesäaikaan ilmaa vaihdetaan juuri lämpötilan alentamiseksi. Siksi lämpötilan noususta johtuva ilmanvaihdon kasvu ei riitä alentamaan lämpötilaa tarpeeksi, koska lämpötila jää edelleen tarkoitettua ylemmäksi. Sitä varten kesäilmanvaihtoa kannattaakin ensisijaisesti suurentaa avaamalla kasvattamon isoja ovia. Tästä ei pitäisi kesällä aiheutua vetoa. Näin ollen ilmanvaihtoaukot voivat olla koko vuoden samansuuruiset edellyttäen, että eläinmäärä (tarkemmin ottaen eläinten lämpökuorma) säilyy samanlaisena. Poikkeuksen tästä tekee kesäaikainen suurien ovien aukaiseminen. Avattavien ovien mitoitus ilmanvaihdon kannalta ei kuitenkaan ole mitenkään tarkkaa. Kovilla pakkasilla mahdollisesti esiintyvien kovien tuulien aiheuttama läpiveto on jotenkin estettävä. Tähän on paras keino tuloaukkojen pitäminen riittävän pieninä suhteessa poistoaukkoon (1 - 2 -kertaisena) ja takaiskuventtiilien tekeminen niihin. Varsinaisen ilmavirran säätämiseen sopivin keino on harja-aukon pinta-alan säätäminen (BRUCE 1973, s. 23). Hitaan luonnollisen ilmanvaihdon aikojen varalta olisi eduksi, jos paikkoihin, joissa eläinten on pakko tai joissa niiden toivotaan oleskelevan, sijoitettaisiin ilman liikettä tehostavia puhaltimia (BARTH 1982, s. 57).

Ilmanvaihto tulisi suunnitella siten, että sisälämpötilan ollessa yli 25 °C se ei nouse kuin korkeintaan 3 - 5 °C ulkolämpötilaa suuremmaksi, jotta naudat

voivat halutessaan hakea eläinsuojasta suojaa auringonsäteilyä vastaan. Säätimen vertoalue voi kuitenkin olla suurempi kuin parsinavetassa. Sopiva alue lienee ± 5 °C. Lämpötilan perusteella tapahtuvan säädön asetusarvona kannattaa käyttää 15 °C.

2.9.3. Luonnollinen ilmanvaihto

Kylmäkasvattamon luonnollinen ilmanvaihto voi perustua painovoimaan tai rakennuksen seinään kohdistuvaan tuulen paineeseen (DOLBY ym. 1989, s. 29). Se voi olla myös eriasteinen yhdistelmä painovoimaisesta ja tuulenpaineeseen perustuvasta ilmanvaihdosta. Koneellisia ilmanvaihtolaitteita ei yleensä käytetä muuta kuin joskus laajoissa rakennuksissa ilman kierrättämiseen rakennuksen sisällä tai kuumina ja tyyninä kesäpäivinä (BATES ja ANDERSON 1985, s. 356).

Painovoimaisen ilmanvaihdon tulo- ja poistoaukot reagoivat myös tuulen paineeseen. Tuulenvastaisen puolen tuloaukot voivat toimia myös painovoimaisessa ilmanvaihdossa poistoaukkoina kovalla tuulella, jolloin painovoimaiseen ilmanvaihtoon on yhdistynyt tuulen paineeseen perustuvaa ilmanvaihtoa. Tuuli voi vaikuttaa myös painovoimaisen ilmanvaihdon harja-aukkoon siten, että osa sen pituudesta toimii tuloaukkona. Tuulen paineeseen perustuva ilmanvaihto voi toimia osittain painovoimaan perustuvana ilmanvaihtona, jos vastakkaisten seinien aukot ovat eri korkeuksilla.

Huono lämpötilan säädettävyys on yleensä selitetty johtuvan heikosta savupiippuilmioistä lauhalla säällä ja ilmanvaihdon aiheuttavan voiman vaihtelusta tuulisella säällä. Kuitenkin luonnollisen ilmanvaihdon huonous johtuu yhtä paljon sen alhaisesta teknisestä kehitystasosta, joka on vuosia jäljessä mekaanisen ilmanvaihdon teknisestä tasosta. (STRØM ja MORSING 1982, s. 161.)

Tuulen paineeseen perustuvassa ilmanvaihdossa ilmavirtaan vaikuttaa tuulen nopeus, painejakauma rakennuksen yli, ilmanvaihtoaukkojen sijainti ja poikkipinta-ala sekä tehokkuuskertoimet (Jedale ja Bruce Ref. STRØM ja MORSING 1982, s. 161). Tuulen paineeseen perustuvan ilmanvaihdon toiminnan ennustamisen tekee vaikeaksi tuulen suunnan ja nopeuden jatkuva muuttuminen. Lisäksi tuulen nopeus on pienin kovalla pakkasella, jolloin ilmavirran tulisi olla suurempi kuin pienellä pakkasella. Ilmanvaihdon synnyttää tuulen puoleiselle seinälle syntyvä ylipaine sekä tuulen vastaiselle seinälle ja harja-aukkoon syntyvä alipaine. Harja-aukko saattaa toimia myös ilman sisäänmenoaukkona tuulen sattuessa tietyille suunnille, jos harja-aukon muotoilu ei ole täysin onnistunut. Luonnollinen ilmanvaihtojärjestelmä tulee rakentaa siten, että tuuli hyödynnetään ja sen haitalliset vaikutukset estetään. (KAMMEL ym. 1982, s. 62, 68.)

Asianmukainen tuulen paineeseen perustuva ilmanvaihto saadaan tekemällä räystääiden alle vähintään 20 cm leveät avoimet kaistat, josta tuuli voi vapaasti kulkea läpi. Tätä leveämpiä tuuletusaukkoja käytettäessä on niiden eteen tehtävä säleikkö tuiskulumen ja tihkusateen kulun estämiseksi. Rakennuksen harjan on oltava avoin vähintään 25 cm umpeenjäätymisen takia. (PECHERT 1976, s. 450.) BATESin ja ANDERSONin (1985, s. 357) mukaan jo 20 cm:n leveys riittäisi estämään harja-aukon umpeenjäätymisen. Lisäksi kylmäkasvattamon vesikatteeseen voidaan tehdä tuuletusraot. Kätevimmin tämä onnistuu tekemällä vesikate suhteellisen lyhyistä pelti- tai sementtikuitulevyistä. Katteen vaakasaumaan jätetään vähintään 10 mm:n korkuinen rako. Katteen alapintaan tiivistynyt vesi juoksee tämän raon kautta katolle, ja kattolevy tuulettuu alapuolelta kylmällä ilmalla, mikä jo sinänsä pienentää kondenssiveden muodostumista kattolevyn alapinnalle. Tuiskulumen tunkeutuminen raoista voidaan estää asettamalla kattolevyjen vaakasaumat vähintään 200 mm ristiin. Jotta edellä mainittu tuulen paineeseen perustuva ilmanvaihto toimisi, on kylmäksi suunniteltu kasvattamo myös pidettävä kylmänä. (PECHERT 1976, s. 450.)

Jos seinissä olevat raot mitoitetaan 1,0 m/s tuulen mukaan, kummallakin puolella rakennusta pitää olla 1,4 m² aukkoa jokaista 1 000 m³/h ilmavirtaa kohti (DOLBY ym 1989, s. 30). Tämä on varsin realistinen tuulen mitoitusnopeus, koska ilmanvaihto on riittävä lähes aina ja harvoin liian pieni. Esimerkiksi Helsinki-Vantaan lentokentällä tuulen nopeus on 90,2 % vuodesta yli 1 m/s. Vastaavasti Kajaanissa se on 81,7 % vuodesta yli 1 m/s. (HEINO ja HELLSTEN 1983, s. 97, 225.) Hieman liian suuresta ilmanvaihdosta on yleensä vähän haittaa kylmäkasvattamossa. KAMMELin ym. (1982, s. 63) mukaan ilmavirta voidaan laskea kaavasta (5).

$$Q = A \cdot C \cdot v \quad (5)$$

jossa Q = ilmanvaihto, m³/s

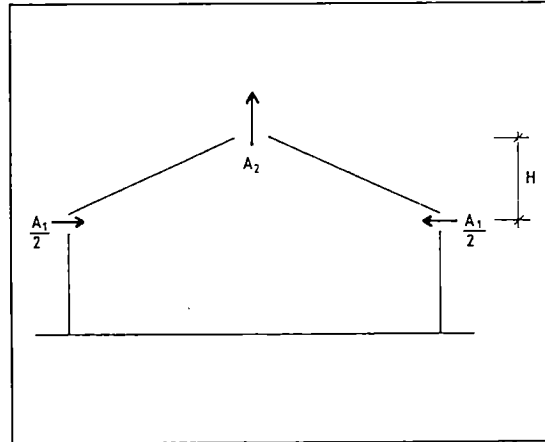
A = ilman sisääntulo- ja ulosmenoaukkojen pinta-ala, m²

C = aukkojen tehokkuuskerroin (0,25 - 0,60)

v = ilman nopeus, m/s

Sijoittamalla DOLBYn ym. (1989, s. 30) antamat arvot kaavaan 5 saadaan tehokkuuskertoimen arvoksi vain 0,2. Näin ollen KAMMEL ym. (1982, s. 63) pitää tehokkuuskerrointa C selvästi suurempana kuin DOLBY (1989, s. 30). Myös BRUCEn (1973, s. 24) mukaan tehokkuuskerroin on huonoimmillaankin vähintään 0,65 vastaten tällöin kooltaan ilmavirranmittauslaipassa vallitsevaa. Tuulen painetta hyväksi käytettäessä on tyypillistä, että korkeusero vastakkaisten seinien aukkojen välillä on pieni ja aukot ovat suhteellisesti suurempia kuin painovoimaisessa ilmanvaihdossa. (DOLBY ym 1989, s. 31.)

Eristämättömästä karjasuojasta puuttuu yleensä välikatto. Painovoimainen ilmanvaihto voidaan tällöin toteuttaa kuvan 23 mukaisesti. Korvausilma-aukkojen pinta-ala A_1 riippuu ilmanvaihtotarpeesta, korvaus- ja poistoilma-aukkojen korkeuserosta ja pinta-alasuhteesta sekä sisä- ja ulkoilman mitoitustilalämpötilaerosta maksimi-ilmanvaihdossa. Maksimi-ilmanvaihtoon tarvittava korvausilma-aukkojen pinta-ala ($\text{m}^2/1\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$) korvaus- ja poistoilma-aukkojen korkeuserojen ja pinta-alasuhteiden vaihdellessa saadaan kuviosta 3. (DOLBY ym. 1989, s. 31.) Nyrkkisääntönä voidaan esittää, että harja-aukon tulee olla 5 cm leveä rakennuksen jokaista leveyden 3 metriä kohden (BATES ja ANDERSON 1985, s. 357).

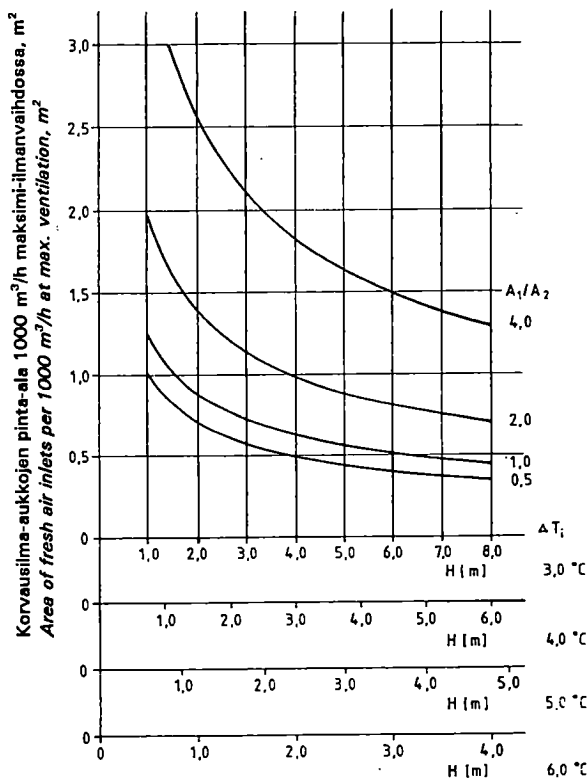


Kuva 23.

Omaivoimainen ilmanvaihto (DOLBY ym. 1989, s. 29).

Figure 23.

Natural ventilation (DOLBY et al. 1989 p. 29).



Kylmäkasvattamon painovoimaisen ilmanvaihdon korvausilma-aukkojen mitoitus, kun pinta-alasuhteet (A_1/A_2), korkeus- (H) ja lämpötilaerot (ΔT_i) ovat erilaisia.

Dimensioning of the fresh air inlets in a naturally ventilated, uninsulated beef barn at different area ratios (A_1/A_2), height (H) differences and temperature (ΔT_i) differences.

Kuvio 3. Korvausilma-aukkojen mitoitus painovoimaisessa ilmanvaihdossa (DOLBY ym. 1989, s. 30).

Diagram 3. Dimensioning of fresh air inlets in naturally ventilated barns (DOLBY et al. 1989, p. 30).

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa on tarkoituksenmukaista, että harjalla olevat aukot ovat suuria suhteessa seinillä oleviin aukkoihin ja korkeusero harja- ja seinäaukkojen välillä on suuri (DOLBY ym. 1989, s. 31). BATESIN ja ANDERSONIN (1985, s. 357) mukaan seinäaukkojen pinta-alan on kuitenkin oltava kummallakin puolella rakennusta vähintään puolet harja-aukon pinta-alasta. Näin ollen korvausilma-aukkojen yhteinen pinta-ala on vähintään sama kuin poistoaukon. Toisaalta harja-aukkoa ei kannata rakentaa merkittävästi suuremmaksi kuin seinäaukot. Esimerkiksi kun suurennetaan seinäaukkoja nelinkertaiseksi lämpötilaeron ollessa 3,0 °C ja korkeuseron seinä- ja harja-aukkojen välillä 8,0 metriä, ilmanvaihto kasvaa vain yhden kolmanneksen, kuten kuviosta 3 voidaan todeta. Kuitenkin ratkaisu aiheuttaa varsinkin talvella suuren vedon vaaran eläintilaan. Aukkojen suurentamista vastaava vaikutus saavutetaan kesällä avaamalla rakennuksen päistä suuret ovet ilman haittavaikutuksia. KAMMELIN ym. (1982, s. 64) mukaan painovoimaisen ilmanvaihdon ilmavirta voidaan laskea kaavan 6 mukaan.

$$\dot{V} = A \cdot C \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot \Delta T}{T_u}} \quad (6)$$

joka edelleen sievennettynä on:

$$\dot{V} = 4,429 \cdot A \cdot C \cdot \sqrt{\frac{h \cdot \Delta T}{T_u}} \quad (7)$$

jossa	\dot{V}	=	ilmavirta, m ³ /s
	A	=	ilmavirran sisään- tai ulostuloaukon pinta-ala, m ²
	C	=	aukkojen tehokkuuskerroin (noin 0,6)
	g	=	painovoiman kiihtyvyys, ms ⁻² (= 9,81 ms ⁻²)
	h	=	sisääntulo- ja ulostuloaukkojen korkeusero, m
	ΔT	=	sisä- ja ulkolämpötilojen ero, K
	T _u	=	absoluuttinen ulkolämpötila, K (T=273+t, [t] = °C)

Vastaavasti BRUCE (1973, s. 25) on esittänyt painovoimaisen ilmanvaihdon mitoitusta varten seuraavat kaavat 8, 9, 10 ja 11:

$$\dot{V} = 0,382 \cdot A_p^{2/3} (h \cdot P)^{1/3} \quad (8)$$

$$\Delta T = 0,0074 \cdot T_u \cdot (P/A_p)^{2/3} / h^{1/3} \quad (9)$$

$$P = 354 \cdot \dot{V} \cdot \Delta T / T_u \quad (10)$$

$$A_p = 0,226 \cdot \dot{V} \cdot T_u / (T_u \cdot \Delta T \cdot h)^{1/2} \quad (11)$$

joissa	A _p	=	poistoaukon pinta-ala, m ²
	P	=	eläinten luovuttama vapaa lämpöteho, kW
	[]	=	m ³ /s
	[ΔT]	=	°C tai K
	[T _u]	=	[T _u] = K

$$\begin{aligned}
 [P] &= \text{ kW} \\
 [A_p] &= \text{ m}^2 \\
 [h] &= \text{ m} \\
 T_s &= \text{ absoluuttinen sisälämpötila, K}
 \end{aligned}$$

Edellisistä kaavoista voidaan johtaa kaavan 7 muotoa oleva kaava. Tällöin saadaan seuraava kaava:

$$V = 4,442 \cdot A_p \cdot C \cdot \sqrt{\frac{h \cdot \Delta T}{T_u}} \quad (12)$$

Kaava 12 antaa vain 0,3 % suuremman tuloksen kuin kaava 7. Kaavassa 12 oletetaan, että tuloaukkojen pinta-ala on kaksi kertaa poistoaukon pinta-ala. Ilmavirta riippuu painovoimaisessa ilmanvaihdossa sisä- ja ulkolämpötilasta, tulo- ja poistoaukkojen välisestä korkeuserosta ja poikkipinta-alasta sekä aukkojen tehokkuuskertoimista (Kreichelt, Bruce ja Anon. Ref. STRØM ja MORSING 1982, s. 161).

Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ilmavirta ei enää riipu tuulen nopeudesta, kuten tuulen paineeseen perustuvassa järjestelmässä. Kun lisäksi lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä voidaan kylmäkasvattamoissa pitää lähes vakiona ulkolämpötilasta riippumatta, ilmavirtaan vaikuttaa ainoastaan aukkojen koko, joten ilmavirtaa on helppo säädellä aukkojen kokoa muuttamalla. Absoluuttiset ulkolämpötilan muutokset ovat prosentuaalisesti hyvin pieniä, ja neliöjuuren ottaminen kaavoissa 7 ja 12 pienentää tekijän merkitystä entisestään. Eläinten ympäristön lämpötilan laskiessa lämpötilaero eläinten ja sisäilman välillä kuitenkin kasvaa, jolloin eläinten lämmönluovutus jonkun verran kasvaa. Tämä taas jonkin verran nostaa lämpötilaeroa sisä- ja ulkoilman välillä. Lämmönluovutuksen kasvu riippuu voimakkaasti muun muassa eläinten rodusta. Turbullin (Ref. KAMMEL 1982, s. 67) mukaan eristämättömän karjasuojan lämpötila riippui ulkolämpötilasta kaavojen 13, 14 ja 15 mukaan.

$$t_s = 2,2 + 0,86 \cdot t_u, \quad t_u \leq 10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (13)$$

$$t_s = 0,9 + 0,99 \cdot t_u, \quad 10 \text{ } ^\circ\text{C} < t_u < 22 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (14)$$

$$t_s = 4,0 + 0,85 \cdot t_u, \quad t_u \cdot 22 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (15)$$

$$\begin{aligned}
 \text{jossa } t_s &= \text{ sisälämpötila, } ^\circ\text{C} \\
 t_u &= \text{ ulkolämpötila, } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Pieni kasvu lämpötilaerossa on kuitenkin vain myönteinen ilmiö, koska se lisää pakkasen kiristyessä ilmavirtaa, mikä olisi tarpeellista kylmän ilman pienen vesihöyryn pidätyskyvyn takia. Seinien on oltava kosteutta läpäiseviä, koska muutoin kosteutta tiivistyy seinäpinnoille lämmön johtuessa seinästä läpi. Heikko

mutta kuitenkin merkittävä eriste on muutoinkin haitallinen, koska se aiheuttaa liian suuren lämpötilaeron sisä- ja ulkolämpötilojen välille. Lämpövirta seinän läpi kasvaa suureksi, ja sitä kautta sisäilman ja seinän sisäpinnan välinen lämpötilaero myös kasvaa pintavastuksen takia suureksi, jolloin kosteus tiivistyy seinälle. Esimerkiksi $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pakkasella seinän sisäpinnan lämpötila voi olla vain runsaat $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ kylmempi kuin sisäilmanlämpötila, jos sisäilman suhteellinen kosteus on 80 %, jotta tiivistyminen ei alkaisi.

Merkittävin jo rakennusvaiheessa huomioon otettava tekijä korvaus- ja poistoaukkojen pinta-alan lisäksi on katon kaltevuuskulma ja rakennuksen leveys, koska nämä yhdessä määräävät korvaus- ja poistoaukkojen välisen korkeuseron. Aukkojen alaa voidaan pienentää suhteessa korkeuden kasvun neliöjuureen, joten aukkojen alaa ei tällä keinoin voida kovin paljon pienentää. Esimerkiksi päätykolmion korkeuden kasvu yhdeksänkertaiseksi antaa mahdollisuuden pienentää aukkoja vain kolmasosaan entisestään. Paras ilmanvaihto on edellä mainitusta seikasta johtuen syntynyt luonnollisella kattokulmalla yli 25 metriä leveisiin karjasuojiiin (KAMMEL ym. 1982, s. 68). Korkeuseroa tulo- ja poistoaukkojen välille voidaan kasvattaa myös ilmanvaihtotorneilla.

Eteläseinältään avoimen avokasvattamon ilmanvaihto käyttäytyy eri tavoin tuulen suunnan vaihdellessa. Itä- ja länsituulten vallitessa rakennuksen sisäpuoliset ilmavirtaukset ovat yleensä vastakkaiseen suuntaan kuin ulkopuolella, ja ilmaa virtaa harja-aukosta ulos enemmän tuulenpuoleisessa päädyssä kuin tuulenvastaisessa. Pohjoistuulten vallitessa virtaus on rakennuksen sisällä sama kuin ulkonakin, jos rakennuksessa on jonkinlaiset aukot myös pohjoispuolella. Niiden aukkojen koolla ei ole kuitenkaan kovin suurta vaikutusta rakennusten sisäisten ilmavirtausten suuntaan. Etelätuulella ilmavirtaus kiertää rakennuksen pohjoisseinän kautta. Virtauksen suunta, itään tai länteen, riippuu tuulen tarkasta suunnasta rakennukseen nähden. Ilmaa menee toisen päädyn päästä sisään ja palaa toisesta. Luonnollisesti myös harja-aukosta nousee kaikilla tuulen suunnilla ilmaa. (KOENIG ym. 1977, s. 9.)

Ilmanvaihtoaukkojen kokoa on voitava säätää ilman lämpötilan mukaan, jotta luonnollinen ilmanvaihto tulisi yhtä käyttökelpoiseksi vaihtoehdoksi kuin koneellinen. Äärimmäisiä talviolosuhteita varten on järjestettävä säätömahdollisuus sekä tulo- että poistoaukkoihin. (STRØM ja MORSING 1982, s. 162.) Strømin (Ref. STRØM ja MORSING 1982, s. 162) mukaan säätöjärjestelmä, jossa sekä harja-aukkoa että korvausilmaluukkuja säädettiin mekaanisen säätöjärjestelmän avulla, oli parempi järjestelmä kuin järjestelmä, jossa korvausilma-aukot säätyivät automaattisesti ja ilman poisto oli keskitetty ilmanvaihtotorneihin. Tästä ei vielä voida päätellä, että järjestelmä, jossa on automaattiset tuloaukot ja säätöjärjestelmän avulla säätyvä harja-aukko, ei olisi yhtä hyvä. Selvää kuitenkin on, että korvausilma-aukoissa on oltava jonkinlaiset luukut,

jotta ilma ei tuulisilla ilmoilla kulkisi rakennuksen läpi toisen puolen tuloaukoista toisen puolen tuloaukkoihin ja siten toisen puolen tuloaukot toimisi poistoaukkoina (Brandsma ja Mitchell Ref. STRØM ja MORSING 1982, s. 161). Vain osan rakennuksen pituudesta oleva harja-aukko aiheuttaa kuitenkin vetoa lattialle harjan kohdalla harja-aukkoa kohti, jos aukoton osa on merkittävä. Tästä ei ole haittaa, jos kyseessä olevassa kohdassa on vain ruokintapöytä tai kuivituskäytävä. Vastaava ilmiö on todennäköinen myös käytettäessä ilmanvaihtotorneja.

Avoin harja voi toimia sekä tulo- että poistoaukkona (Bruce ja Froehlich Ref. STRØM ja MORSING 1982, s. 161). STRØM ja MORSING (1982, s. 162) ovat havainneet, että liian suuri veto useissa tanskalaisissa lypsykarjanavetoissa johtui pelkästään harja-aukossa tapahtuvasta ilmanvaihdosta, jossa tuulenpuoleisessa päädyssä ilma nousi ylös ja tuulensuojaisessa päädyssä painui harja-aukosta sisään. Tämä voidaan estää tekemällä harja-aukosta säädettävä siten, että harjapeltiä tai vastaavaa voidaan nostaa ja laskea säätöjärjestelmän avulla tarpeen mukaan. Harja-aukkoa ei myöskään kannata jatkaa päätyihin saakka, koska tällöin harjansuuntaiset tuulet aiheuttavat ilmanvaihtoon virhetoimintoja. (STRØM ja MORSING (1982, s. 162.) Ylös nostetusta harjapelistä on myös haittansa. Siksi esimerkiksi BATESin ja ANDERSONin (1985, s. 357) mukaan sitä ei voida suositella, koska se pienentää ilmavirtaa ja voi aiheuttaa lumen tunkeutumisen sen alta rakennuksen sisään. Eteläseinältä avoimeen rakennukseen olisi syytä rakentaa pohjoisseinälle säädettävät tuloaukot osalle seinän pituudesta tai koko seinän pituudelle, jolloin ne voidaan sulkea tarvittaessa. Samoin on syytä menetellä rakennuksen itä- ja länsipäätyjen kanssa, jos niihin ei rakenneta suuria ovia, joita voidaan pitää kesällä auki. Minimi-ilmanvaihtoa vastaavat ilmanvaihtoaukot on syytä tehdä kiinteiksi. Jos rakennuksessa molemmat pitkät seinät ovat umpinaiset, on näihin tehtävä säädettävät aukot. (BATES ja ANDERSON 1985, s. 356.)

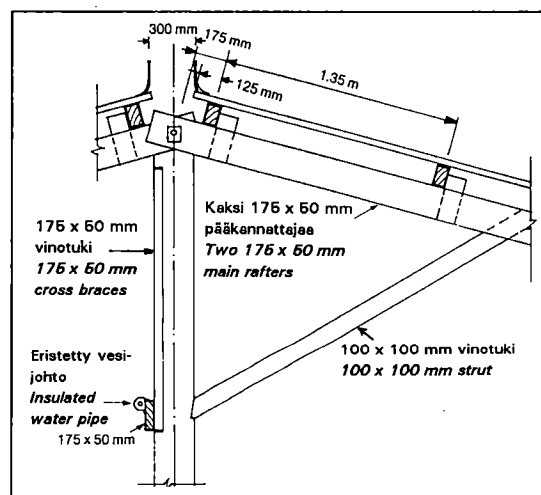
Jotta tuulesta aiheutuva läpivirtaus rakennuksen eri puolilla olevien tuloaukkojen kautta voitaisiin estää seinäaukkoihin rakennetaan luukut, jotka säätyvät automaattisesti ilmavirran mukaan tai joita säädetään lämpötilaeron mukaan säätimellä. Luukku, joka on saranoitu yläreunastaan on parempi kuin keskeltä saranoitu, koska tällöin voidaan paremmin hallita ilmavirran suuntaa, eikä vetoa esiinny. Jos tuloaukkojen luukut säätyvät automaattisesti, varsinainen ilmanvaihdon säätö suoritetaan harja-aukon säädöllä. Järjestelmä on yksinkertaisempi kuin säätimellä säädettävillä tuloaukoilla varustetut järjestelmät, koska siinä ei tarvita luukkumoottoreita tuloaukkojen luukkuja varten. Etuna on lisäksi se, että tuulensuojaisella puolella olevat luukut sulkeutuvat, jos ilma pyrkii kovalla tuulella kulkemaan rakennuksesta läpi. Onnistuminen edellyttää kuitenkin, että harja-aukko on säätynyt riittävän pienelle vedon estämiseksi tuulen puoleisista tuloaukoista.

Automaattisesti säätävät tuloaukot eivät ole sellaisenaan riittävä ilmanvaihdon säätö luonnollisella ilmanvaihdolla varustetuissa lämpimissä karjasuojissa, koska tällöin ei mikään rajoita ilmavirran kasvua pakkasen kiristytessä. Sen sijaan eristämättömissä kylmäkasvattamoissa tällä järjestelmällä on hyvät onnistumisen mahdollisuudet, varsinkin jos harja-aukko on varustettu jonkinasteisella karkealla ohjauksella.

Karjasuojien painovoimainen ilmanvaihto onnistuu menestyksellisesti myös lämpimissä karjasuojissa aina $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$:seen saakka. STRØMin ja MORSIN-Gin (1982, s. 164) mukaan keskimääräinen sisälämpötila oli välttävän tasainen, kunhan ulkolämpötila ei noussut yli $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, mutta tämän yläpuolella sisälämpötila seuraa ulkolämpötilaa. Tästä ylöspäin tarvitaan koneellista ilmanvaihtoa. Tällöin olisi eduksi, jos poistoaukko olisi harja-aukon sijasta keskitetty ilmanvaihtotorvi. Kuumia ilmoja varten ilmanvaihtotorneihin voidaan asentaa yksinopeuksiset poistopuhaltimet, koska niitä käytetään ainoastaan maksimi-ilmanvaihdon saavuttamiseksi. Ne voivat olla kuitenkin portaittain muutaman asteen välein käynnistyviä. Puhaltimen käynnistyessä on kuitenkin muiden ilmanvaihtotornissa olevien aukkojen sulkeuduttava esimerkiksi takaiskuläppien avulla. Automaattisesti avautuvat tuloaukkojen luukut avautuvat ilmavirran vaikutuksesta. Yksinopeuksisten puhaltimien käyttö tulee edulliseksi, koska niiden hyötysuhde on säätävänopeuksisia parempi.

Täysin avoimen harja-aukon kohdalla tapahtuvaa pisaroimista ei voida täysin estää. Tämä on otettava huomioon rakennuksen toimintoja sijoiteltaessa. (DOLBY ym. 1989, s. 32.)

Pisarointi voidaan kuitenkin estää käyttämällä harja-aukon päällä säätävää harjapeltiä, lomittaista harjaa tai vastaavaa. Kuvassa 24 esitetään harja-aukon rakenneratkaisu, jolla pisarointi saadaan mahdollisimman pieneksi ilman ylös nostettua harjapeltiä. Ylöspäin taitetut peltikaistaleet kiinnitetään aaltokattopellin päähän 50 mm sen päästä alaspäin, jotta raon sisäpuolelle peltikaistaleita vasten sataneet pisarat juoksisivat katon päälle, eikä raosta sisään (Kuva 24). (CLARKE 1985, s. 7.) Tällöin ainoastaan lähes suoraan ylhäältä päin tulevat pisarat satavat sisälle. Sateella yleensä kuitenkin tuulee niin paljon, että tällais-



Kuva 24.
Pisarointia vähentävä harja-aukon rakenne (CLARKE 1985, s. 7).

Figure 24.
An open roof ridge can be equipped with two flashing pieces to reduce the amount of rain that comes through the ridge into the building (CLARKE 1985 p.7).

ten pisaroiden määrä on vähäinen. Varsinkin lämpimien rakennusten harjaukoissa on syytä käyttää pienen lämpökapasiteetin ja lämmönjohtavuuden omaavia materiaaleja, kuten muoveja jäätymisen estämiseksi. Sama pätee tuloaukkoihin.

2.9.4. Koneellinen ilmanvaihto

Koneellista ilmanvaihtoa kannattaa käyttää kylmäkasvattamoissa vain lämpimään sään ilmanvaihdon tehostamiseen ja ilmapirtausten nopeuttamiseen lämpimällä säällä eläinten oleskelualueella. Kellyn (Ref. KOENIG ym. 1977, s. 2) mukaan ilman kierrätyksellä voidaan vähentää myös kosteuden tiivistymistä pinnoille. Eristetyissä rakennuksissa, joissa eläimet on kytketty, saavutetaan koneellisella ilmanvaihdolla kytkemisen vaatima tasaisempi lämpötila.

2.10. Kuivitusjärjestelmät

2.10.1. Täyskuivikepohja

Kuivikepohjaisessa kasvattamossa sekä makuu- että ruokintapaikan edusta ovat kuivitetut. Jokaista GV-yksikköä kohti on käytettävissä 7 - 9 m². Kuivikkeiden kulutus tässä järjestelmässä on 10 - 12 kg/GV·pv. GV-yksiköllä tarkoitetaan eläinmäärä, jonka elopaino on 500 kg (MEHLER ja HEINIG 1968, s. 37). Eri nautaeläinten laskeminen GV-yksiköiksi voidaan suorittaa taulukon 37 mukaan. ANTTILAN (1969, s. 36) mukaan taas kuivikkeen kulutus edellä kuvatun kaltaisissa järjestelmissä on 7 - 10 kg/ny·pv. Koska lantapatteri säilyy kasvattamossa patterin poistamiseen saakka päivittäinen lannanpoistotyö jää pois. Täyskuivikepohjaisessa pihatossa kuivikepohja kasvaa koko sisäruokintakauden aikana 80 - 120 cm (ANTTILA 1969, s. 38).

Taulukko 37.

Nautojen laskeminen GV-yksiköiksi (MEHLER ja HEINIG 1968, s. 37).

Table 37.

Conversion of neat to GV-units (MEHLER and HEINIG 1968, p. 37). The need of litter in a littered loose house without hardened feed stance is 10-12 kg/GVday, when the floor area is 7-9 m²/GV.

Eläinryhmä <i>Animal</i>	Ikäluokka, kk <i>Age, mo</i>	GV-yks./kpl <i>GV-units/ beast</i>
Vasikat <i>Calves</i>	< 3	0,2
---" <i>Calves</i>	3 - 6	0,35
Nuorkarja <i>Young cattle</i>	6 - 12	0,45
---" <i>Young cattle</i>	12 - 24	0,75
Hieho <i>Heifer</i>		1,0
Lehmä <i>Cow</i>		1,0
Siitossoppi <i>Bull for breeding</i>	> 24	1,5
Härät <i>Bullock</i>	> 24	1,2

2.10.2. Osakuivikepohja

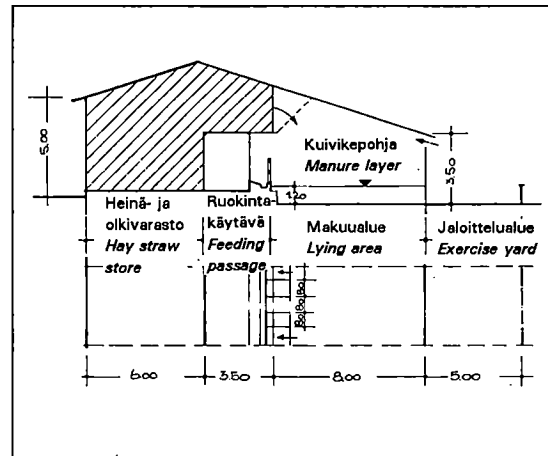
Kuvassa 25 katetun makuualueen pinta-ala on 8 m²/GV ja kattamatonta jaloittelutarhaa on 4 m²/GV. Kuivikepohjaa varten on varattu noin 1,2 metriä korkea tila. Jakamalla kasvattamo ruokinta- ja makuutilaksi voidaan kuivikkeiden kulu-

tusta pienentää noin puoleen verrattuna kuvan 25 tapaukseen, jossa myös ruokintatila on kuivitettu. Kuvassa 26 katetun tilan pinta-ala on kuitenkin vain yhden neliömetrin pienempi kutakin GV-yksikköä kohti kuin kuvassa 25. Pienempi kuivikkeiden kulutus perustuu siihen, että nautojen ulosteista 40 % kertyy ruokintapaikan kiinteälle lattialle. (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 33.) Vastaava määrä kuivikkeita säästyy ja makuualaa on silti riittävästi. Myös ANTTILAN (1969, s. 36) mukaan kuivikkeista kuluu 40 % ruokintapaikalla, mikäli käytetään täyskuivikepohjaa. Kiinteästä lattiasta on se haitta, että siltä lanta on poistettava päivittäin (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 33). Käyttämällä lantakonetta työnmenekki jäänee kuitenkin verraten pieneksi, koska se ei tarvitse jatkuvaa valvontaa, vaan viljelijä voi käyttää lantakoneen käyntiajan muuhun työhön, kuten rehustamiseen. Käsien tai traktorin perälevyllä tapahtuva lannanpoisto sen sijaan vaatii jonkin verran aktiivista työaikaa.

Päivittäisestä lannanpoistosta päästään tekemällä ruokintapöydän viereen rakolattia. Samalla kuivikkeiden kulutus pienenee entisestään jopa 4 kg/GV päivässä. (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 34.)

2.10.3. Erillinen makuualue ja ruokintapaikka

Katettu tila saadaan vielä pienemmäksi kuin kuvassa 26 tekemällä vain makuualue katon alle ja ruokintapaikka vähän matkan päähän tästä, kuten kuvassa 27. Katettu pinta-ala GV-yksikköä kohti on tällöin vain 4 - 5 m². Kattamatta jää tällöin ainakin ruokintapöytä. Kuivikkeita

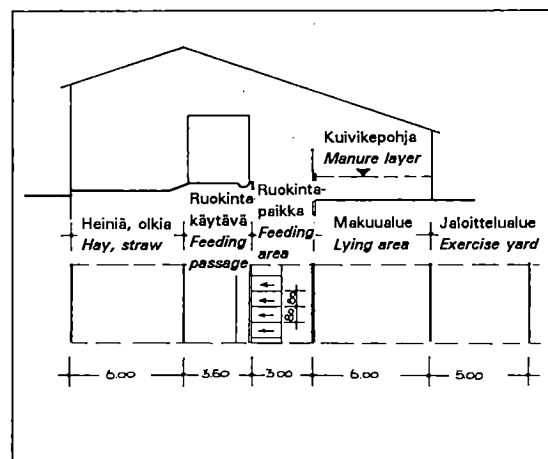


Kuva 25.

Erään kuivikepohjakasvattamon poikkileikkaus ja pohjapiirros (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 33).

Figure 25.

Cross section and ground plan for a littered loose house (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966, P. 33).



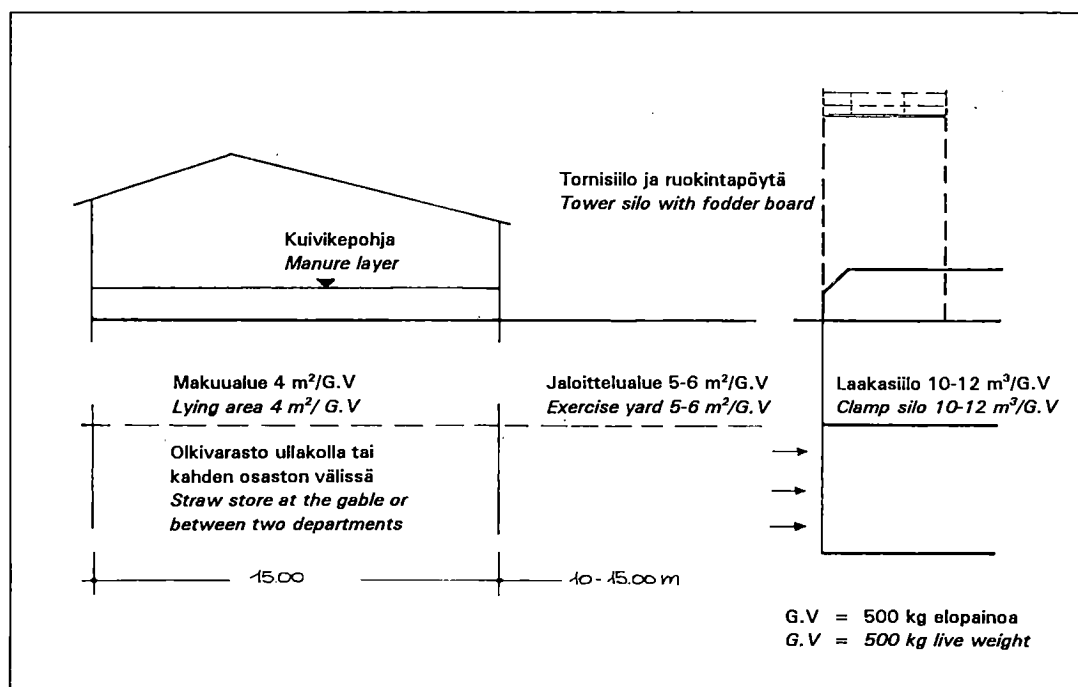
Kuva 26.

Erään kuivikepohjakasvattamon poikkileikkaus ja pohjapiirros, jossa makuu- ja ruokintatila on erotettu toisistaan (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 33).

Figure 26.

Cross section and ground plan for a littered loose house, where the lying and feeding areas are separated from each other (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966, p. 33).

kuluu vain 3 - 4 kg/GV päivässä. Rakennelmien välialue, jonka koko on 5 - 6 m², toimii jaloittelualueena. Ruokintapaikalta ja jaloittelualueelta poistetaan tällöin lan- ta joka toinen päivä. Ruokintapöytä on laakasiilojen yhteydessä. Laakasiilon tilavuusvaatimus on 10 - 12 m³/GV. (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 34.)

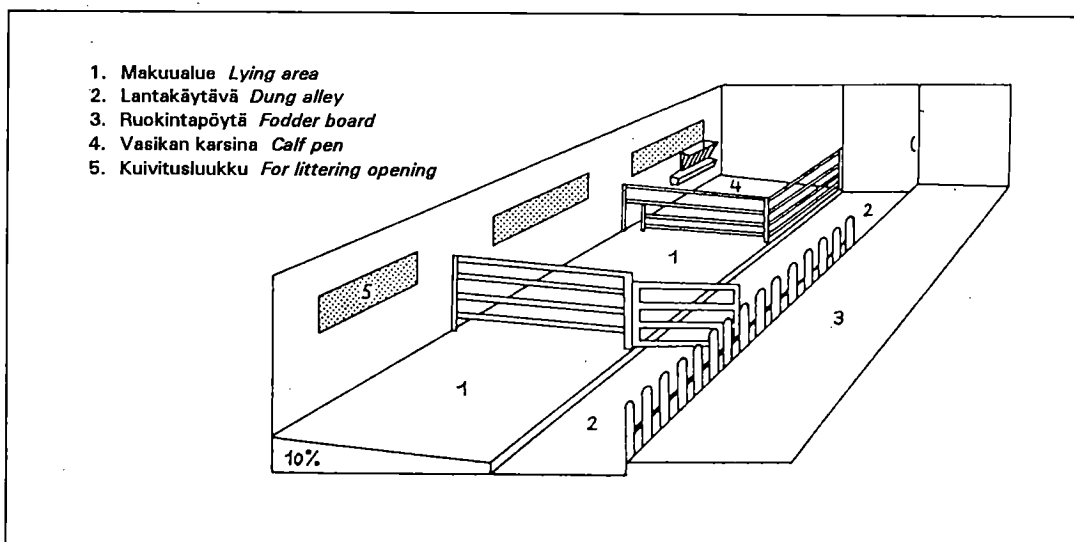


Kuva 27. Poikkileikkaus ja pohjapiirros kasvattamosta, jossa makuualue ja ruokintapaikka sijaitsevat erillään toisistaan (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 34).

Figure 27. Cross section and ground plan of a cubicle, where the lying area and the feed stance are apart from each other (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966, p. 34).

2.10.4. Vinokuivikepohja

Vinokuivikepohjaa käyttämällä voidaan kuivikkeiden kulutus pienentää pitkää olkea käytettäessä 3 - 5 kg:aan/eläin · pv ja edelleen 0,5 - 3 kg:aan/eläin · pv, jos kuivikkeena käytetään silppuolkea, olkijauhoa tai sahanpurua. Silppuoljen ja olkijauhon käyttöä voidaan jopa suositella vinokuivikelattian yhteydessä, koska niiden imukyky on noin kolminkertainen verrattuna pitkään olkeen. Vinokuivikepohjalle ei kerätä sisäruokintakauden aikana paksua kuivikepohjaa, vaan kuiviketta lisätään sitä mukaan kuin sitä kuluu. Kuivitetun osan lattia on kalteva, kuten kuvasta 28 voidaan todeta. Sen sopiva kaltevuus on 10 ° eli 17 % yli 3 metriä syvissä karsinoissa. Alle 3 metriä syvissä karsinoissa sopiva kaltevuus on 8 ° eli 14 %. Kuivikkeet lisätään päivittäin kaltevan lattian yläpäähän, josta ne eläinten jalkojen kuljettamana vähitellen siirtyvät kaltevan lattian alapäähän. Muutoin kuivikepohjaa ei saa käsitellä talikolla tai lapiolla.



Kuva 28. Esimerkkikuva emolehmillä tarkoitettu vinokuivikelattiasta (ZEEB 1989, s. 101).

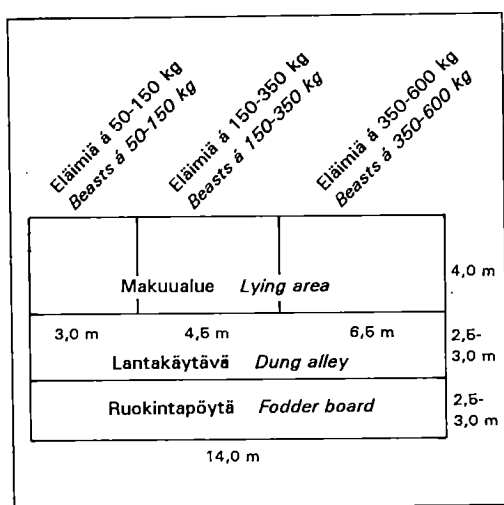
Figure 28. Example of slanting littered floor for suckler cows (ZEEB 1989, p. 101).

Kun kuivikepohja perustetaan, levitetään pohjalle 20 cm kuivikkeita. Tämän jälkeen lattialla olevat kuivikkeet kastellaan letkulla läpimäräksi. Kasteltujen kuivikkeiden päälle levitetään toinen 20 cm:n kerros kuivikkeita. Tämän jälkeen eläimet voidaan laskea karsinoihin. Kuivikkeiden kastelusta aiheutuva kiinteän lattian märkyys on vain eduksi, koska tällöin eläimet eivät makaa sillä. Jos kuivikemäärää vähennetään on parempi pienentää päivittäin lisättävää annosta kuin harventaa kuivitusväliä, sillä harvennettaessa kuivitusväliä kuivikekerros liikkuu nopeammin kiinteälle lattialle päin. (ZEEB 1989, s. 101 - 102.)

Kaltevan lattian alapäässä on noin 20 cm:n korkuinen pudotus kiinteälle lattialle, jotta kiinteälle lattialle kertynyt kuivikelanta ei vastustaisi kaltevalta kuivikepohjalta tulevan kuivikelannan liikkumista. (ZEEB 1989, s. 101 - 102.) Kiinteää lattiaa hoidetaan aivan kuten edellisissäkin tapauksissa. Tosin lannassa on enemmän kuivikkeita kuin edellisissä tapauksissa. KELLYn ja WEBSTERin (1989, s.11) mukaan kiinteä lattia oli puhdistettava kaksi kertaa päivässä, jotta eläimet olisivat pysyneet puhtaana, kun kuivikkeita käytettiin vain n. 100 - 150 g/eläin·pv. Kyseessä ei ole tällöin enää kuivikepohja, vaan pikemminkin kiinteä lattia, jolta virtsaa imeytetään kuivikkeeseen jonkin verran. Edellä mainitulla 0,5 - 3 kg/eläin·pv kuivikeannoksella tyhjennys kerran viikossa pitäisi riittää. Jos lanta kuljetetaan varastointipaikalle yleisperävaunulla ja jos kuorma puretaan peräpurkaimen kautta, on hyvät mahdollisuudet saada kuivikelanta heti palamaan patterissa. Ruokintapöydän taso säilyy vinokuivikelattialla eläinten seisoma-alustaan nähden samana kuten osakuivikelattiallakin (ZEEB 1989, s. 101). Vinokuivikelattia voidaan käyttää sekä lämmin- että kylmäkasvatuksessa. Lanta voidaan käsitellä joko lietteenä tai kuivikelantana riippuen kuivitusmäärästä. Jos kuivikkeita käytetään vain vähän, kannatta lattia eristää. (ZEEB 1989, s.101-102.)

Kiinteää lattiaa hoidetaan aivan kuten edellisissäkin tapauksissa. Tosin lannassa on enemmän kuivikkeita kuin edellisissä tapauksissa. KELLYn ja WEBSTERin (1989, s.11) mukaan kiinteä lattia oli puhdistettava kaksi kertaa päivässä, jotta eläimet olisivat pysyneet puhtaana, kun kuivikkeita käytettiin vain n. 100 - 150 g/eläin·pv. Kyseessä ei ole tällöin enää kuivikepohja, vaan pikemminkin kiinteä lattia, jolta virtsaa imeytetään kuivikkeeseen jonkin verran. Edellä mainitulla 0,5 - 3 kg/eläin·pv kuivikeannoksella tyhjennys kerran viikossa pitäisi riittää. Jos lanta kuljetetaan varastointipaikalle yleisperävaunulla ja jos kuorma puretaan peräpurkaimen kautta, on hyvät mahdollisuudet saada kuivikelanta heti palamaan patterissa. Ruokintapöydän taso säilyy vinokuivikelattialla eläinten seisoma-alustaan nähden samana kuten osakuivikelattiallakin (ZEEB 1989, s. 101).

Vinokuivikelattia voidaan käyttää sekä lämmin- että kylmäkasvatukseen. Lanta voidaan käsitellä joko lietteenä tai kuivikelantana riippuen kuivitusmäärästä. Jos kuivikkeita käytetään vain vähän, kannatta lattia eristää. (ZEEB 1989, s. 101 -102.) Erityisenä yksityiskohtana kuvassa 28 voidaan mainita vasikoiden lymyypaikka takakulmassa. Vasikoiden erikoisruokavaliosta voidaan huolehtia kuivitusluukun kautta, mutta varmasti ei olisi haitaksi, vaikka karsinoihin olisikin kulkuovi ulkoa. Eläimet sijoitetaan 8 -9 eläimen ryhmiin karsinoihin, ja tilantarve selviää taulukosta 38 ja kuvasta 29. Kuvassa 29 on jokaisessa ryhmässä 8 tai 9 eläintä.



Kuva 29.

Vinokuivikelattiakasvattamon mitoitus (ZEEB 1989, S. 103).

Figure 29.

Dimensioning of a cubicle with slanting littered floor (ZEEB 1989, p. 103).

Taulukko 38. Eläinten tilantarve vinokuivikelattialla (ZEEB 1989, s. 103).

Table 38. Area needed by the animals on slanting littered floors (ZEEB 1989, p. 103).

Painoluokka, kg Weight class, kg	Vinokuivikelattian pinta-ala, m ² /eläin Slanting littered floor area, m ² /beast	Kiinteän lattian pinta-ala, m ² /eläin Concrete floor, m ² /beast	Ruokintapöydän pinta-ala, m ² /eläin Fodder board area, m ² /beast	Tilantarve yhteensä, m ² /eläin Total need of area, m ² /beast
50 - 150	1,3 - 1,5	0,8 - 1,1	0,8 - 1,1	2,9 - 3,7
150 - 350	2,0 - 2,2	1,2 - 1,7	1,2 - 1,7	4,4 - 5,6
350 - 600	2,9 - 3,2	1,8 - 2,4	1,8 - 2,4	6,5 - 8,0

2.10.5. Makuuparsijärjestelmä

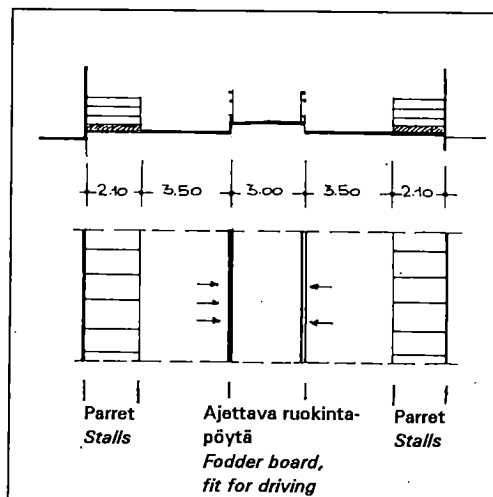
Kun eläimille tehdään makuuparret ja muu osa lattiasta on kiinteää, kuivikkeiden kulutus on vain 0,5 - 1,0 kg/GV päivässä, kuten kuvassa 30 (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 34). Myös ANTTILAn (1969, s. 27, 42) mukaan sahanpurua kuluu 2 - 3 litraa eli 1/2 kg eläintä ja päivää kohti. Makuuparret on puhdistettava ja kuivitettava uudelleen säännöllisesti, sillä muutoin niiden kuivikkeet sotkeentuvat, kastuvat ja maatuvat. Tämä aiheuttaa terveydellisen riskin eläimille. Vähäiselläkin kuivikemäärällä saadaan parsissa tapahtuva lämmönhukka riittävän pieneksi, jos parressa on kuivikkeen lisäksi myös jotain muuta eristystä. (BARNES 1985b.) Kiinteästä lattiasta vain osa kannattaa tehdä traktorilla puhdistettavaksi. Ruokintapöydän vieressä

oleva lattia voidaan loivasti kallistaa traktorilla tyhjennettävän kaltevan lattian ja makuuparsien välissä olevan lattian suuntaan. Näin saadaan ruokintapöydän viereen lattian osa, jolla ei tarvitse liikkua traktorilla. Tälle osalle voidaan rakentaa vasikoita varten kuivitettuja lymypaikkoja. Erikoisruokavalion järjestäminen ruokintapöydältä on silloin helppoa. Lymypaikkoihin on myös varsin hyvä näkyvyys ruokintapöydältä. Samalla niitä voidaan käyttää poi'ituskarsinoina.

Parsien ulkopuolelle jäävä lattia voi olla myös rakolattiaa, jolloin päivittäiseltä lannanpoistolta vältytään. Tällöin rakennuksen on kuitenkin oltava lämpöeristetty. Lämpötilan on oltava koko ajan vähintään +3 °C, jotta rakolattia toimisi (ANON. 1984, s. 5).

2.10.6. Viikoittain puhdistettava täyskuivikepohja

Karsinat on tyhjennettävä 1,5 viikon välein, jos kuivikkeena käytetään pelkkää turvetta, koska pelkkä turve kuivikepohjana ei kannata eläimiä, vaan ne uppoavat siihen lattiaa myöten. Eläimet aidataan vuoronperään karsinoiden päihin, kuivikelanta poistetaan ja lattia kuivitetaan uudelleen. Puhdistusten välillä kuiviketta lisätään tarpeen mukaan vaikka päivittäin. Tässä järjestelmässä menetetään palavan kuivikepohjan makaavia eläimiä lämmittävä vaikutus, mutta varsinkin kesäkasvatuksessa siitä ei ole haittaa. Turpeen sijasta voidaan käyttää myös



Kuva 30.

Poikkileikkaus ja pohjapiirros makuuparsilla ja rakolattialla varustetusta kasvattamosta (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966, s. 35).

Figure 30.

Cross section and ground plan of a cow-kennel equipped with slatted floor (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966, p. 35).

muita vastaavia kuivikkeita, kuten esimerkiksi kutterinlastua, joka on kesäkautena yleensä varsin edullista.

2.10.7. Kuivitusjärjestelmien vertailu

Jakamattomassa kuivikepohjakasvattamossa kuivikkeiden kulutuksen tulisi olla 3 650 - 4 380 kg GV-yksikköä kohti vuodessa siinä tapauksessa, että eläimet pidetään ympäri vuoden sisällä. Määrä on varsin kohtuuton, koska se käytännössä suomalaisissa olosuhteissa merkitsee lähes yhden hehtaarin olkisadon kulumista yhden emolehmän tai kahden lihotuseläimen kuivittamiseen. Viljarehun kulutus lihotuseläimen ruokinnassa on keskimäärin 3 kg/pv:ssä järkevällä dieetillä. Tämä merkitsee sitä, että yhden GV-yksikön ruokkimiseen mennee vuodessa noin 2 200 kg viljarehua. Jos kasvatus perustuu kotoiseen rehuun ja kuivitus kotoiseen kuivikkeeseen, olki- ja jyväsadon suhteen tulisi olla vähintään 1,8. Nykyaikaisilla ohralajikkeilla olkisadon ja jyväsadon suhde ei kuitenkaan ole näin suuri. Ohran keskisato Suomessa on noin 3 000 kg. GV-yksikön väkirehun tuottamiseen menee siten väkirehun osalta noin 0,7 ha pinta-ala. Kannattava naudanlihantuotanto edellyttää, että väkirehun osuus lihanautojen dieetistä on vain hieman yli puolet. Lihanauta saa tällöin säilörehusta noin 2,7 ry/pv. Korvausluvun ollessa 6,2 kg/ry merkitsee se noin 16,5 kg:n säilörehuannosta päivässä, mikä vuodessa on noin 6000 kg säilörehua eli yhtä GV-yksikköä kohti 12 000 kg. 15 000 kg:n hehtaarisadolla tämän tuottamiseen menee 0,8 hehtaaria. Yhteensä GV-yksikön rehujen tuottamiseen kuluu siten 1,5 hehtaaria ja yhden lihanaudan ruokkimiseen 0,75 hehtaaria. Jos olki- ja jyväsadon suhde on kuitenkin vain 1,5, kuivikkeita voidaan käyttää ainoastaan 9,0 kg/GV päivässä tai 4,5 kg/lihanautapaikka päivässä. Kokokuivikepohjan käyttäminen lihakarjankasvatuksessa edellyttää siten kuivikkeiden ostamista tilan ulkopuolelta, jotta nurmirehua olisi riittävästi saatavilla. Olkea ei kuitenkaan kannata hankkia, koska sen hankkimiseen kuluu paljon työaikaa, lisäksi seoskuivikkeeseen menekki on pienempi kuin pelkän oljen. Suuremman kuivitusmäärän takia myös itse kuivitukseen ja lannanpoistoon kuluu enemmän työaikaa. Puuttuva osa on taloudellisestikin järkevää korvata turpeella. Kuivikkeiden käsittelyyn liittyvän suuren työnmenekin takia kuivikkeita tulisi käyttää säästeliäästi, mikä onnistuu tehokkaimmin käyttämällä makuuparsia ja ruokintapaikalla kiinteää tai rakolat-tiaa.

2.11. Koneellinen lannanpoisto

Turnbullin (Ref. KAMMEL ym. 1982, s. 66) mukaan lannan poisto ei onnistu enää yli -18 °C pakkasilla raapan avulla eristämättömissä rakennuksissa, vaan lannanpoisto on suoritettava traktorilla. Lantakoneen ei tarvitse puhdistaa koko kiinteän lattian leveyttä, jos puhdistuvan alueen ulkopuolelle jäävät reunat on

kallistettu hieman lantakoneellista osaa kohti. Ulkopuolelle jäävät reunat voivat olla ainakin 160 cm leveitä. Niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi siten, että niille rakennetaan poikimiskarsinoita tai lymypaikkoja vasikoille.

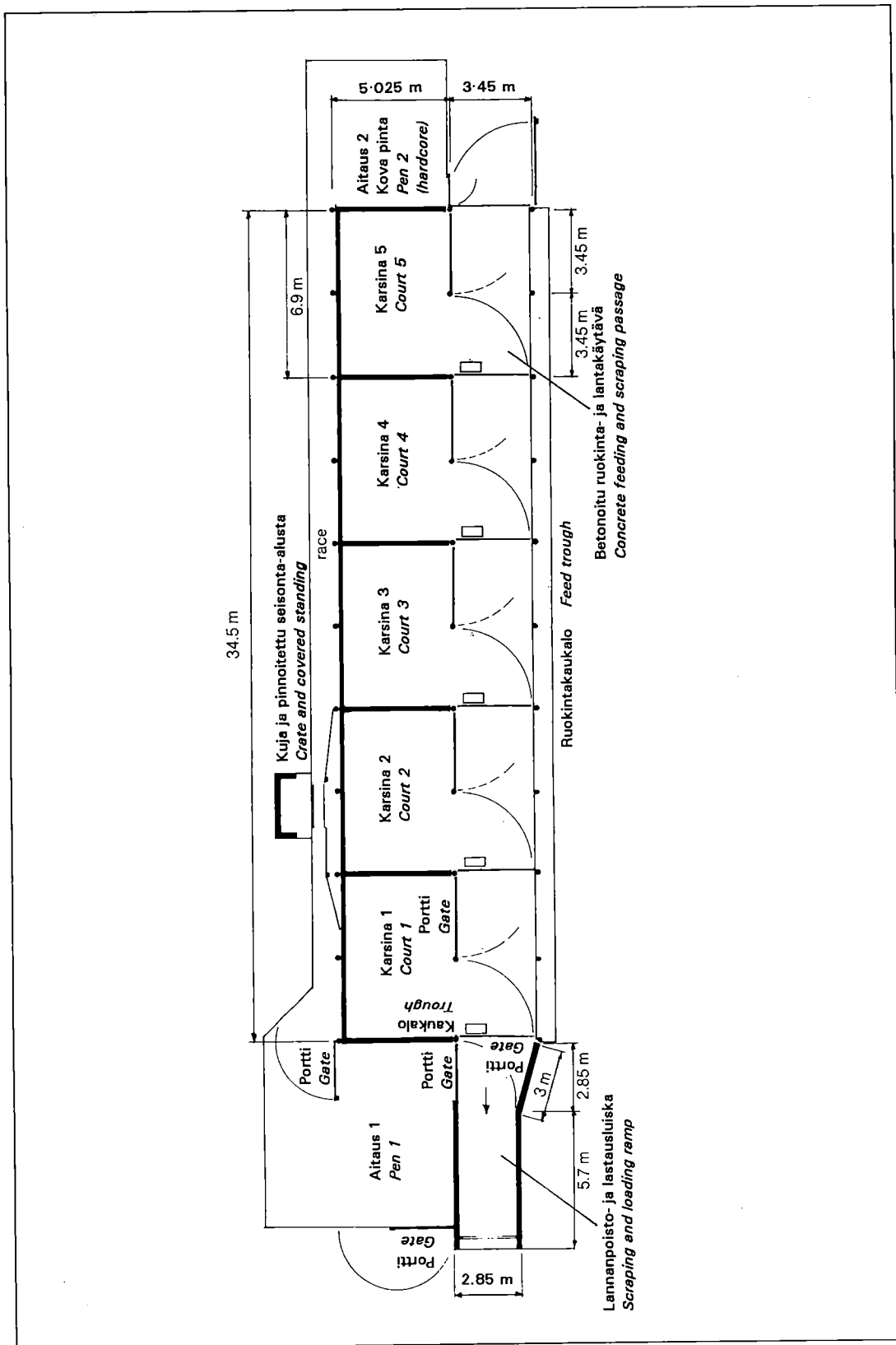
2.12. Eläinten painon seuranta

Lihanaudoille on tyypillistä, että jokainen yksilö kasvaa tietyllä nopeudella yksilölliseen rajaan saakka, minkä jälkeen kasvu lakkaa. Koska rehukustannus on naudanlihantuotannossa merkittävä kustannuserä ja toisaalta tuotantopalkkio maksetaan tietyt teuraspainorajat ylittävistä ruhoista, on eläinten painonkehityksen seuraaminen tärkeää saadun taloudellisen tuloksen kannalta. TURKIN (1990, s. 21) mukaan naudat kannattaa kasvattaa juuri niin kookkaiksi, että niistä saadaan viimeinen kunkin eläimen kasvutaipumuksiin sopeutettu tuotantopalkkio, ja suuriin teuraspainoihin kannattaa kasvattaa vain nopeakasvuisimmat eläimet. Eläinten painon tarkkailu auttaisi tuotantopalkkion ylittävän teuraspainon varmistamisessa (TURKKI 1990, s. 21). On ehkä järkevää punnita eläimet jokaisen ruokinta-automaatilla käynnin yhteydessä. Punnitus ei tällöin lisää työtä, koska eläimet käyvät ainakin kerran päivässä automaatilla oma-aloitteisesti ja samassa yhteydessä ruokinta-automaatti muutoinkin tunnistaa eläimen. Järjestelmä vaatii ainoastaan punnitusanturin ja pieniä muutoksia ruokinta-automaatin tietokoneen ohjelmaan.

Kun eläimet punnitaan tavallisella vaa'alla, vaa'alle johtavan käytävän on oltava noin 80 cm leveä, jotta eläimet eivät pääsisi siinä kääntymään. Ennen vaakaa olevan käytävän tulee olla niin pitkä, että siihen mahtuu kerralla koko eläinryhmä. (PUNTILA ym. 1985 s. 43.)

2.13. Peruspohjaratkaisut kylmäkasvattamoissa

Rakentaminen on kallista ja siksi vain välttämättömät toiminnot sijoitetaan katon alle. Kylmäkasvattamon on oltava toimiva ja eläintiheyden riittävä. Toiminnot on sijoitettava siten, että työt voidaan tehdä nopeasti ja turvallisesti tuotannon siitä kärsimättä. Keskeinen asia rakennuskustannusten pienentämisessä on rungon leveyden kaventaminen. Kuvassa 31 on esitetty eräs englantilainen ratkaisu, jossa runkoleveys on pienempi kuin vastaavissa suomalaisissa ja ruotsalaisissa ratkaisuissa. Tämä on toteutettu tekemällä karsinoiden kuivitet-tavan osan syvyys suhteellisen pieneksi, ja vastaavasti leveys suureksi. Samalla on lannanpoisto rationalisoitu siten, että lanta työnnetään suoraan perälevyllä perävaunuun ilman, että tarvitaan kuormajaa. Ruokintapöytä on sijoitettu lipan alle etelää kohti, jolloin ruokintapöydän leveys on vain rehun tarvitsema. Eläinten punnitusta ja tarkastusta varten on rakennettu kuja niin ikään lipan alle, mutta toiselle puolelle rakennusta. Kujan seinät ja rakennuksen muutkin seinät voidaan sulkea paikallisten sääolosuhteiden vaatimusten mukaisesti. Yhden karsi-



Kuva 31. Toiminnallisesti tehokkaan osakuivikepohjäkylmäkasvattamon pohjapiirros (CLARKE 1985, s. 5).

Figure 31. Ground plan of a functional open-fronted littered pole barn (CLARKE 1985, p. 5).

sinan eläinten punnitsemista varten toisen karsinan eläimiä ei tarvitse edes teljetä kuivitetulle lattialle, kun takaseinään tehdään ovet eläinten kulkua varten. Samoin tilalta lähtevien eläinten lastaus käy kätevästi toisten karsinoiden eläimiä häiritsemättä. Takaseinän kautta voidaan myös järjestää ulkoilumahdollisuus vaikkapa karsinoittain tekemällä kunkin karsinan kohdalle ulkoaitaukset pohjalaattoineen, tekemällä punnituskajaan portit ovien kohdalle ja sulkemalla pääsy sivulle päin kujaan. Jopa suora vapaa kulku laitumelle on mahdollista järjestää.

Leveän karsinan kiinteän lattian vastainen aita pidetään yleensä toiselta reunalta suljettuna, jolloin tämä kohta karsinaa rauhoittuu eläinten makuualueeksi, koska eläimet pääsevät kulkemaan kiinteälle lattialle vain karsinan toisesta reunasta. Kuivitettu alue voidaan kuivittaa kiinteältä lattialta sen viikottaisen puhdistuksen yhteydessä. Jos kuivitetaan päivittäin, se voidaan tehdä punnituskujalta. Muutoinkin karsinoiden tarkastuskäynnit ovat tällöin helpompia. Toinen mahdollisuus on, että kuivitetaan ruokintapöydän aidassa joka karsinan kohdalla olevan avattavan kohdan kautta. Punnituskäytävän seinää vasten voidaan tehdä myös vasikoiden lymypaikat. Tarkastuskäynnit ja vasikoiden erikoisruokavalios- ta huolehtiminen on tällöin helppoa punnituskujan kulkuoven kautta. Tarkastuskäynnit voidaan tehdä myös ruokintapöydän avattavien kohtien kautta, mutta tällöin vasikoiden lymypaikkoihin on pidempi matka.

Kiinteä lattia on varsin kapea kuivitetun osan tyhjentämiseksi etukuormaimella. Sitä varten myös tällä kohdalla tulee päädyissä olla ovet. Kuivitettavaa osaa joudutaan tyhjentämään talvella, jos sen kohdalla ei ole syvennystä. Tämä saattaa siis olla hankalaa tehdä etukuormaimella kiinteän osan kapeuden takia. Toisaalta karsinat ovat leveämpiä kuin suomalaiset karsinat yleensä. Kiinteää lattiaa voidaan jonkin verran leventää suhteessa karsinoiden leveyteen, jos ruokintapöydän aidan viereen tehdään suhteellisen leveä kynnyks. Tätä ei tarvitse erikseen puhdistaa, mutta se antaa jonkin verran enemmän tilaa traktorin liikkeille. Kynnyksen ja karsinoiden väliaitojen välinen kohta on myös varsin hyvä paikka vesikupille.

Talvikauden tyhjennys voidaan kuitenkin välttää rakentamalla syvennys. Lantapatterin pinta nousee 5 - 7 mm vuorokaudessa käyttämällä riittävää kuivitusta ja järkevää kuivikeseosta. Pinnan nousun ollessa 5 mm/vrk syvennyksen pitää olla noin 70 cm, jotta kahdeksan kuukauden sisäruokintakausi voidaan saavuttaa, koska kuivitetun osan pinta voi olla noin 50 cm kiinteää lattiaa korkeammalla. Kuivitetun osan lattiat on syytä eristää, jotta palavasta kuivikkeesta tuleva lämpö ei karkaisi ympäristöön. Ennen kuivitetulle osalle viettävää pintaa kannattaa kiinteän lattian reunaan tehdä kynnyks, joka estää turhan lantaveden valumisen kuivitetulle osalle. Samalla se selkeyttää kiinteän osan viikoittaisia puhdistustoimenpiteitä traktorityökoneilla. Kuivitetun osan

päihin tehdään luiskat sen tyhjentämistä varten. Sadevesien valuminen tätä kautta kuivikkeeseen tulee estää. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi siten, että rakennusta jatketaan viimeisten karsinoiden ohi sen verran, että luiska jää rakennuksen sisäpuolelle. Luiska voidaan aloittaa jo ensimmäisen karsinan puolelta. Kun luiska peitetään sopivalla kannella, sitä voidaan käyttää väliaikoina varastona.

Varaamalla riittävästi tilaa rakennusta voidaan jatkaa ainakin toisesta päästä. Tämän mahdollistamiseksi apurakennukset, kuten rehuvarasto ja lantala tulee sijoittaa sivuun runkolinjasta. Rakennuksen muuttaminen esimerkiksi konehalliksi on mahdollista täyttämällä syvennys ja tekemällä ovet helposti purettavaan sivuseinään. Pituussuunnassa rakennusta voidaan käyttää konehallina muutenkin myös tuotannon jatkuessa, esimerkiksi eläinten ollessa laitumella. Rakennus voidaan myöhemmin muuttaa myös lypsylehmien kylmäkasvatukseen.

3. JATKOTUTKIMUSTARPEET

Tähän tutkimusprojektiin liittyen on jo aloitettu tutkimus kuivikepohjien kehittämiseksi. Näin ollen asia on tältä osin järjestyksessä. Lyhyesti kuitenkin todettakoon, että kuivikepohjien kehittämisessä on syytä pyrkiä siihen, että emolehmien talvehtimisolosuhteet paranisivat lämpimämmän kuivikepohjan kautta ja kuivikkeiden kulutus saataisiin pysymään kohtuullisena kuivituskulujen säästämiseksi, mutta myös, jotta kuivikepohjaa ei tarvitsisi talven aikana tyhjentää. Syytä olisi myös kiinnittää huomiota kuivikepohjan jälkikäyttömahdollisuuksien parantamiseen, kuten esimerkiksi kompostoitumisasteen nostamiseen ja ravinteiden parempaan talteenottoon sekä tuoreen lannan välivarastointiin talven aikana.

Näyttäisi myös siltä, että erityisesti kylmäkasvattamoihin soveltuva luonnollinen ilmanvaihto vaatisi kokeellista jatkoselvitystä. Avoimen hallin tyyppiset ilmanvaihtotilanteet eivät ole tuttuja edes vanhan polven suunnittelijoille. Erityisesti soveltuvien säätöjärjestelmien ja ilmanvaihtoaukkojen kehittäminen olisi tarpeellista.

Edellisten aiheiden lisäksi olisi tarpeellista selvittää automaattisen eläinten tunnistusjärjestelmän, yksilöllisen väkirehuannostuksen sekä painonseurantajärjestelmien yhteennivomista. Tämä olisi tarpeellista eläinaineksen paremman hyväksikäytön kannalta ja toisaalta parempien tarkkailu- ja jalostusarvotietojen saamiseksi ja näiden tietojen tehokkaaksi hyödyntämiseksi.

Todettakoon vielä, että nämä edellä esitetyt tutkimusaiheet eivät koske ainoastaan itseuudistuvan naudanlihantuotannon tehostamista, vaan ne ovat lähes suoraan sovellettavissa siirrettäessä maidontuotantoa tapahtuvaksi halvemmissä rakennuksissa eli kylmäkasvattamoissa.

4. TIIVISTELMÄ

Lihanautoja voidaan kasvattaa joko lämpimissä tai kylmissä rakennuksissa. Lämpimissä rakennuksissa tapahtuva kasvatusta perustuu pääasiassa välitysvasikoihin ja maidontuotannon sivutuotteena syntyviin sonnivasikoihin. Mikään ei kuitenkaan estä kasvattamista myös emolehmävasikoita lämpimässä rakennuksessa. Tämä tulee taloudellisesti mielekkäällä tavalla kyseeseen silloin, kun tilalla on entuudestaan esimerkiksi aiemmin harjoitetun välitysvasikoihin perustuvan lihantuotannon takia lämminkasvattamo. Tavallisin rakennustyyppi emolehmävasikoiden jatkokasvatuksessa on kylmäkasvattamo, jonka rakennuskustannukset ovat lämminkasvattamoa pienemmät ja jossa tuotanto integroituu paremmin varsinaiseen vasikoiden tuotantoon molempien tapahtuessa samoissa tiloissa. Kasvattamoa voidaan tällöin käyttää joustavasti vasikkatuotannon ja jatkokasvatuksen tarpeisiin. Tämä on tarpeellista, koska emolehmävasikoihin perustuva tuotanto on tyypillisesti eräkasvatusta, jolloin jatkokasvatuserän tilan tarve vaihtelee eri vuodenaikoina.

Emolehmävasikat pyritään saamaan syntyviksi helmi-toukokuulla jonkin verran tilan maantieteellisestä sijainnista riippuen, kuitenkin niin, että poikimiskausi olisi enintään kahden kuukauden mittainen. Tilantarve onkin juuri poikimiskaudella suurin, koska edellisvuotiset lihaksi kasvatettavat sekä sonnietä lehmävasikat ovat edelleen kaikki kasvattamossa samalla kun emojen tilantarve lisääntyy vasikoiden syntymän ja kasvun myötä. Emo vasikoineen tarvitsee kaikenkaikkiaan karsinatilaa 8 - 10 m². Hiehoille ja sonneille riittää 5 - 7 m². Emopaikkaa varten tarvitaan normaalissa itseuudistuvassa karjassa siten 11 - 17 m² karsinatilaa. Tilanpuute helpottaa vasta toukokuulla, kun emot vasikoineen viedään laitumelle. Edelleen tilan tarve pienenee kesäkuussa, kun teuraaksi kasvatetut hiehot teurastetaan. Kesällä kasvattamossa oleilevat vain jatkokasvatuksessa olevat sonnit. Sonnit viedään teurastamoon syyskuulla. Kasvattamo ei ehdi kuitenkaan olla montakaan päivää tyhjillään, kun emot ja uudet nyt noin 250 kg painavat vasikat otetaan kasvattamoon sisään. Vasikat vieroitetaan tässä vaiheessa ja emot ja vasikat sijoitetaan omiin karsinoihinsa siten, että emot jaetaan poikimiskertojensa ja kuntensa perusteella noin kolmeen ryhmään ja vasikat jaetaan ainakin sukupuolensa mukaan omiin ryhmiinsä.

Kylmäkasvattamossa tarvittavat tilat voidaan jakaa kolmeen ryhmään: varsinaiset eläintilat, muut eläintilat ja aputilat. Varsinaisiin eläintiloihin kuuluu aina karsinat. Karsinoita on yleisesti käytössä vain kahta tyyppiä, nimittäin täys- ja osakuivikepohjakarsina. Harvinaisempi ratkaisu on makuuparsikasvattamo, joka toiminnallisesti vastaa lähinnä osakuivikepohjaratkaisu, koska myös siinä on kiinteä lattia. Karsina-aitojen korkeuden tulee olla 140 - 150 cm kuivikepinnan yläpuolella varsinkin sonnien karsinoissa. Sopiva ryhmäkokoo on 5 - 7 emoa tai 5 sonnia. Kasvattamossa on hyvä olla erillinen sairas- ja poiki-

miskarsina aina 20 emoa kohti. Aivan välttämätön se ei kuitenkaan ole. Tarkoitusta varten voidaan varsinaisista karsinoista väliaidoilla erottaa sopiva alue. Vasikoita varten on hyvä tehdä lymykarsina kuhunkin emokarsinaan. Sen paras paikka olisi ruokintapöydän vieressä, koska silloin vasikoiden erikoisruokavaliosta huolehtiminen on helppoa. Varsin kätevästi se voidaan kuitenkin sijoittaa myös kuivikepohjalle. Tällöin ruokintapöydän aidassa olevasta kulkuovesta on erityistä hyötyä.

Karsinan lisäksi tarvitaan aina myös ruokintapöytä ja -aita. Tämä voidaan korvata pelkällä kaukalolla emolehmien karsinoissa, jos kasvavien säilörehuruokinta järjestetään esimerkiksi ruokintahäkin avulla. Pyöreä ruokintahäkki on erityisen kätevä pyöröpaalattujen rehujen syötössä. Siihen voidaan sijoittaa jopa usean päivän rehut ilman, että ne pilaantuvat tai eläimet haaskaavat niitä maahan. Emojen karsinoissa ruokinta-aukkojen tulee olla alhaalta kapenevat, jotta vasikat eivät karkaisi. Kasvaville riittää vinoaita, tolppa-aita tai jopa niskapuomi. Kasvattamossa kannattaa kuitenkin pyrkiä yhtenäiseen rakenteeseen karsinoiden käytön joustavuuden säilyttämiseksi. Sen tähden aukkojen tulisi olla myös säädettäviä.

Ruokintapöytä tarvitsee yleensä tuekseen ruokintakäytävän. Ruokintapöytä voi kuitenkin sijaita rakennuksen rungon ulkopuolella katoksen alla tai jopa kokonaan erillään. Tällöin ruokintakäytävä on useasti taivasalla ja maapohjainen. Painava säilörehu voidaan tällöin jakaa kätevästi traktorilla, vaikka rakennus olisikin matala. Samoin voidaan jakaa kaikki suurpaaleihin pakatut rehut.

Kun ruokintapöydän aitaan tehdään kulkuovet voidaan myös karsinoiden kuivitus suorittaa tältä käytävältä. Joskus kuivituskäytävä tehdään erikseen ruokintapöydän vastaiselle seinustalle. Tämä lisää kuitenkin rakennuksen runkoleveyttä ja kustannuksia.

Varsinaiseen eläintilaan kuuluu olennaisena osan lämmitetyt vesikupit ja vaaka. Vesikuppi on parasta sijoittaa karsinoiden väliaidan kohdalle ruokintapöydän vieressä olevalle kynnykselle. Vesikuppeja tarvitaan yksi 15 eläintä kohden.

Eläinten käsittelytilat järjestetään yleensä tavallisella lihantuotantoon erikoistuneella emolehmätilalla tekemällä vaa'asta, karsinoiden aidoista ja karsinoista tarvittavat käsittelypaikat, kujat ja aitaukset. Varsinkin kuivituskäytävä soveltuu tähän tarkoitukseen hyvin. Jos tilalta myydään merkittävässä määrin jalostuseläimiä, tulevat paremmat eläinten käsittelytilat tarpeellisiksi. Niistä on paljon hyötyä myös pääasiassa teuraseläimiä myyville tiloille.

Emolehmät hyödyntävät jaloittelualuetta varsin vähän, lähinnä ruokinta-aikojen jälkeen. Tällöin ne viettävät siellä aikaansa noin tunnin verran. Lämminkasvattamossa emot hyödyntäisivät jaloittelualuetta merkittävästi enemmän. Kylmäkasvattamossa karsina voitaneen katsoa riittäväksi jaloittelualueeksi.

Muihin eläintiloihin kuuluva sääkatos on Suomessa harvoin käytetty. Se on kuitenkin hyvä olla olemassa, jos eläimet eivät pääse rakennuksen tai esimerkiksi puiden alle suojaan kovalla helteellä tai sateella. Se pienentää merkittävästi lämpöstressiä helteellä. Sopiva pinta-ala on 3,7 - 4,6 m²/eläin. Katoksen tulisi olla suhteellisen korkea. Vajaa 4 metriä on sopiva korkeus. Katon värin tulisi lisäksi olla vaalea.

Kun on kyse osakuivikelattiallisesta kylmäkasvattamosta, on erillinen lantala tarpeen. Kiinteältä lattian osalta poistetaan lanta noin kerran viikossa. Se ei ole palanutta, ja sen seassa on hyvin vähän kuivikkeita. Sen tähden siitä aiheutuu helposti valumia ympäristöön, jos se ajetaan suoraan peltoon sään armoille. Palaneen kuivikepohjan suhteen tällainen menettely on mahdollista, mutta kiinteältä lattialta poistetulle lannalle on varattava katettu lantala, jossa valumat ympäristöön on estetty myös riittävän korkein reuna-aidoin. Koska tässä lannassa ei ole juurikaan kuivikkeita, seinämien on oltava lähes yhtä korkeat kuin aiottu lantapatterin korkeus. Kiinteälle lattialle kertyy noin 40 % eläinten lannasta ja virtsasta. Emopaikkaa kohti tarvitaan emojen jälkeläiset mukaan lukien normaalissa itseuudistuvassa tuotannossa 3,7 - 5,0 m³ varastotilaa kiinteää lantaa varten vuoden tarpeisiin. Rehuvarastoina kannattaa ensisijaisesti käyttää vanhoja soveliaita rakennuksia, kuten latoja. Varaston ei välttämättä tarvitse olla aivan vieressä. Varastossa ei välttämättä tarvitse olla seiniä, joten katos on aivan riittävä. Rehuja voidaan säilyttää peitettynä taivasallakin, mutta silloin peitteet vaikeuttavat työskentelyä. Kova auringonpaiste saattaa kuitenkin heikentää varsinkin pyöröpaalatun säilörehun laatua. Rehuvarasto kannattaa uutta rakennettaessa tehdä samaan tasoon kasvattamon kanssa.

Väkirehua varten tarvitaan kasvattamoon noin viikon käteisvarasto. Muuten sekoitus, jauhatus ja varastointi voidaan järjestää viljankuivaamoon. Kasvatvat syövät väkirehua noin 3 - 4 kg/eläin·pv. Emoja varten väkirehua ei tarvita. Lihanaudoille syötettävän viljan kuivaus on kuitenkin turhaa. Happokäsittely tai säilövilja tulisivat edullisemmaksi. Yleensäkin väkirehuketjun järjestämiseen tulisi emolehmätiloilla kiinnittää enemmän huomioita, koska käytännön tiloilla se näytti pääsääntöisesti olevan järjestetty varsin tilapäisluonteisesti.

Kuivikeolki varastoidaan kuten korsirehu. Turve on syytä varastoida katon alla, sillä peitteiden käsittely on hankalaa.

Kuivikepohjan pinta-ala on osakuivikeratkaisussa 4 - 5 m²/emo, vasikan kanssa 1 m² enemmän. Sonnit ja hiehot tarvitsevat 3 - 4 m²/eläin. Täyskuivikepohjalla emon tarvitsema makuualue on 7 - 8 m² ilman vasikkaa ja 8 - 10 m² vasikan kanssa. Sonni ja hieho tarvitsee täyskuivikepohjalla alaa 5 - 7 m². Täyskuivikepohjalla kuivikkeiden kulutus on suurempi (7 - 12 kg/eläin·pv) kuin osakuivikepohjalla (4 - 7 kg/eläin·pv). Kuivikepinnan nousu tulisi pitää kurissa. Parhaiten se onnistuu käyttämällä runsaasti turvetta kuivikeseoksessa. Ammo-

niakin sitomiseksi sitä tulisi olla kuivikeseoksessa vähintään 4 kg/eläin·pv. Mitä happamampaa turve on, sen parempi. Lisäksi se voisi olla tavallista parsien kuivitukseen tarkoitettua turvetta kuivempaa. Yksinään turve ei käy kuivikepohjan kuivikkeeksi, koska silloin siinä ei ole tarpeeksi kantavuutta. Oljen imukykyä voidaan parantaa silppuamisella, mutta se ei pienennä kuivikepinnan nousua. Sen sijaan käsiteltävyys paranee merkittävästi. Tasaisen toiminnan saavuttamiseksi kuivikeannos pitäisi jakaa päivittäin. Hyvän kuivikeseosvalinnan avulla sisäruokintakauden kuivikepinnan nousu jää alle metrin. Tällöin voidaan selvittää ilman välityhjennystä, jos kuivikepohjaan on tehty noin 40 cm:n syvennys.

Käytännön kasvattamoiden yleisimmät puutteet ovat kunnollisen väkirehuketjun puuttuminen ja valolevyjen käytön vähäisyys katossa. Päivävalaistuksen tulisi olla 75 lx. Tähän tarvitaan 2,3 - 4,5 W/m² loistelampputehoa. Ilmanvaihto oli usein rakennettu sattumanvaraisesti. Hallimaiseen kylmäkasvattoon soveltuu parhaiten painovoimainen ilmanvaihto. Avokasvatossa ei ilmanvaihtoa tarvitse yleensä rakentaa erikseen. Poistoaukko sijaitsee harjalla ja nyrkkisääntönä voidaan pitää, että aukon leveys on vähintään 20 cm mutta muutoin 5 cm rakennuksen leveyden 3 metriä kohden. Korvausilma-aukkojen tulee olla korkeintaan poistoaukon suuruisia vedon välttämiseksi. Aukot voivat olla kiinteät, koska kesäilmanvaihtoa voidaan tehostaa avaamalla ovia.

5. SAMMANFATTNING

Produktionsmetoder och produktionsbyggnader för köttboskap

Köttboskap kan uppfödvas antingen i varma eller i kalla byggnader. Uppfödning i varma byggnader baserar sig i huvudsak på förmedlingskalvar och på tjurkalvar som erhålls som biprodukt i mjölkproduktion. Ingenting hindrar dock att man föder upp också dikokalvar i varma byggnader. Detta kan vara ekonomiskt motiverat när man från tidigare har ett varmt djurstall på gården, t.ex. på grund av att man tidigare fött upp förmedlingskalvar. För uppfödning av dikokalvar efter avvänjning till slakt används i huvudsak kalla byggnader. Huvudorsaken till detta är lägre byggnadskostnader jämfört med varma byggnader och att uppfödningen efter avvänjningen då lättare kan integreras med den egentliga kalvproduktionen när de bägge sker i samma utrymmen. Byggnaden kan då användas flexibelt både för kalvproduktion och uppfödning efter avvänjning. Detta är nödvändigt emedan det typiska för köttproduktion baserad på dikokalvar är att den sker satsvis, varvid utrymmesbehovet för satsen med avvänjda djur varierar beroende på årstiden.

Man strävar efter att få dikorna att kalva under perioden februari - maj något beroende på gårdens geografiska läge, men dock så, att kalvningsperioden blir högst två månader lång. Utrymmesbehovet är störst just under kalvningsperio-

den, för fjolårskalvarna, både tjur- och kvigkalvarna, befinner sig fortfarande i byggnaden samtidigt som dikornas utrymmesbehov ökar till följd av de nya kalvarnas ankomst och tillväxt. Dikon med sina kalvar behöver allt som allt 8 - 10 m² kättutrymme. För kvigor och tjurar räcker 5 - 7 m². I en normal självrekryterande besättning behövs sålunda 11 - 17 m² kättutrymme per dikoplats. Utrymmesbehovet lättar först i maj, när dikorna och kalvarna förs på bete. Utrymmesbehovet minskar ytterligare i juni, då fjolårets kokalvar förs till slakt. På sommaren vistas bara fjolårets tjurkalvar i byggnaden, tills de förs till slakt i september. Byggnaden hinner därefter inte stå tom många dagar, innan dikorna med årets kalvar, nu ca 250 kg tunga, tas in. Korna och kalvarna avväns i detta skede och placeras i skilda kättar sålunda, att korna delas i ca tre grupper enligt antal kalvningar och kondition och kalvarna delas i grupper åtminstone enligt könet.

Utrymmena som behövs i en kall uppfödningbyggnad kan delas i tre kategorier: egentliga djurutrymmen, övriga djurutrymmen och kompletterande utrymmen. Kompletterande utrymmen är t.ex. foderlager och gödselstad. Kättar räknas alltid till de egentliga djurutrymmena. Av kättar finns bara två typer i allmänt bruk, nämligen kättar med hel- och delströbädd. I det förra fallet består hela kätten av ströbädd. I det senare fallet har ätplatsen fast golv, oftast av betong, och resten av kätten är ströbädd. Med fast golv avses här att det är ett slätt golv, inte spaltgolv. En sällsyntare lösning är uppfödningbyggnad med liggbås, som funktionellt sett närmast motsvarar delströbädd, eftersom man också i liggbåslösningen har fast golv. Höjden på kättarnas väggar bör vara 140 - 150 cm över ströbädden, i synnerhet för tjurar. Lagom gruppstorlek är 5 - 7 dikor eller 5 tjurar. Det är bra om byggnaden har en sjuk- och kalvningskätte per 20 kor. Absolut nödvändig är den dock inte, för också i en vanlig kätte kan man med mellanstängsel dela av ett lagom område som fyller samma funktion. För kalvarna är det bra att göra en kalvgömman i varje kokätte. Kalvgömman är en avgränsning med t.ex. stänger sådan att bara kalvarna och inte de större djuren kan passera den, så att kalvarna kan söka skydd för de större djuren bakom den. Bästa platsen för denna är intill foderbordet, för då är det bekvämt att sörja för kalvarnas specialdiet. Den kan dock också väl placeras på ströbädden, och i så fall är en grind i foderbordsstängslet praktisk att ha.

Förutom kättar behövs också foderbord med stängsel. Foderbordet kan ersättas med en ho i kokättarna om ensilageutfodringen till de växande djuren ordnas t.ex. med en foderhäck. En rund foderhäck är speciellt behändig vid utfodring av rundbalar. I en sådan kan man placera t.o.m. flera dagars foderbehov utan att det förstörs eller att djuren spiller det på marken. I kokättarna bör utfodringsstängslets öppningar vara avsmalnande nertill, för att inte småkalvarna skall rymma. För de större kalvarna räcker ett stängsel med snedställda plankor eller

järn, ett stolpstängsel eller t.o.m. en nackbom. Det lönar sig dock att sträva efter en enhetlig lösning för hela byggnadens stängsel, för att man skall bevara flexibiliteten i utnyttjandet av kättarna. Därför borde stängselöppningarna också vara ställbara.

Foderbordet behöver i allmänhet som komplement en fodergång, längs vilken man kan köra med utfodringsekipage. Foderbordet kan även befinna sig på utsidan av byggnadens stomme under tak eller t.o.m. helt fristående från byggnaden, varvid fodergången ofta är under bar himmel och dess golv utgörs av marken. Tungt ensilage kan då behändigt utfodras med traktor även om byggnaden är låg. Likadant kan göras med allt foder förpackat i storbalar. När man gör grindar i foderbordsstängslet kan kättarna också beströs från denna gång. Ibland byggs en skild gång på motsatta sidan om kättarna sett från foderbordet för beströningen av kättarna. Detta ökar emellertid bredden på byggnadsstommen och ökar kostnaderna.

Viktiga inredningskomponenter i de egentliga djurutrymmena är uppvärmda vattenkoppar och en våg. Vattenkopparna är bäst att placera vid stängslena mellan kättarna, på en upphöjning intill foderbordet. Det behövs en vattenkopp per 15 djur.

Behandlingsplats för djuren arrangeras på en vanlig dikogård i allmänhet med hjälp av våg och kättarnas stängslen, på gångar och i befintliga inhägnader. Speciellt väl lämpar sig gången avsedd för beströning av kättarna för detta. Om gården i betydande mängd säljer avelsdjur blir det nödvändigt med bättre behandlingsutrymmen. Dessa har man mycket nytta av även på gårdar som säljer huvudsakligen slaktdjur.

Dikorna utnyttjar en utomhusrastfälla väldigt litet, närmast efter utfodringarna och då under ca tre timmars tid. I en varm uppfödningbyggnad torde dikorna utnyttja rastfällan betydligt mer. I en kall byggnad torde kätten kunna anses vara tillräcklig som rastområde.

Till övriga djurutrymmen kan räknas ett från byggnaden fristående regn- och soltak, vilket dock förekommer sällan i Finland. Det är emellertid bra att ha om djuren inte kan ta sig i skydd in i byggnaden eller t.ex. under träd i stark hetta eller i regn. Taket minskar värmestressen betydligt i hetta. Lagom takstorlek är 3,7 - 4,6 m²/djur. Taket bör vara relativt högt, knappt 4 m är lagom höjd. Dessutom bör takfärgen vara ljus.

I kalla uppfödningbyggnader med delströbädd är det nödvändigt med en skild gödselstad. Från den fasta delen av golvet avlägsnas gödseln ca en gång per vecka. Den är obrunnen och innehåller mycket litet strö. Den förorenar därför lätt miljön genom avrinning till omgivningen, om den direkt sprids eller lagras i stackar på åkern och därmed utsätts för vädret. Brunnen ströbädd kan spridas direkt på åkern, men för gödseln från den fasta delen av golvet bör man ha en

täckt gödselstad, där avrinning till omgivningen förhindrats med tillräckligt höga kantväggar. Eftersom denna gödsel nästan saknar strö måste kantväggarna vara nästan lika höga som gödselhögen kommer att bli. På den fasta golvdelen kommer ca 40 % av djurens gödsel och urin. För ett års lagring behövs i normal självrekryterande produktion 3,7 - 5,0 m³ gödsellager per koplats med kalvarna medräknade.

Som foderlager lönar det sig att i första hand använda lämpliga gamla byggnader, såsom lador. Lagret behöver inte nödvändigtvis vara alldeles nära. Det behöver heller inte nödvändigtvis ha väggar, utan ett tak är tillräckligt. Fodren kan också lagras under bar himmel med presenning eller annan liknande täckning över, men då försvårar presenningarna arbetet. Starkt solsken kan också försämra kvaliteten speciellt på rundbalsensilage. Vid byggande av nytt foderlager lönar det sig att placera det i samma plan som uppfödningbyggnaden.

För kraftfoder behövs ett närlager i uppfödningbyggnaden för ca en veckas behov. I övrigt kan malning, blandning och lagring förläggas till spannmålstorken. Det är dock onödigt att torka spannmål avsedd för köttdjur. Syrbehandlad eller krossad och ensilerad spannmål blir billigare. Det åtgår ca 3-4 kg kraftfoder per djur och dag till växande djur. För dikorna behövs inget kraftfoder. I allmänhet borde man på dikogårdar fästa mer uppmärksamhet på hanteringskedjan för kraftfoder, för på de besökta gårdarna i undersökningen var denna i regel mycket provisoriskt arrangerad.

Ströhalm lagras på samma sätt som ståfoder. Torv är det skäl att lagra under tak, för det är besvärligt att hantera presenningar.

Ströbäddens areal i stallar med delströbädd är 4 - 5 m²/ko, med kalv 1 m² mera. Tjurar och kvigor behöver 3 - 4 m²/djur. På helströbädd är liggområdet 7 - 8 m²/ko utan kalv och 8 - 10 m²/ko med kalv. Tjurar och kvigor behöver 5 - 7 m²/djur på helströbädd. På helströbädd är ströförbrukningen större (7 - 12 kg per djur och dag) än på delströbädd (4 - 7 kg per djur och dag). Ströbädden borde inte tillåtas växa på höjden alltför snabbt. Bäst lyckas man hålla höjdtillväxten i schack om man använder rikligt med torv i ströblandningen. För att binda ammoniakken borde ströblandningen innehålla minst 4 kg torv per djur och dag. Ju surare torven är desto bättre. Dessutom skall den helst vara något torrare än vanlig torv avsedd för beströning av bås. Torv duger inte ensam som strö för ströbädd, eftersom den inte har tillräcklig bärförmåga. Halmens absorptionsförmåga kan förbättras genom att hacka den, och samtidigt förbättras också halmens hanterbarhet märkbart. Hackningen minskar dock inte höjdningshastigheten på ströbädden. För att erhålla en jämn komposteringsprocess i ströbädden bör strö tillföras dagligen. Med en lämplig ströblandning stiger ströbädden med under en meter under hela inneutfodringsperioden. Härvidlag

kan man klara sig utan mellantömning, om man har gjort en ca 40 cm fördjupning i golvet under ströbädden.

De vanligaste bristerna i uppfödningsbyggnader är att ordentlig hanteringskedja för kraftfoder saknas och att det finns för få ljusinsläpp i taket i form av genomskinliga skivor. Dagsbelysningen borde vara 75 lx. Till detta behövs 2,3 - 4,5 W/m² lysrörseffekt. Ventilationen var ofta slumpmässigt konstruerad. I en kall uppfödningsbyggnad av halltyp lämpar sig naturlig ventilation bäst. Frånluftsöppningen befinner sig vid takåsen och som tumregel kan man hålla att öppningens bredd är 5 cm per 3 m av byggnadens bredd, men dock minst 20 cm. Tilluftsöppningarna bör vara högst så stora som frånluftsöppningen för att undvika drag. Öppningarna kan vara fasta, för om ventilationen behöver effektivteras på sommaren kan man öppna dörrarna. I öppna stallar, dvs. där någon vägg helt saknas, behöver man vanligen inte bygga någon skild ventilation.

Matematiska formler som har presenterats i rapporten ges i engelsk översättning i slutet av kapitel 6, Summary.

6. SUMMARY

Beef cattle can be raised in both cold and warm buildings. Raising them in warm buildings is usually based upon calves brought from other farms and bull calves obtained as a by-product in milk production. However, nothing prevents raising calves of suckler cows in warm buildings. This can be economically justified if there is a warm stock building from before on the farm, e.g. if the farm has earlier practised beef production based upon calves brought from other farms. Cold buildings are the dominating building type for the post-weaning period in self-renewing beef production. The main reason for this is lower building costs compared to the costs of warm buildings and the fact that then the post-weaning raising of the calves is easier to integrate with the actual calf production, i.e. the pre-weaning raising, when these are both carried out in the same building. The building can then be used in a flexible way for both pre- and post-weaning raising. This is necessary because self-renewing production is typical production in batches, and the need of space for the post-weaning batch varies depending on the season.

It is endeavoured to getting the cows to calf between February and May, a little depending on the geographical location (i.e. how far north the farm is), but in any case so that the calving period becomes not more than two months long. The need of space is biggest at the time of the calving period, because both the bulls and the heifers of the previous batch are still in the barn at the

same time as requirement of the suckler cows for space increases as the new calves are born and start to grow. Needed pen area is 8 - 10 m² per cow with her calf. For heifers and bulls is 5 - 7 m² enough. In a normal self-renewing herd is thus needed 11 - 17 m² per cow place. The need of space decreases in May, when the cows with their calves are let out into pasture. The need of space decreases even more in June, when the heifers of the batch of the previous year are sent for slaughter. In summer the bulls of the previous batch are the only animals in the barn, until they are sent for slaughter in September. After that the barn is not empty for many days, before the cows with their calves, now weighing about 250 kg, are taken into the barn. The cows and calves are now weaned and placed in separate pens, so that the cows are divided into about three groups according to number of calvings and condition, and the calves are divided at least according to sex.

The rooms needed in a cold barn can be divided into three categories: actual stock rooms, other stock rooms and supplementary rooms. The supplementary rooms are e.g. feed store and manure pit. Pens are always classed to belong to the actual stock room. There are only two types of pens commonly used: built-up litter pens with and without concreted feed stance. A more rare solution is cow-kennel, which reminds a little of pens with concreted feed stance, since there is a concreted area also in the cow-kennel. The height of the pen fences has to be at least 140 - 150 cm above the surface of the built-up litter, specially in the bulls' pens. Suitable group size is 5 - 7 cows or 5 bulls. It is good to have one pen for calving and for sick animals per 20 cows. It is not absolutely necessary, however, because also a suitable area of an ordinary pen can be separated for this purpose with a partition. It is also good to equip every cow pen with a calf pen with a narrow opening or bars at such height that only the calves but not the bigger animals can get through, so that the calves have a place where they can seek protection against the bigger animals. The best location for this calf pen is close to the fodder board / manger, because then it is easy to cater for the special diet of the calves. However, it can also be placed on the built-up litter, whereby an opening in the feeding fence from the fodder board is practical.

Except pens are always also a fodder board and a feeding rack needed. The fodder board can also be replaced by a trough in the cow pens if the feeding of silage to the the growing animals is arranged e.g. with a portable feeding rack. A round feeding rack is practical when feeding round bale silage. Silage even for several days' need can be placed in it without that it becomes spoilt and without that the animals waste it on the ground. The openings in the feeding racks of the cow pens have to be narrower in the lower end, to prevent the calves from escaping. For the bigger calves is a fence with diagonal rails,

vertical posts or even a neck bar enough. However, it is recommendable with a uniform type of fences all over the barn to ensure that the pens can be used in a flexible way. For the same reason should also the openings of the fences be adjustable.

The fodder board usually has to be supplemented with a feeding passage, where feed delivery wagons or a tractor can be driven. The fodder board can also be outside the frame of the building under a roof or even completely separated from the building, whereby the feeding passage is often in the open and so that the ground serves as floor of the passage. Heavy silage can then be conveniently delivered by tractor, also if the building is low. All fodders packed in big bales can be delivered in the same way.

If a passage for people is made in the feeding rack, can also the littering of the pens be done from this passage. Sometimes a passage for littering is made separately at the opposite side of the pen seen from the fodder board. However, this increases the width of the building and the building costs.

An essential part of the actual stock room are heated water cups and scales. The best place for the water cup is at the partition between two pens, at a podium close to the fodder board. One water cup is needed per 15 animals.

On an ordinary farm specialized on beef production with suckler cows is working chutes and other cattle handling facilities usually arranged with scales and fences/partitions of the pens and existing passages and enclosures. Specially the passage intended for littering of the pens is well suited for this purpose. If the farm also sells breeding animals in considerable quantities, it will become necessary with better cattle handling facilities. Such are useful also on farms which sell mainly slaughter animals.

Suckler cows use an open exercise yard very little, mainly after feedings. Then they spend about three hours there. The cows in a warm barn might utilize the exercise yard considerably more. In a cold barn it can be considered that the pens give enough exercise area.

Sun and rain shelters in the pastures, which can be classified as other stock rooms, are rare in Finland. Such are good, however, if the animals cannot take shelter in the barn or e.g. under trees in intense sunshine or in rain. A shelter decreases the stress on the animals considerably in hot weather. Suitable size of a shelter is 3.7 - 4.6 m²/beast. The shelter should be fairly high, short 4 m is a good height. The colour of the roof of the shelter should be light.

In a littered, cold loose house with concreted feed stance is a special manure store needed, since the manure is scraped away from the concreted part of the pen about once a week. This manure is not composted, and it contains very little litter. Therefore it easily pollutes the environment through leakage if it is spread directly in the fields or piled in the fields and becomes exposed for the

weather. Direct spreading is possible with composted built-up litter, but for manure from the concreted floor it is necessary to have a manure store with a roof, where leakage to the environment is prevented by means of high enough walls surrounding the store. Because this manure contains very little litter the walls have to be nearly as high as the height of the manure stack will be. About 40 per cent of the manure and stale comes on the concreted part of the pen. In normal self-renewing production is 3.7 - 5.0 m³ of storage room for the manure needed per cow place with her calf included for one year storing.

It is most economical to use existing old and suitable buildings as feed stores, e.g. hay barns. The feed store does not necessarily have to be quite close to the stock room. Walls are not absolutely necessary in the store either, just a roof will also do. Feeds can also be stored in the open under tarpaulins or other such covers, but these make the daily work more difficult. Intense sun can also impair the quality specially of big bale silage. When building a new feed store it had better be placed on the same level as the stock room.

There should be a store for concentrates in the stock room for a period of about one week. The grinding, mixing and the rest of the storing facilities can be located in the grain dryer. However, it is unnecessary to dry grain intended for beef cattle. Acid treatment or rolling and ensiling of the grain becomes cheaper. The need of concentrate is about 3 - 4 kg per beast and day for the growing animals. The suckler cows do not need concentrate. Generally speaking it should be paid more attention to the handling of concentrates on beef farms, because on the farms interviewed in the study this seemed to be solved with very provisional arrangements.

Straw for litter is stored in the same way as coarse fodder. Peat should be stored under roof because it is troublesome to use tarpaulines.

In a littered loose house with concreted feed stance the littered area is 4 - 5 m²/cow and with a calf 1 m² more. Bulls and heifers need 3 - 4 m²/beast. In a littered loose house without concreted feed stance the lying area is 7 - 8 m²/cow without calf and 8 - 10 m²/cow with calf, whereas bulls and heifers need 5 - 7 m²/beast. The consumption of litter is bigger without concreted feed stance (7 - 12 kg per beast and day) than with it (4 - 7 kg per beast and day). The vertical growth of the built-up litter should be kept slow by means of using much peat in the litter mix. In order to absorb the ammonia there should be at least 4 kg peat per beast and day in the litter mix. The sourer the peat is the better. It is also good if it is dryer than ordinary peat intended for littering in stalls. Peat will not do alone as built-up litter, because it does not have enough carrying capacity to carry the weight of the animals. The absorption ability of straw can be improved by chopping, which also improves the handling properties of it considerably. Chopping does not reduce the speed of rise of the surface of the

built-up litter, though. To achieve an even composting activity litter should be added daily. With a good choice of litter mix the rise of the surface of the built-up litter is less than one metre during the whole indoor feeding period. Then one can manage without cleaning out the built-up litter during the indoor feeding period, if one has made a depression of about 40 cm in the floor under the built-up litter.

The most common deficiencies in beef barns are lack of a handy and practical handling system for concentrates and too little transparent boards as light inlets in the roof. The illumination should be 75 lx in day-time. For this is fluorescent tubes with the power 2.3 - 4.5 W/m² needed. The ventilation was often constructed without proper planning. For a cold beef barn of hall type is natural ventilation best suited. The air outlet is located at the ridge of the roof, and as a rule of thumb can be kept that the width of the outlet is 5 cm per every 3 m of the building width but at least 20 cm. The air inlets should not be bigger than the outlet to avoid draft. The ventilation openings can be fixed, since in summer the ventilation can be rendered more effective by opening the doors. In open-fronted beef barns it is generally not necessary to build a special ventilation system.

* * * *

Formulas that have been used in the study:

Intensity of illumination, when a surface is illuminated by several types of light fittings:

$$E = \Sigma(n_i P_i K_i)/A \quad (1)$$

E = intensity of illumination, lx

n_i = number of lights in fitting of type i

P_i = power of lights in fitting of type i, W

K_i = light efficiency of fitting of type i, lm/W

A = area to be illuminated, m²

Energy need expressed in food units for growing bulls (Food unit is a measure of the net energy of the feed. One food unit is defined as the net energy of 1 kg of barley; the amount of any feed that gives the same production effect as 1 kg barley):

$$\text{Energy need in food units} = 0.783 + 0.00265 \cdot lv + 0.6216 \cdot gr + 0.01017 \cdot lv \cdot gr \quad (2)$$

lv = live weight, kg

gr = growth, kg/day

Speed of condensation on a cold surface (ANDERSEN 1989, p. 9):

$$G_k = \beta_k (x_i - x_0) \quad (3)$$

G_k = condensation of humidity, $g/m^2 \cdot s$

β_k = coefficient of humidity transfer, m^3 of air / $m^2 \cdot s$

x_i = absolute humidity of air inside the building, g/m^3

x_0 = absolute humidity of air saturated with water vapour at the temperature of the surface, g/m^3

The coefficient of humidity transfer can be estimated on the basis of the coefficient of heat transfer according to table 4 (ANDERSEN 1989, p.9):

$$\beta_k = \alpha_{ki} / c_p \rho \quad (4)$$

α_{ki} = coefficient of heat transfer, $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ($\approx 3.5 - 4.0 W/m^2 \cdot ^\circ C$)

c_p = specific heat capacity of air, $J/kg \cdot ^\circ C$ ($\approx 1010 J/kg \cdot ^\circ C$)

ρ = density of air, kg/m^3 ($\approx 1.24 kg/m^3$)

For ventilation applies (KAMMEL et al. 1982, p.63):

$$Q = A C v \quad (5)$$

Q = airflow in ventilation, m^3/s

A = area of air inlets and outlets, m^2

C = efficiency coefficient for the in- and outlets (0.25 - 0.60)

v = air speed, m/s

Airflow in natural ventilation (KAMMEL et al. 1982, p. 64):

$$\dot{V} = A \cdot C \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot \Delta T}{T_u}} \quad (6)$$

which can be simplified as follows:

$$\dot{V} = 4.429 \cdot A \cdot C \cdot \sqrt{\frac{h \cdot \Delta T}{T_u}} \quad (7)$$

\dot{V} = airflow, m^3/s

A = area of air inlet or outlet, m^2

C = efficiency coefficient for the in- and outlets (about 0.6)

g = gravity acceleration, ms^{-2} ($=9.81 ms^{-2}$)

h = height difference between air inlets and outlets, m

ΔT = difference between indoor and outdoor temperature, K

T_u = absolute outdoor temperature, K ($T = 273 + t$, $[t] = ^\circ C$)

BRUCE (1973, p. 25) has presented the following formulas (8 - 11) for natural ventilation:

$$\dot{V} = 0.382 A_p^{2/3} (h P)^{1/3} \quad (8)$$

$$\Delta T = 0.0074 T_o (P/A_p)^{2/3} / h^{1/3} \quad (9)$$

$$P = 354 \dot{V} \Delta T / T_o \quad (10)$$

$$A_p = 0.226 \dot{V} T_i / (T_o \Delta T h)^{1/2} \quad (11)$$

A_p = area of air outlet, m²

P = heating power delivered by the animals, kW

T_i = absolute indoor temperature, K

T_o = absolute outdoor temperature, K

$[\dot{V}]$ = m³/s

$[\Delta T]$ = °C or K

$[T_i]$ = $[T_o]$ = K

$[P]$ = kW

$[A_p]$ = m²

$[h]$ = m

From the previous formulas can be derived a formula of the same type as formula 7:

$$\dot{V} = 4.442 \cdot A_p \cdot C \cdot \sqrt{\frac{h \cdot \Delta T}{T_u}} \quad (12)$$

A condition in formula 12 is that the area of the air inlets is two times the area of the air outlet. According to Turbull (Ref. KAMMEL 1982, p. 67) the temperature in an uninsulated cow shed depended on the outdoor temperature according to formulas 13, 14 and 15:

$$T_i = 2.2 + 0.86T_o, \quad T_o \leq 10 \text{ °C} \quad (13)$$

$$T_i = 0.9 + 0.99T_o, \quad 10 \text{ °C} < T_o < 22 \text{ °C} \quad (14)$$

$$T_i = 4.0 + 0.85T_o, \quad T_o \geq 22 \text{ °C} \quad (15)$$

T_i = indoor temperature, °C

T_o = outdoor temperature, °C

4. KIRJALLISUUSLUETTELO

ANDERSEN, K.-T. 1989. Kondensforhold i uisolerede stalde. Statensbygge-forskningsinstitut. SBI-landbrugsbyggeri 73: 1 - 34.

ANON. 1977. Structures and Environment Handbook. Midwest Plan Service. 426 s.

ANON. 1982. Rehutaulukot ja rehunormit. 70 s. Helsinki.

ANON. 1984. Climatization of Animal Houses. CIGR -working group. 16 s.

ANON. 1985. Rakentajan kalenteri. Rakentajan kustannus Oy. 1093 s. Helsinki.

ANON. 1988. Kotieläinrakennusten huoneilmasto. Maatilahallituksen rakentamishjeet MRO C2: 1 - 7.

ANON. 1989a. Cement, other binders and admixtures in concrete. British Concrete Association. Farm concrete facts 7: 1 - 2.

ANON. 1989b. Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella. VAKOLAn tiedote 45: 1 - 30.

ANON. 1989c. The repair and retexturing of concrete floor surfaces. British Concrete Association. Farm concrete facts 8: 1 - 3.

ANTTILA, R. 1969. Karjarakennukset tänään. Työtehoseuran julkaisuja 123:1 - 117 + 4 liitettä.

ANTTILA, R. 1973. Teurasmullien pidosta. Työtehoseuran rakennustiedote 77: 1 -2.

ANTTILA, R. & TURKKILA, K. 1978. Säilörehun käsittely karjanhoitajalle kevyemmäksi. Työtehoseuran rakennustiedote 130: 1 - 4.

ARONEN, I. 1990. Lihanautojen väkirehuruokinta. Tietoa naudanlihantuotannosta. Luentomoniste. Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus. 16 s.

BARNES, M. M. 1985a. A concrete storage area for farmyard manure. Cement and Concrete Association. Farm Note 2: 1 - 6.

BARNES, M. M. 1985b. Concrete in cow cubicles. Cement and Concrete Association. Farm Note 12: 1 - 6.

BARTH, C. L. 1982. State-of-art for summer cooling for dairy cows. American Society of Agricultural Engineers. Livestock Environment 2: 52 - 61.

BATES, D. & ANDERSON, J. 1985. Building and ventilation system for bovine total animal health care. Internationalen Gesellschaft für Tierhygiene. International congress for animal hygiene 5, 1: 353 - 358. Hannover

BJÖRKLÖF, L. 1978. Halm. Användning, bärning, lagring och transport. Työtehoseuran julkaisuja 209: 1 - 152 + 8 liitettä.

BRITTEN, A. 1984. Is alternative bedding the mastitis problems? Dairy Herd Management 9: 38 - 43.

BRUCE, J. M. 1973. Natural ventilation by stack effect. Farm Building Progress 4: 23 - 28.

CLARKE, P. O. Buildings for beef production. Cement and Concrete Association publication 47.514: 1 - 31.

DOLBY, C.-M., GUSTAFSSON, G. & JEPSSON, K.-H. 1989. Enkla byggnader för djurproduktion. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 379: 1 -47.

GUSTAFSSON, G. 1988. Luft- och värmebalanser i djurstallar. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst.f. lantbrukets byggnadsteknik. Avd.f. fordbrukets byggnads- och klimatteknik. Rapport 59: 1 - 385.

HEINO, R. & HELLSTEN, E. 1982. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961 -1980. Ilmatieteen laitoksen julkaisut 80, 1a - 1980: 1 - 560.

HELANDER, J. 1991. HILAn, T-tarkkailun ja MATUn tuloksia. Maatalouskeskusten liitto. Moniste. 23 s.

HOLMA, M. 1975. Lannan käsittely ja hyväksikäyttö. Työtehoseuran julkaisuja 180: 1 - 150.

HOLMA, M. 1980. Turve on hyvä kuivike. Käytännön Maamies 2: 87 - 89.

HOVI, A. 1979. Typpeä ilmasta oljen ja fosforin avulla. Suomen luonto 7 - 8: 349 - 351.

HUHTANEN, P. 1988. Säilövilja eri kotieläinten ruokinnassa. Rehuviljan tuoresäilöntä. Tieto tuottamaan 50: 1 - 59. Helsinki.

HUHTANEN, P. 1988. POUTIAINEN, E. & MIKKOLA, T. 1985. The effect of supplementation of grass silage with rapeseed meal or Gasol-treated barley on the performance of growing cattle. J.Agric.Sci.Finl. 57: 75 - 84.

JAAKKOLA, A. 1980. Peltojen lannoitus. Kasvinviljelyoppi 1: 145 - 188.

JAAKKOLA, S., HUHTANEN, P. & VANHATALO, A. 1987. Säilörehuntäydentäminen lihanautojen ruokinnassa. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 9: 1 - 230. Helsinki.

JAKOB, B. & JAKOB, R. 1976. Aufbereitung und Eigenschaften von Einstreu in der Tierhaltung. Blätter für Landtechnik 112: 1 - 5. Tänikon.

JEBAUTZKE, W. & POHLMANN, H. 1966. Rindviehställe. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. 123 s. Hamburg.

KAMMEL, D. W., CRAMER, C. O., CONVERSE, J. C. & BARRINGTON, G. P. 1982. Thermal environment of insulated, naturally ventilated dairy farms. American Society of Agricultural Engineers. Livestock Environment 2: 62 - 71.

KAPUINEN, P. 1989. Älä sulata rehua pihatossa. Pellervo 2. Kotieläinliite: 11.

KELLY, M. & WEBSTER, D. M. 1989. Building conversion for bull beef, using sloped floors. Farm Building Progress 7: 11 - 14.

KOENIG, T. J., HELLICKSON, M. A. & ROEPKE, W. L. 1977. Building geometry and wind effects on model open-front building ventilation. American Society of Agricultural Engineers. Paper 4041: 1 -33.

KOIVISTO, K. 1984. Kuivikkeet ja lehmän koliutaretulehdus. Työtehoseuran rakennustiedote 10: 1 - 4.

KYTÖ, M., SIPILÄ, K. & THUN, R. 1983. Pintaturve maanparannusaineena ja kuivikkeena. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tiedotteita 240: 1 - 46. Espoo. Summary: Weakly decomposed peat for soil improvement and litter.

LAITINEN, A. 1978. Navetan rehutilat kannattaa suunnitella ja mitoittaa huolella. Työtehoseuran rakennustiedote 140: 1 - 4.

LAMPILA. 1988. Comparison of Energy Standards for growing cattle. 1. ration based on different forages. Annales Agriculturae Fennica 27: 247 -258.

LAVONEN. 1988. Riittävä valaistus maatalouden tuotantorakennuksiin. Työtehoseuran rakennustiedote 2: 1 - 5.

LÄTTI, M. 1991. Naudanlihantuotannon taloudellisuus. Tutkimusraportti vuodelta 1990. Maatalouskeskusten liitto. Moniste. 31 s + 8 liitettä.

MATON, A., DAELEMANS, J. & LAMBRECHT, J. 1985. Developments in Agricultural Engineering 6: 1 - 458.

MacCORMACK, J. A. D., CLARC, J. J. & KNOWLES, L. C. 1984. Survey of naturally ventilated buildings for beef cattle. Farm Building Progress 9: 31 - 35.

MEHLER, A. & HEINIG, W. 1968. Bauten für die Rinderhaltung. 544 s. Berlin.

NILSSON, C. & WALBERG, K. 1978. Golv i ko- och svinstallar. Aktuellt från LBU. Teknik 264: 1 - 48.

NUMMINEN, J. & MAHLAMÄKI, K. 1987. Lihakarjan kasvatus. Rakennukset. s. 29 - 46. Keuruu.

NURMISTO, U. 1975. Vanhojen rakennusten hyväksikäyttö naudanlihantuotannossa. Työtehoseuran rakennustiedote 101: 1 - 4.

ORAVA, R. 1980. Oljen korjuu ja käyttö maataloilla. Työtehoseuran julkaisuja 226: 1 - 105. Sammandrag: Halmbergning och användning på gårdar. Summary: Harvest and utilization of straw on farms.

PALDANIUS, E. 1987. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteenä käyttäen. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 2: 1 - 55.

PALONEN, J. & LAVONEN, A. 1989. Maatilan valaistusopas. Pellervo 2. Erip. 23 s.

PECHERT, P. 1976. Das Klima in Stallungen der Kaltbauweise. Landtechnik 10: 448 - 450.

PELTOLA, I., NURMISTO, U., KEMPPAINEN, E., HELMINEN, K. & HELMINEN, J. 1986. Pintaturpeen käyttö lypsylehmien kuivikkeena. Työtehoseuran julkaisuja 274: 1 - 151. Summary: The use of litter peat for dairy cows. Sammandrag: Andvändningen av torv till strö för mjölkkor.

PUNTILO, M.-L., POUTIAINEN, E., MYLLYLÄ, M. & HEIKKILÄ, T. 1985. Itseuudistuva naudanlihantuotanto kotoisin rehuin. Helsingin yliopisto. Kotieläintieteen laitoksen tiedote 5: 1 - 53 + 20 liitettä.

PUUMALA, M., MANNI, J. & SARIN, H. 1988. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. VAKOLAN tutkimusseura 52: 1 - 127 + 1 liite.

RAJALA, P. 1990. Valaistukseen kannattaa panostaa. Nautakarja 2: 14 -15.

SALONIEMI, H. 1985. Olki on lehmän kuivike. Käytännön Maamies 3: 63 - 64.

SCHMIDT, K. 1970. Laufstallmist fest oder flüssig? Zweckmässiger Dundstättenbau 2. DLG-verlag. 164 s. Frankfurt am Main.

SEISE, A. 1975. Tilat tuoreviljan säilönnälle ja käsittelylle. Työtehoseuran rakennustiedote 99: 1 - 4.

DeSHAZER, J. A. & OVERHULTS, D. G. 1982. Energy demand in livestock production. American Society of Agricultural Engineers. Livestock Environment 2: 17 - 27.

SIMONSSON, A. 1976. Halm till svin. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur: 1 - 14.

STRØM, J. S. & MORSING, S. 1982. Automatically controlled natural ventilation. American Society of Agricultural Engineers. Livestock Environment 2: 161 -167.

TJERNSHAUGEN, O. 1979. Livestock manure-quantities and storage requirements. Meld. fra Norges Lanbr.høgskole. Inst. for byggingsteknik. Melding 96: 1 - 12. Sammandrag: Husdjurgjodsel - mengder och lagringsbehov.

TUORILA, P. 1929. Bindungsvermögen verschiedener Torfarten für Stickstoff in Form von Ammoniak. Suomen Suonviljely-yhdistyksen tieteellisiä julkaisuja 9: 1 - 47.

TURKKI, A. 1990. Naudanlihantuotannon kannattavuuteen vaikuttavat tekijät. Nautakarja 2: 20 - 21.

VAHALA, J. 1982. Turve kuivikkeena virtsakaivo tarpeeton. Käytännön Maamies 9: 94 - 95, 97.

VARVIKKO, T. & LAMPILA, M. 1984. Väkirehutason vaikutus lihamullin kasvu- ja teurastustulokseen säilörehuruokinnalla. Maaseudun Tulevaisuus. Koe-toiminta ja käytäntö 3.7.

VISTBACKA, J. & KIVIMÄKI, B. 1990. Pienelementtituotanto. Maatalouskeskusten Liiton julkaisu 793: 1 - 40 + 11 liitettä.

ZEEB, K. 1989. Tretmist - eine tiergerechte Haltungsform für Rindvieh. Tierhaltung 19: 101 - 106

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUKSIA

- | No | Nimi |
|-----|--|
| 51. | KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988. |
| 52. | PUUMALA, M., MANNI, J. & SARIN, H. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988 |
| 53. | MATTILA, T. & VIROLAINEN, V. Hellävarainen perunankorjuu. 1989. |
| 54. | MIKKOLA, H. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988. 1989.
PITKÄNEN, J. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakentamiseen ja viljavuuteen. 1989. |
| 56. | KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989. |
| 57. | SARIOLO, J., TUUNANEN, L., PAAVOLA, J. & AHOKAS, J. Kylmäilma-kuivurin mitoitus ja käyttö. 1990 |
| 58. | MÄKELÄ, J. & LAUROLA, H. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990. |
| 59. | KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990. |
| 60. | SUOKANNAS, A. Heinän varastokuivaus. 1991. |
| 61. | SARIOLO, J., TUUNANEN, L., ESKELINEN, T., LOUHELAINEN, K. & RIPATTI, T. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992. |
| 62. | SUOKANNAS, A. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991. |
| 63. | KAPUINEN, P. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja rakennukset. 1992. |

