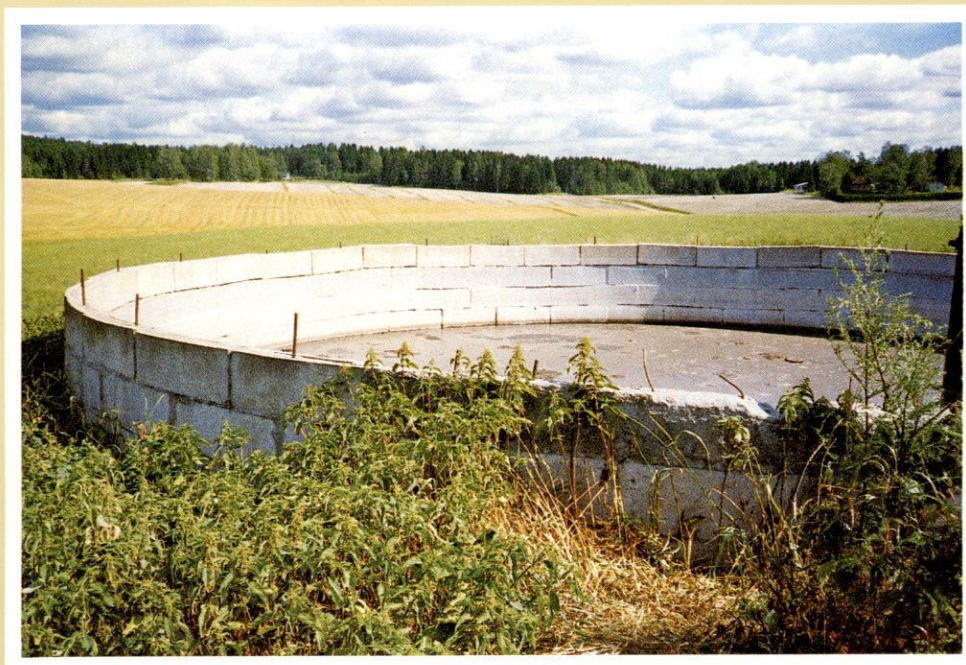


PETRI KAPUINEN - JORMA KARHUNEN

LIETELANTAJÄRJESTELMIEN TOIMIVUUS

FUNCTIONAL PERFORMANCE OF LIQUID MANURE SYSTEMS



TUTKIMUSSELOSTUS 59

VIHTI 1990

NKJ-projekti 69, raportti numero 5



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

Osoite: PPA 1, 03400 VIHTI

Puhelin: (90) 224 6211

Telefax: (90) 224 6210

PETRI KAPUINEN - JORMA KARHUNEN

LIETELANTAJÄRJESTELMIEN TOIMIVUUS

FUNCTIONAL PERFORMANCE OF LIQUID MANURE SYSTEMS

TUTKIMUSSELOSTUS 59

VIHTI 1990

NKJ-projekti 69, raportti numero 5

SISÄLLYSLUETTELO

KUVAILULEHDET

ALKULAUSE

1. JOHDANTO	9
1.1. Lietelantajärjestelmän yleispiirteet	9
1.2. Lietelannan levitysmäärät ja varastointitarve	9
1.3. Eläinten liikkumisalueet	13
1.3.1. Kiinteä lattia ja jaloittelualue	13
1.3.2. Rakolattia	16
1.3.3. Ritilät	22
1.4. Liete- ja kokoojakanavat	23
1.4.1. Valutusjärjestelmä	23
1.4.2. Padotusjärjestelmä	26
1.4.3. Huuhtelujärjestelmä	28
1.4.4. Viemärijärjestelmä	30
1.4.5. Koneelliset järjestelmät	32
1.5. Lantakellarijärjestelmä	33
1.6. Hajulukko	36
1.7. Yhdysputki	36
1.8. Välikaivo	37
1.9. Lietesäiliö	38
1.10. Lietteen sekoittaminen ja lietealtaan tyhjentäminen	43
1.10.1. Eri eläimistä peräisin olevan lietteen sekoittaminen .	43
1.10.2. Potkurisekoitin ja imupainevaunu	44
1.10.3. Pumpusekoitin ja paineeton vaunu	47
1.11. Lietealtaan kattaminen ja kannen rakentaminen sekä hajuhaitat ja niiden torjuminen	49
1.12. Nesteen ja kuiva-aineen erottaminen	51
2. MENETELMÄT	52
2.1. Tutkimustilat ja viljelijöiden haastattelut	52
2.2. Tiloilla tapahtuva näytteiden otto, mittaukset ja omat havainnot	53
3. TULOKSET	55
3.1. Perinteiset liotelantajärjestelmät sikaloissa	55
3.1.1. Sikaloitten perinteisten liotelantajärjestelmien rakentamis- ja peruskorjausvuosien ajoittuminen	55
3.1.2. Sikaloitten koko, tyyppi sekä eläinmäärät	55
3.1.3. Kuivikkeet, pesuedet sekä muodostuva liete	57
3.1.4. Sekoittaminen	64
3.1.5. Järjestelmän onnistuneisuus	66
3.1.6. Kanavien mitat	66
3.1.7. Yhdysputken mitat	66
3.1.8. Kaasuongelmat	67

3.1.9.	Muut ongelmat	67
3.1.10.	Lietejärjestelmän edut	67
3.1.11.	Suhteet viranomaisiin ja naapureihin	68
3.1.12.	Halukkuus lantaloiden kehittämiseen	68
3.1.13.	Lannan käsittelyn kehittämishalukkuus	69
3.1.14.	Lietteen levittäminen	69
3.1.15.	Lietelannan käsittelyssä kaivattu tieto	70
3.2.	Nautakarjarakennusten lietelantajärjestelmät	70
3.2.1.	Nautakarjarakennusten lietelantajärjestelmän rakentamis- ja peruskorjausvuosien ajoittuminen	70
3.2.2.	Navetoiden koko, tyyppi, eläinmäärät ja sisäruokintakauden pituus	71
3.2.3.	Kuivikkeet, pesuvedet sekä muodostuva liete	73
3.2.4.	Sekoittaminen	80
3.2.5.	Järjestelmien onnistuneisuus	81
3.2.6.	Kanavien mitat	82
3.2.7.	Yhdysputken mitat	83
3.2.8.	Kaasuongelmat	83
3.2.9.	Muut ongelmat	83
3.2.10.	Lietejärjestelmän edut	84
3.2.11.	Suhteet viranomaisiin ja naapureihin	84
3.2.12.	Halukkuus lantaloiden kehittämiseen	84
3.2.13.	Lannan käsittelyn kehittämishalukkuus	86
3.2.14.	Lietteen levittäminen	87
3.2.15.	Lietelannan käsittelystä kaivattu tieto	88
3.3.	Viemäri­lannanpoisto	88
3.3.1.	Viemäri­lannanpoistojärjestelmän rakentamis- ja peruskorjausvuosi	88
3.3.2.	Sikaloiden koko ja tyyppi sekä eläinmäärät	88
3.4.	Kanaloiden lietelantajärjestelmät	90
4.	TULOSTEN TARKASTELU	91
4.1.	Saatujen tulosten luotettavuus ja arvioita niiden soveltuvuus-alueesta	91
4.2.	Rakentamisohjeiden ja ympäristönsuojelumääräysten tarkistus-tarve	92
4.2.1.	Lietelantajärjestelmät yleensä	92
4.2.2.	Sikalat	93
4.2.3.	Navetat	94
4.3.	Jatkotutkimuksen tarve	95
4.4.	Lietelantajärjestelmien virheiden korjaamismahdollisuudet	96
5.	TIIVISTELMÄ	99
6.	SAMMANFATTNING	101
7.	SUMMARY	103
8.	KIRJALLISUUSLUETTELO	105

LIITTEET

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun taji	
KAPUINEN, Petri KARHUNEN, Jorma		Tutkimusselostus	
		Toimeksiantaja	
		Maa- ja metsätalousministeriö, NKJ	
		Toimielimen asettamispvm	
		3.2.1988	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)			
Lietelantajärjestelmien toimivuus			
Julkaisun osat			
Tilvistelmä			
<p>Tutkimuksessa havaittiin, että lietelantajärjestelmä toimii varsin erilaisin mitoituksin, kunhan vain tietyt perusasiat ovat kunnossa. Kellarilantalat sen sijaan toimivat harvoin tyydyttävästikään. Pienen lietekanavan syvyys voi olla vain hieman leveyttä pienempi. Navetassa lietekanavan oikea kallistussuunta on lietekanavan perälle päin, tai pohjan on oltava vaakasuorassa. Lisäksi tarvitaan asianmukainen kynnys ennen kaikkia kanavien risteyksiä ja kapenemia. Pesuvedet on syytä johtaa nuoren ja lihakarjan kanavien yläpäähän. Sikalassa pohjan kallistus on kanavan suulle päin tai vaakasuora. Kynnystä ei käytetä, mutta risteyksissä pitää silti olla pudotusta. Käytettäessä padotusta sikalassa patoluukun suurin lietteen alle jäävä pinta-ala saa olla korkeintaan 0,25 m². Sianlietteen sekoittamiseen tarvitaan yleensä sekoitin, jonka tehontarve on vähintään noin 30 kW.</p> <p>Sikaloitten lantaloissa 8 kuukauden varastointiaika on riittävä. Varastointitilan tulisi olla 2,6 m³ emakkopaikkaa ja 1,9 m³ lihasikaapaikkaa kohti. Navetoissa lietteen varastointiajan tulisi olla noin 9,5 kuukautta. Parsinavetoiden lietesäiliön koon tulisi olla vähintään 20 m³/ny, pihatoiden vähintään 34 m³/ny ja lihakarjanavetoiden vähintään 18 m³/ny. Pihatoissa muodostuu paljon lietettä suurien pesuvesimäärien takia. Yksittäisille tiloille voidaan tilakohtaisen jätehuoltosuunnitelman perusteella sallia huomattavasti edellisiä pienempiäkin lietesäiliöitä.</p> <p>Naudan lietteestä ei aiheudu merkittävää hajuhaittaa. Sian lietteestä haittaa on jonkin verran aiheutunut. Säiliön kannesta saatava hyöty ei ole riittävä sen haittoihin nähden. Parempi ratkaisu on lietteen pinnalle asennettava kate.</p> <p>Viljelijöiltä puuttui eniten tietoa lannan ravinteista. Lannan hoitaminen oli pahiten retuperällä niillä tiloilla, joilla lietettä muodostui liikaa käytettävissä olevaan peltoalaan nähden.</p> <p>Lietelantajärjestelmän korjaaminen on usein hankalaa. Sikaloissa peruskorjausta helpottaa siirtyminen viemäri- nanpoistoon. Karjasuojan sisäiset kaasuongelmat ratkeavat yleensä vesilukon korjauksella ja riittävän usein tapahtuvalla kanavan tyhjentämisellä. Tilanahtaus voidaan ratkaista rakentamalla uusi lietesäiliö tai korottamalla vanhaa ja tarvittaessa täyttämällä säiliö pumpulla. Saattaa olla kannattavaa rakentaa uusi lietesäiliö kauempana olevien peltojen yhteyteen. Lietesäiliöiden aidat kaipasivat yleisesti korjaamista.</p>			
Avainsanat (asiasanat)			
Lietelantajärjestelmien rakenteet ja mitoitus, lietteen sekoittaminen, lietesäiliöiden tilavuus, eläinten tuottama liete, pesuvedet, kuivikkeet, lietesäiliön kansi ja kate, hajuhaitat, lannan hoito, lietelantajärjestelmän korjaaminen, lietesäiliön laajentaminen			
Muut tiedot			
Saatavana Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitokselta (VAKOLA), puh. (90) 224 6211, telefax (90) 224 6210			
Sarjan nimi ja numero		ISSN	ISBN
Vakolan tutkimusselostus N:o 59			
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi Tiivistelmät, engl., ruotsi	Hinta	Luottamuksellisuus
		25 mk	Julkinen
Jakaaja		Kustantaja	
VAKOLA, PPA 1, 03400 VIHTI			

Publisher

State Research Institute of Engineering
in Agriculture and Forestry (VAKOLA)
PPA 1
03400 VIHTI

PUBLICATION DATA

Date of publication :

1990-12-04

Authors (if organ: name of organ, chairman, secretary) KAPUINEN, Petri KARHUNEN, Jorma		Kind of publication Study report nr 59	
		Comissioned by Ministry of Agriculture, NKJ	
		Date of setting up of organ 1988-02-03	
English and Swedish titles of publication FUNCTIONAL PERFORMANCE OF LIQUID MANURE SYSTEMS FLYTGÖDSELSYSTEMENS FUNKTIONSDUGLIGHET			
Parts of publication 			
Abstract It was observed that systems with liquid manure function with the most peculiar dimensions, if only certain basic conditions are in order. An exception was slurry cellars under the livestock room, which have seldom functioned satisfactorily. The depth of a small slurry channel can be only a little smaller than its width. In cow barns the bottom of the channels shall slope so that the higher end is at the outflow, or be horizontal. There shall also be a threshold before all crossings and narrowings in the channels. It is advisable to lead waste water to the upper end of the channels for young cattle and beef cattle. In piggeries the bottom of the channels shall slope down to the outflow or be horizontal. Thresholds are not used, but there should still be drop in the crossings. If sluice-valves are used in the slurry channels of piggeries, the part of the valve which is under the slurry should be at the most 0.25 m ² . For agitation of slurry from pigs is usually needed an agitator with a power demand of at least 30 kW. The present requirement of 8 months storage time for slurry from piggeries is enough. The store volume should then be 2.6 m ³ per sow and 1.9 m ³ per fattening pig. The storage time required for slurry from cow barns should be about 9.5 months. The store volume should be at least 20 m ³ /cow in stanchion barns, 34 m ³ /cow in cubicles and 18 m ³ /cow in beef barns. In cubicles large quantities of slurry is produced due to large quantities of washing water. Farms could be allowed to have considerably smaller slurry stores than those mentioned above if they make a waste handling plan. Slurry from neat does not cause odour problems to any significant extent. Pigs' slurry has caused odour problems to some extent. It is better to solve these by a floating cover on the slurry surface than by a rigid cover over the store. The farmers had least knowledge about the content of nutrients of liquid manure. Manure handling was worst in order on such farms, where more manure was produced than what could be spread on the available land. To repair malfunctions in a liquid manure system is often difficult. In piggeries reconstruction is easier if one changes over to manure disposal through sewers. Gas problems in the barn can in most cases be solved with reconstruction of the train-trap and with enough frequent emptying of the channels. Too little storage space can be solved by building a new store or increasing the height of the old one and filling the store by pump. When building a complementary store it can be advantageous to place it by the more distant fields. The fences of the slurry stores were often defective.			
Key words Structures and dimensions of liquid manure systems, slurry agitation, slurry store volume, slurry produced by animals, waste water, litter, slurry store cover, odour, manure handling, reconstruction of liquid manure system, enlargement of slurry store			
Additional information VAKOLA PPA 1 03400 Vihti			
Name of series, number Vakolan tutkimusselostus 59		ISSN	ISBN
Pages	Language Finnish. Tables and figures: English. Summaries: English, Swedish.		
Sold by VAKOLA, PPA 1, 03400 VIHTI			Price FIM 25

ALKULAUSE

Maa- ja metsätalousministeriö myönsi 3.2.1988 Helsingin yliopiston maatalousteknologian laitokselle 13.11.1987 päivätyn tutkimusaloitteen perusteella 150 000 markkaa käytettäväksi yhteistutkimukseen: Karjanlannan käyttötekniikan kehittäminen. Ministeriö edellytti, että käyttötekniikkaa on kehitettävä haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisemisen kannalta. Tutkimus on myös osa yhteispohjoismaista NKJ-projektia numero 69.

Yhteistutkimukseen osallistuvat Helsingin yliopiston maatalousteknologian laitos, Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos, maatalouden tutkimuskeskuksen Kainuun tutkimusasema ja vesi- ja ympäristöhallitus.

Tutkimusryhmän johtajaksi määrättiin vt. apulaisprofessori Tarmo Luoma ja jäseniksi agronomi Ilkka Sipilä, MMT Erkki Kemppainen, MMM Pirkko Valpasvuo-Jaatinen sekä diplomi-insinööri Jorma Karhunen.

VAKOLAn osuutena oli selvittää lietelannan poistomenetelmien toimivuus ja lannan varastoinnissa sekä homogenisoinnissa ilmenevät ongelmat, ja etsiä niihin sopivia ratkaisuja. Tutkimukseen osallistuvat päättäjänä agronomi, MMK Petri Kapuinen, sekä muina tutkijoina Jorma Karhunen ja vanhempi mekaanikko Veikko Rissanen.

Tutkimus pohjautuu pitkälti viljelijöitten haastatteluihin. Mukana oli 41 tilaa, joista nautakarjatiloja oli 23, sikatiloja 17 ja kanatiloja yksi. Lantanäytteet analysoitiin maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian- ja fysiikan laitoksella.

VAKOLA kiittää maa- ja metsätalousministeriötä, tutkimustilojen isäntäväkeä, maatalouden tutkimuskeskusta ja edellämämainitun tutkimusryhmän jäseniä, joiden osallistuminen ja ohjeet ovat auttaneet tutkimuksen tekoa.

Vihdissä, 15. maaliskuuta 1990

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS

1. JOHDANTO

1.1. Lietelantajärjestelmän yleispiirteet

Lietelantajärjestelmän käyttöönoton pääasiallisena syynä on ollut pyrkimys työn säästöön (HÜFFERMEIER 1985 s. 3). Lietelantajärjestelmä säästää kuivitus-työtä ja kuivikkeita (VOGT 1976 s. 76). Työnsäästö lietelantajärjestelmän hyväksi parsinavetassa on VOGTin (1976 s. 79) mukaan 0,5 minuuttia lehmää ja päivää kohti. Työn säästön lisäksi on ollut myös taloudellista hyötyä. Kuivalantajärjestelmässä kuivikkeita voidaan joutua ostamaan, ja kuivikevarastot aiheuttavat investointimenoja (VOGT 1976 s. 76). Taloudellisten hyötyjen lisäksi lietelantajärjestelmä on pienentänyt eläinten sairauksia ja loukkaantumisia. Erityisesti sorkat pysyvät kovina ja kunnossa. Rakolattia on hygieenisempi kiinteän lannan järjestelmiin verrattuna ja vedinpolkemien aiheuttama vaara on pienempi (HÜFFERMEIER 1985 s. 3).

Lietelanta käsittää sonnan ja virtsan, joihin on sekoittuneena vettä. Lisäksi siinä on enemmän tai vähemmän kuivikkeita ja rehunjätteitä ja vieraita esineitä. Eläinlajien lietelannan kuiva-ainepitoisuus on 7 - 15 %, josta orgaanista ainesta on 75 - 80 %. Tärkein ominaisuus, joka erottaa lietelannan kuivasta lannasta on sen pumpattavuus (HÜFFERMEIER 1985 s. 3, 6).

Puolikiinteässä lannassa on kuiva-ainetta 12 - 20 % (MÅRTENSSON 1989 s. 175). Sitä on vaikea käsitellä, koska se ei ole pumpattavissa eikä käsiteltävissä kiinteänäkään. Kiinteän lannan levittimissä tarvitaan tiivis perälauta puolikiinteää lantaa kuljettaessa, ja sen varastoissa vaaditaan samanlaiset suoja-aidat kuin lietelannan säiliöissäkin (ANON. 1976b s. 18). Puolikiinteällä lannalla on siten sekä kiinteän että lietelannan haitat mutta ei kummankaan etuja.

1.2. Lietelannan levitysmäärät ja varastointitarve

Nautaeläinten lanta riittää lannoittamaan noin 60 % niiden nurmirehun tuottamiseen tarvittavasta peltoalasta (HÜFFERMEIER 1985 s. 5). Esimerkiksi 35 nautayksikön tuottama lanta on levitettävä maalajista riippuen vähintään 8 - 12 hehtaarin peltopinta-alalle (ANON. 1976a s. 14 - 15). Tehokkaimmillaan lietteen käyttö on kuitenkin, jos liete levitetään vähimmäisvaatimukseen verrattuna kaksinkertaiselle pinta-alalle (ANON. 1976 s. 15).

Nautakarjatalouden yhteydessä ei yleensä synny lannan ravinteiden ylijäämää, vaikka naudaneliöiden kannattava kuljetusetäisyys Saksan liittotasavallassa on HÜFFERMEIERin (1985 s. 5) mukaan 6 - 10 km, koska nautakarjatalous on

VOGTin (1976 s. 68) mukaan aina sidottu karkean rehun tuottamiseen tarvittavaan peltoalaan. Ongelma saattaa sen sijaan syntyä lannan muodostumis- ja levitysajankohtien sekä levityskaluston yhteensopimattomuudesta. Koska suurin osa pelloista on nautakarjatiloiilla nurmena, levitykseen sopivien lohkojen löytäminen on vaikeaa. Sopivia kohteita ovat vain perustettavat nurmet ja niiden suojaviljat sekä vähäiset pelkällä viljalla olevat lohkot. Lietettä pitäisi voida levittää myös nurmelle. Siihen liittyy kuitenkin rehuhygieenisia ongelmia. Niiden välttämiseksi levitettävän lietteen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla alhainen (noin 2 %), ja levityksen tulee tapahtua mielellään sateen alle juuri niiton jälkeen tai levitykseen on käytettävä lietelannan multainta. Pieni kuiva-ainepitoisuus johtaa levitettävän lietemäärän kasvuun jopa nelinkertaiseksi laimentamattomaan nähden, mistä on helposti seurauksena tiivistymisvaurioita pellossa. Näin vesipitoisen lietelannan levittämiseen olisikin viisainta käyttää kastelulaitteita. Sadetuksen mahdollistamiseksi ilman laimentamista on ruvettu kehittämään kiinteän ja nesteosan erottajia eli separaattoreita muun muassa Ruotsissa, Norjassa ja Saksan liittotasavallassa, jolloin nesteosa sadetetaan (EMGARDSSON 1989 s. 7, REXILIUS ja RÜPRICH 1989 s. 331).

Sikatalous perustuu useasti ostorehuun ja suurin yksiköihin. Näin siksi, että sikojen rehut ovat suhteellisen tiiviissä muodossa ja niiden kuljettaminen tilalle kannattaa kaukaakin. Sen sijaan sikaloiden liete saattaa olla hyvin vesipitoista (ka alle 5 %), jolloin lieteen kuljettaminen kauas talouskeskuksesta tai tilalta on kannattamatonta. HÜFFERMEIERin (1985 s. 4) mukaan sianlietteen kuljettaminen kannattaa Saksan liittotasavallassa 7 - 11 km:n etäisyydelle. Tämä johtaa varsinkin sikatalouteen erikoistuneilla tiloilla ravinneylijäämään, jonka hyödyntäminen on vaikeaa. Esimerkiksi noin 210 paikan lihasikala vaatii lannanlevitysalueekseen maalajista riippuen vähintään 8 - 12 ha (ANON. 1976a s. 14 - 15). Lisäksi myös sianlietteen tehokas hyväksikäyttö edellyttäisi vähimmäisvaatimukseen nähden kaksinkertaisia levitysaloja (ANON. 1976a s. 15). Ravinteiden kuljettamiseksi tilalta liete olisi saatava hyvin tiiviiseen muotoon esimerkiksi erottamalla kuiva-aine ja neste erilleen. Tällöin neste voitaisiin käyttää tilalla, ja kuiva-aine kuljettaa kauemmaksi jalostettuna esimerkiksi rakeistamalla ja lisäämällä kaupallisia ravinteita sopivassa suhteessa tiettyjen ravinnearvojen saavuttamiseksi. Turpeeseen imeyttäminen voi tuskin olla kannattavaa erikoistuneessa sikataloudessa, koska se johtaisi vain entistä suurempaan kuljetettavaan massaan ja ravinneylijäämään.

Erikoistunut kananmunien ja broilerinlihantuotanto voi eriytyä sikataloutta-kin enemmän varsinaisesta maataloudesta ja tämä johtaa helpommin ravin-

neylijäämään tilalla. Esimerkiksi 5 000 munivaa kanaa tarvitsee lantaansa varten maalajista riippuen vähintään 9 - 14 ha maata (ANON. 1976a s.14 - 15). Kanalalietteenkin tehokas hyväksikäyttö edellyttää vähimmäisvaatimukseen verrattuna kaksinkertaisia levitysaloja (ANON. 1976a s. 15). Kananlanta on kuitenkin huomattavasti muita lantoja tiiviimmässä muodossa, joten sen kuljettaminen kannattaa huomattavasti kauemmaksi. HÜFFERMEIERin (1985 s. 4) mukaan kananlantaa kannattaa kuljettaa aina 14 - 19 km.

Saksan liittotasavallan maatalouden tuottamasta lannasta 99,5 % käytetään lannoitteena pelloilla. Loput 0,5 % aiheuttaa paljon puhutut ympäristöongelmat. (HÜFFERMEIER 1985 s. 5.) Lietelantaa tulisi käsitellä siten, että se aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa ympäristölle säilyttäen parhaan mahdollisen arvon lannoitteena (ANON. 1976 s. 16).

40 % nautaeläinten lannasta leviää laiduntamisen yhteydessä laitumelle (ANON 1976a s. 19). Jos laidunnetaan, tämä luonnollisesti pienentää tarvittavaa varastotilaa. Käytännössä lypsykarjan lannalle tarvittavat 8 kuukauden ja 12 kuukauden varastointiajan mukaiset lietesäiliön tilavuudet eivät poikkea toisistaan paljoakaan. Sikaloiden lietevarastot tulisi sen sijaan mitoittaa 12 kuukauden mukaan. Lietesäiliön kasvattaminen yli 12 kuukauden varastointia varten ei ole mielekästä, koska tällöin on aina kyse ravinteiden ylituotannosta tilalla, eikä ongelmaa voida ratkaista varastoja kasvattamalla.

Varastointiaikaa pienentävinä seikkoina voidaan erityisistä syistä ottaa huomioon tilan maantieteellinen sijainti, paikallinen ilmasto, viljelysuunnitelma ja lietteen levitysaikataulu. Muodostuvan lietelannan määrää arvioitaessa on otettava huomioon myös pesuvesien, juomalaitteiden hukkaveden ja rehuun lisätyn veden määrä (ANON. 1976a s. 19).

Lietelantasäiliön tilavuus määrää useasti järjestelmän taloudellisen kannattavuuden (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 50). Sen tähden on vältettävä kaikkea ylimääräistä vedenkäyttöä, joka lisää lietelannan määrää. SARINin (1987 s. 71) mukaan maatilahallituksen vanha suositus lietesäiliön koosta (14 m³/ny x 8 kk) johtaa noin 20 % tarkoitettua lyhyempään varastointiaikaan. Tähän on ollut syynä painovoimaisesti täyttyvän lietesäiliön liian suuri korkeusasema rakolattiapalkistoon nähden (SARIN 1987 s. 72). Toisaalta useat aikaisemmat arviot tarvittavasta lietesäiliön koosta ovat huomattavasti pienempiä maatilahallituksen vanhaan suunnitelmaan nähden. Esimerkiksi JEBAUTZKE ja POHLMANN (1966 s. 50) arvioivat tarpeeksi ainoastaan 1,1 m³/kk/ny, Bruckner (Ref. JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 50) 0,6 - 1,1 m³/kk/ny ja VOGT (1976 s. 67) 1,5 m³/kk/ny. Vastaavasti 100 kg:n

painoinen sika tuottaa HOJOVECin (1983 s. 22) mukaan 240 litraa lietettä kuukaudessa.

Varastoja kasvattamalla voidaan tasoittaa ainoastaan lietelannan muodostumisen ja levitysmahdollisuuksien ajallista eroavaisuutta vuoden sisällä. Mikäli varastointitarve kasvaa tätä suuremmaksi, on ylimääräinen liete kuljetettava tilalta pois. Valitettavasti varsin yleisesti ongelma ratkaistaan käyttämällä liete syksyllä tai talvella ja jättämällä multaamatta, jolloin häviää suuri osa typestä, mikä on kasveille haitallisin ravinne yliannostettuna. Typeä haihtuu tällöin ilmaan ja huuhtoutuu vesistöihin. Fosfori ja kali sen sijaan kertyvät maahan ja huuhtoutuvat vesistöihin vasta hyvin suurina kertyminä. Pääasiallisesti ne joutuvat vesistöön eroosion mukana.

Nyrkkisääntönä ljetesäiliöiden mitoituksessa on Saksan liittotasavallassa noudatettu taulukon 1 mukaisia arvoja.

Taulukko 1. Eri eläinlajeilla noudatettavat lietelannan määrät kuukaudessa ljetesäiliön mitoituksessa saksalaisen nyrkkisäännön mukaan (HÜFFERMEIER 1985 s. 3).

Table 1. Quantities of slurry, i.e. liquid manure, produced per month by different kinds of animals according to a German rule of thumb (HÜFFERMEIER 1985 p. 3).

Eläinlaji <i>Animal</i>	Lietettä m ³ /kk/GV <i>Slurry m³/mo./GV</i>	Lietettä m ³ /kk/1000 kanaa <i>Slurry</i> m ³ /mo./1000 hens
Nauta <i>Neat</i>	1,5	
Sika <i>Pig</i>	1,4	
Kana <i>Hen</i>		7,0

GV = 500 kg elopainoa

GV = 500 kg live weight

Taulukon mukaisia kuukausittaisten lietelantamäärien arvoja ei kuitenkaan käytännössä ole saavutettu Saksan liittotasavallassa. Taulukossa 2 esitetyt kuukausittaisten lietemäärien arvot vastaavat paremmin todellista tilannetta. (HÜFFERMEIER 1985 s. 4 - 5).

Taulukko 2. Käytännössä havaitut lietelantamäärät eri eläinlajeilla (HÜFFERMEIER 1985 s. 4 ja Fiedler Ref. HÜFFERMEIER 1985 s. 4).

Table 2. *Quantities of slurry observed in practice from different kinds of animals (HÜFFERMEIER 1985 p. 4 and Fiedler ref. HÜFFERMEIER 1985 p. 4).*

Eläinlaji <i>Animal</i>	Lietelantamäärä m ³ /kk/GV <i>Slurry</i> m ³ /mo./GV
Lypsylehmä <i>Dairy cow</i>	1,3 - 1,4
Lihanauta <i>Beef cattle</i>	1,0
Nuorkarja <i>Young cattle</i>	0,9
Lihasisika <i>Fattening pig</i>	0,9 - 1,4

Suomessa sen sijaan on käytännössäkin parsinavetoissa muodostunut naudaneliäntä kuukausittain taulukon 1 mukaisia määriä. (ANON. 1976 s. 32).

1.3. Eläinten liikkumisalueet

1.3.1. Kiinteä lattia ja jaloittelualaue

Lehmät likaavat hännällään itsensä, jos lantakäytävällä on vetistä lantaa. Lisäksi sorkkien pysyminen märkinä pehmittää sorkat ja voi aiheuttaa niihin sairauksia. Virtsalammikoita muodostuu varsinkin pihatoiden pitkille lantakäytävälle lannan patoamille tai kuopalla oleville alueille. Sen vuoksi lanta pyritään poistamaan usein. Yleensä lannanpoistolaitetta käytetään 3 - 12 kertaa viikossa. Jatkuvasti käyvät koneet ovat sen sijaan harvinaisia. Virtsan valumista voidaan edistää tekemällä lattiat ja lantakäytävät lantasailiöön päin viettäviksi. Sopivat kaltevuudet kiinteille lattioille nähdään taulukosta 3.

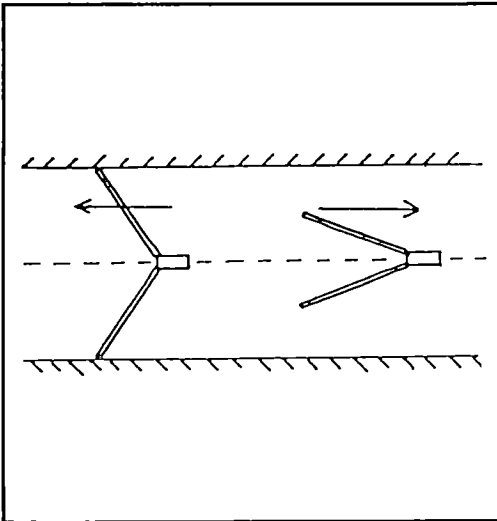
Taulukko 3. Kiinteiden lattioiden kaltevuus (JOHANSEN 1989 s. 201).

Table 3. Optimal slopes for non-slatted floors (JOHANSEN 1989 p. 201).

	Kaltevuus, % Slope, %	
	Sikalat <i>Piggeries</i>	Navetat <i>Cow barns</i>
Parret lantakouruun päin <i>Stalls/pens: slope down towards gutter</i>	1 - 1,5	1 - 1,5
Käytävät poikittain, lannanpoisto käsin <i>In transversal direction of dung alleys, manual mucking-out</i>	0,5 - 1	2 - 2,5
Käytävät poikittain, lannanpoisto koneellisesti <i>In transversal direction of dung alleys, mechanized cleaning</i>	0,5 - 1,5	0 - 2,5
Käytävät pitkittäin, lannanpoisto käsin <i>In longitudinal direction of dung alleys, manual mucking-out</i>	0 - 1	2,5 - 3,5
Käytävät pitkittäin, lannanpoisto koneellisesti <i>In longitudinal direction of dung alleys, mechanized cleaning</i>	0	0 - 3,5
Lattiat yleensä <i>Floors generally</i>	1 - 2	1 - 2

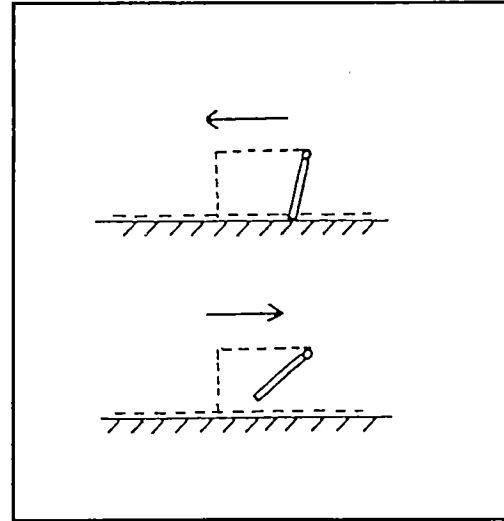
Kiinteät lattiat voidaan puhdistaa myös traktorin ja perälevyn sekä etu- tai takakuormaajan avulla. Tämä edellyttää, että pohjat ovat tasaiset, tukipilareita ja vaikeita kulmia on vähän ja katto on riittävän korkealla (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 22). VOGTin (1976 s. 83) mukaan traktorin perälevy on eteen asennettua parempi suuren liikkuvuutensa takia. Mikäli pihatto on rakennettu toiminnallisesti tehokkaaksi, traktorin käyttäminen on käytävien ahtauden takia hankalaa. Sellaisissa käytävissä puhdistamiseen käytetään kiinteitä lantakoneita. (VOGT 1976 s. 85.)

Kiinteiden lattioiden lantakoneet voidaan toimintatapansa perusteella jakaa taittuva- ja läppäraappaisiin. Ne voivat olla jatkuvakäyttöisiä tai jaksoittain käytettäviä. Raappojen nopeus on enintään vain 4,2 cm/s, koska ne eivät saa häiritä eläimiä. Taittuvat raapat vaativat aetakseen vähintään leveytensä pituisen matkan. Etuna niillä on automaattinen sopeutuminen lantakäytävän leveyteen, lietteen kerääntyminen keskelle vetotangon kohdalle ja sivuttaisrasitusten pieneneminen. Läppäraappojen huonona puolena on, että ne vaativat juuri oikean levyisen lantakäytävän ja vinokuormat saattavat olla hyvin suuria. Esimerkiksi ruokintapöydän viereen tulee pöydältä putoavan rehun takia heikon koneen särkevä toispuoleinen kuorma.



Kuva 1. Taattuvaraappainen lantakone (VOGT 1976 s. 84).

Figure 1. Cleaner with turning scrapers (VOGT 1976 p. 84)



Kuva 2. Lämpäraappainen lantakone (VOGT 1976 s. 84).

Figure 2. Cleaner with flap scrapers (VOGT 1976 p. 84).

Kumpaakin raappatyyppeä käytettäessä suurin lantakäytävän leveys on 3,5 metriä. Taattuvaraappaiset lantakoneet soveltuvat parhaiten pienisivukuormaisiin leveisiin kouruihin, joissa lanta on tasaisesti jakautunut. Lämpäraappaiset soveltuvat parhaiten kapeisiin lantakäytäviin, joita on muun muassa parsinavetoissa. Taattuvaraappa ei saa olla korkeampi kuin 12 cm, kun taas lämpäraapan tulee olla vähintään 20 cm korkea. Raappoja liikuttavina eliminä voi kumpaakin raappatyyppeä käytettäessä toimia ketju, vaijeri, ruuvi tai tanko, johon voi olla liitetty säppikytkin. Ketjuvetoisten laitteiden ongelmana on ollut suuri kuluminen. Tankokoneiden asennus ei aina onnistu, ja säppikytkimet ovat kalliita (VOGT 1976 s. 85 - 86). Suomessa sen sijaan on havaittu, että säppikone saattaa maksaa vähemmän kuin ilman säppikytkintä oleva kone, koska siihen tarvitaan vähemmän materiaalia.

Taattuvara- ja lämpäraappaiset lantakoneet voivat purkaa suoraan lietesäiliöön, jos ne asennetaan kulkemaan jonkin matkaa teräskiskojen päällä, jotka ovat toisistaan noin 40 cm etäisyydellä (VOGT 1976 s. 88). Ongelmaksi muodostuu tällöin alipaineilmanvaihdon yhteydessä sisälle pääsevä kosteus, ammoniakki ja rikkivety, sillä raappakanavaa ei saada kumiläpällä riittävän tiiviiksi. Lisäksi kiinteiden lattioiden lantakoneiden tulee olla siten kytketyt, että ne käynnistetään käsin, mutta sen jälkeen ne toimivat automaattisesti (VOGT 1976 s. 86).

1.3.2. Rakolattia

VOGTin (1976 s. 88) mukaan rakolattian rakentaminen ei kannata, jos lietelantala ei ole sen alla. Silloin on syytä käyttää kiinteää lattiaa (VOGT 1976 s. 88). Suurten kiinteälattiaisten lantakäytävien käyttäminen suomalaisissa ilmasto-olosuhteissa johtaa kuitenkin helposti kosteusongelmaan erityisesti navetoissa (KAPUINEN ja KARHUNEN 1988 s. 82).

Hyvin toimivalla pihatton rakolattialla eläimet pysyvät yhtä puhtaina ilman päivittäistä puhdistustyötä kuin parsinavetassa päivittäisellä puhdistustyöllä. Rakolattian puhdistuksessa säästetään tätä vastaava työmäärä. Viikoittain on vain puhdistettava rakolattia seinän vierille ja kulmiin jääneistä lantakasoista. Muualta rakolattiapalkit kannattaa puhdistaa kuukausittain. Rakolattia on helppointa ja vähätöisintä pitää puhtaana, kun eläimet kulkevat vapaina karsinassa. Rakolattian toimivuus riippuu palkkien leveydestä, raon leveydestä, rakolattia-alasta, palkkien muodosta, eläinten liikkumisen määrästä karsinassa, lannan laadusta, virtsan määrästä, kuivikkeiden lisäyksestä ja ilmanvaihdosta. (NORDBØ 1962 s. 189, 192.) Taulukossa 4 on nähtävissä erilaisten kuivitustapojen vaikutus työn tuottavuuteen (HÜFFERMEIER 1985 s. 3).

Taulukko 4. Työn tuottavuus saksalaisessa 450 sian lihasikalassa käytettäessä erilaisia kuivitustapoja (HÜFFERMEIER 1985 s. 3).

Table 4. *Productivity of labour in a German fattening piggery with 450 pigs using different littering methods (HÜFFERMEIER 1985 p. 3).*

Kuivitustapa <i>Littering method</i>	Työn tuottavuus DM:ssä ¹⁾ työtuntia kohden <i>Productivity of labour in DM¹⁾ per working hour</i>
Kuivikkeeton <i>No litter</i>	18,00
Vähän kuivikkeita <i>Some litter</i>	8,50
Runsaasti kuivikkeita <i>Much litter</i>	4,30

1) DM:n arvo on noin 2,5 FIM
1) *The value of DM is about 2,5 FIM*

Rakolattia-ala tulee pitää mahdollisimman pienenä eläinmäärään nähden. Minimiala määräytyy eläinten tarvitseman makuualan mukaan, johon on lisättävä hieman liikkumatilaa. (NORDBØ 1962 s. 191.)

PYYKKÖSEN (1987a s. 10) mukaan rakolattia-alaa saa olla korkeintaan 4 m²

nautayksikköä kohti. Toisaalta rakolattia-ala ei voi olla kovin pieni, koska lehmän käytettävissä olevan alan pienenytessä 2,5 m²:iin vedinpolkemat lisääntyvät huomattavasti (EKESBO 1962 s. 216). Eläinten tarvitsema rakolattia-alat ovat saatavissa NORDBØn (1962 s. 191) mukaan taulukossa 5.

Taulukko 5. Nautaeläinten tarvitsema karsina-ala, kun karsinassa on vain muutama eläin (NORDBØ 1962 s. 198).

Table 5. Pen area needed for neat cattle, when there are only few animals in the pen (NORDBØ 1962 p. 198).

Eläin <i>Animal</i>	Ikä vuotta <i>Age</i> years	Paino kg <i>Weight</i> kg	Rakolattia-ala m ² <i>Slatted floor area</i> m ²
Vasikka <i>Calf</i>			1,0 - 1,5
Hieho <i>Heifer</i>	1/2 - 1		1,5 - 2,0
Hieho <i>Heifer</i>	1 - 2		2,0 - 2,5
Täysikasvuinen <i>Full-grown</i>		500-600	3,5 - 4,0

Jos eläimiä on 15 - 20, voidaan alaa pienentää taulukossa 5 annetusta. Vastaavasti JEBAUTZKEN ja POHLMANNIN (1966 s. 36) sekä CASTRÈNIN (1987 s. 41 - 45) mukaan sopivat rakolattia-alat ovat taulukosta 6. CASTRÈNIN (1987 s. 42) mukaan erityisesti 2 - 3 kuukauden ikäiset vasikat likaantuivat, jos karsina oli liian ahdas.

Nuorten eläinten seistessä rakolattialla voidaan lattia-alaa säästää 40 - 50 % verrattuna tilanteeseen, jossa eläimet on kytketty parteen. Keskkikokoisissa karjoissa lypsylehmien osalta tilansäästö pihatton hyväksi verrattuna parsinavettaan on 20 - 25 %, mutta alle 10 lehmän karjoissa tilansäästö on olematon. Usean eläimen pitäminen samassa karsinassa on hyvä ratkaisu, koska eläimet ovat tällöin aktiivisia ja tallovat lantaa rakolattian läpi. Samasta syystä nuoret eläimet pitävät karsinansa paremmin puhtaana kuin täysikasvuiset eläimet. Karsinan muodoista pitkänomainen on neliötä parempi puhtaana pysymisen kannalta. Sopiva määrä kuivikkeita on hyvästä, koska se sitoo ylimääräistä kosteutta liian löysästä lannasta, ja tällöin lanta menee paremmin rakoihin.

Taulukko 6. Sopivat rakolattia-alat naudoille (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 36) ja vasikoille (CASTRÈN 1987 s. 41 - 45) pihatossa.

Table 6. *Optimal slatted floor area allowance for neat cattle (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 p. 36) and calves (CASTRÈN 1987 p. 41 - 45) in cubicles.*

Eläin <i>Animal</i>	Ikä kk <i>Age months</i>	Rakolattia-ala m ² /eläin <i>Slatted floor area m²/animal</i>
Nuorkarja <i>Young cattle</i>	2 - 5	1,1
Nuorkarja <i>Young cattle</i>	6 - 9	1,5
Nuorkarja <i>Young cattle</i>	9 - 15	1,9
Nuorkarja <i>Young cattle</i>	15 - 21	2,3
Kantava hieho ja lihanauta <i>Pregnant heifer and beef cattle</i>	> 24	3,0
Lypsylehmä <i>Dairy cow</i>		4,0
Vasikka ryhmäkarsinassa <i>Calf in group pen</i>	0,5 - 3,0	0,8 - 1,0

Kuivikkeita ei pidä kuitenkaan käyttää liikaa, koska silloin raot tukkeutuvat. Paras kuivike on kuiva hieno sahanpuru, mutta myös kutterinlastu on sopivaa. Sopiva määrä on 1 - 3 litraa lehmää kohti päivässä. Sen sijaan olki tai olkisilppu eivät sovi yhteen rakolattian kanssa. Olkea pitää kuitenkin käyttää vastasyntyneiden vasikoiden karsinoissa. Vasikka saa oljesta hyvän makuualustan, ja virtsa menee oljesta läpi. (NORDBØ 1962 s. 191 - 192, 198 - 199.) Rakolattian käyttö pikkuvasikoiden alla ei ole kuitenkaan täysin mahdotonta, mutta se edellyttää, että rakolattian alusta puhdistetaan päivittäin tai vasikoiden alla olevan mahdollisen lietealtaan kautta ei pääse nousemaan haitallisia kaasuja vasikan karsinaan (EKESBO 1962 s. 215).

Makuuparsirivien välillä käytävät ovat noin 2 metriä leveitä. Ruokintapöydän kohdalla käytävän tulee olla 3 metriä leveä. Poikittaiskäytävät ovat 1,2 metriä leveitä. (PYYKKÖNEN 1987 s. 35.) Käytävien leveydet määräävät rakolattiapalkkien pituuden edellä esitettyjä arvoja vastaaviksi. Neljän kuukauden ikäisillä vasikoilla karsinan syvyyden tulee CASTRÈNin (1987 s. 45) mukaan olla 2,5 - 3 metriä. Sairaskarsinan koon tulee olla 3,0 x 3,5 m (CASTRÈN 1987 s. 54).

Lannan ollessa kuivaa eläimet pysyvät puhtaampina kuin lannan ollessa hyvin

löysää. Puolikuiva lanta ei mene rakolattian läpi (NORDBØ 1962 s. 191). Rakolattia pysyy puhtaimpana silloin, kun raot ovat mahdollisimman leveitä ja palkit mahdollisimman kapeita. Eläimet eivät voi kuitenkaan elää rakolattialla, jossa on kapeat reunasta viistetyt palkit ja leveät raot. Useimmiten 40 % sorkan leveydestä on sopiva rakojen leveydeksi. Kuitenkin mikäli eläimet ovat rakolattialla vapaana ja ne painavat yli 600 kg rakojen leveyden ei tule olla suurempi kuin 5 cm. (NORDBØ 1962 s. 189.) NORDBØn (1962 s. 190) suositus rakolattian rakojen leveydeksi selviää taulukosta 7.

Taulukko 7. Rakolattian rakojen leveys eri ikäisillä naudoilla (NORDBØ 1962 s. 190).

Table 7. Recommended slit width of slatted floors for neat cattle of different ages (NORDBØ 1962 p. 190).

Eläin <i>Animal</i>	Ikä vuotta <i>Age</i> years	Paino kg <i>Weight</i> kg	Raon leveys cm <i>Slit width</i> cm	Palkin leveys cm <i>Slat beam width</i> cm
Vasikat <i>Calves</i>	0 - 1/2		2,5 - 3,0	7,5 - 12,0
Hiehot <i>Heifers</i>	1/2 - 1		3,0 - 3,5	9,0 - 14,0
Hiehot <i>Heifers</i>	1 - 2		3,5 - 4,0	10,5 - 14,0
Täysikasvuiset <i>Full-grown</i>		500 - 600	4,0 - 5,0	12,0 - 20,0

PYYKKÖSEN (1987a s. 10) mukaan rakolattian rakojen ja palkkien leveyden suhteen tulee olla 1:3, ja palkin leveyden enintään 14 cm. JEBAUTZKEN JA POHLMANNIN (1966 s. 36) mukaan rakolattiapalkkien tulee olla alle puolivuotiailla naudoilla 10,0 cm ja sitä vanhemmilla 12,5 cm. VOGTIN (1976 s. 88) mukaan rakolattiapalkkien leveyden tulee olla 12 cm, ja rakojen 3 - 4 cm. Jos lanta on kuitenkin hyvin löysää, on käytettävä mahdollisimman kapeita palkkeja. Kapeimmillaan palkit voivat olla 10 - 12 cm leveitä. Sikaloiden ja lampoloiden rakolattian rakojen enimmäismitat on määrätty eläinsuojeluasetuksessa (ANON 1988a s. 334). Nämä mitat nähdään taulukosta 8.

Taulukko 8. Rakolattian rakojen leveys eri ikäisillä sioilla ja lampailla (ANON. 1988 s. 344 ja JOHANSEN 1989).

Table 8. *Slit width of slatted floors for pigs and sheep of different ages (ANON. 1988 p. 344 and JOHANSEN 1989).*

Eläin <i>Animal</i>	Paino kg <i>Weight kg</i>	Eläinten kasvatustapa <i>Animal housing method</i>		Lähde <i>Source</i>
		Irrallaan cm <i>Loose cm</i>	Kytkeytyt, osittain rakolattialla cm <i>Tied on, partly on slatted floor cm</i>	
Emakot <i>Sows</i>	> 125 kg	1,8 - 2,0	2,2	JOHANSEN (1989)
Lihasiat <i>Fattening pigs</i>		< 2,2		ANON. (1988 s. 344)
	< 125 kg	1,8 - 2,0		JOHANSEN (1989)
Pikkuporsaat <i>Piglets</i>			< 1,7	ANON. (1988 s. 344)
Lampaat <i>Sheep</i>		1,2 - 1,4		JOHANSEN (1989)
		0,9 - 1,2		ANON. (1988 s. 344)
		1,0 - 1,2		JOHANSEN (1989)

Palkin leveydeksi suositellaan yleensä 3 - 4 kertaa raon leveys. Sopivat leveydet nähdään taulukosta 9.

Taulukko 9. Sopivat rakolattiapalkkien leveydet.

Table 9. *Optimal slit beam widths of slatted floors.*

Eläin <i>Animal</i>	cm
Lehmät <i>Cows</i>	12 - 15
Vasikat <i>Calves</i>	6 - 7
Siat <i>Pigs</i>	10 - 12

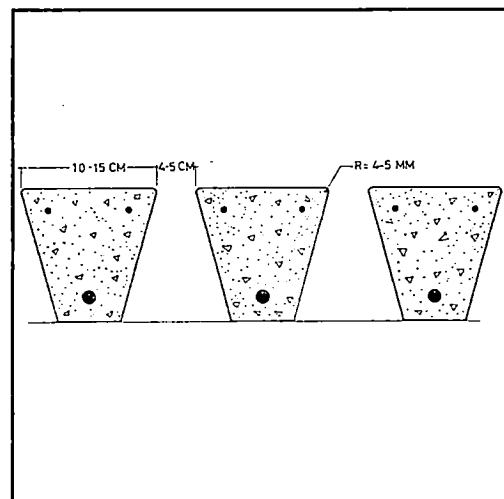
NORDBØn (1962 s. 191) mukaan rako saa naudoilla olla yhtenäinen, ja GREIFin (1983 s. 9) mukaan yhtenäinen pituus sioilla saa olla enintään 25 - 30 cm.

Pikkuvaskoiden karsinassa rakojen sopiva leveys on 2 cm, mutta 2 - 3

kuukauden iästä ylöspäin niiden pitää olla leveämmät, ja vasikan karsinaan sopivan rakolattiapalkin leveys on 6 - 7 cm. Tätä leveämmät rakolattiapalkit ja pyöreäselkäiset puupalkit vasikankarsinassa johtavat vasikoiden likaantumiseen. Alle 3 kuukauden ikäisillä vasikoilla rakolattian rakojen tulee ryhmäkarsinassa olla 2,0 - 2,5 cm. Tätä vanhemmille vasikoille sopivat 3 - 4 cm leveät raot. (CASTRÈN 1987 s. 41 - 42.)

Naudoilla rakolattioiden rakojen tulee olla jatkuvia, ainakin karsinan leveyden mittaisia. Rakolattiapalkin alla saa kuitenkin olla korkeintaan 20 - 25 cm leveitä kannatinpalkkeja. Raot tulisi tukkia kannatinpalkkien kohdalta, sillä muutoin nämä kohdat täyttyvät lannasta. (NORDBØ 1962 s. 191.) Sopiva menettely lienee, että täyttö viistetään siten, että se kapenee rakolattiapalkin yläreunaa kohti aina 2 - 3 cm:n levyiseksi.

Rakolattiapalkit voidaan tehdä kovalla kulutuspinalla varustetusta puusta, betonista tai teräksestä. Vasikoille riittää pelkkä puu hyvin. Tätä suurempien eläinten alla ilman kovaa kulutuspintaa oleva puu ei kuitenkaan kestä riittävän pitkää aikaa, jotta materiaali tulisi taloudellisesti kannattavaksi. Puulajeista kulutusta kestävin on tammi ja heikoin kuusi. Kulutuspintana Eternit on käyttökelpoinen. Sitä on saatavana ainakin 10 ja 15 mm paksuisena. Betonisille rakolattiapalkeille on asetettava kovat vaatimukset koskien betonilaatua, raudoitusta, muotoa ja yläpintaa. Raudoitettu betonista tehdyt rakolattiapalkit ovat käyttökelpoisia, mutta oikeanmuotoisia kaupallisia tuotteita on vaikea saada. Oikeanmuotoisen rakolattiapalkin selkä on tasainen. Poikkileikkauskulmien oikea pyöristys on säteeltään 4 - 5 mm. Kuvassa 3 nähdään oikeanmuotoiset rakolattiapalkit. (NORDBØ 1962 s. 192 - 194.) Palkin betonissa on oltava sementtiä 300 - 400 kg/m³. Lisäksi sen on oltava tiivistä ja peitettävä raudoitus 25 mm paksuudelta. Edelleen palkkien on oltava suorina ja rakojen toleranssin $\pm 3 - 5$ mm. Pinnan olisi oltava hieman karhea ja lautahierretty. (BERGE 1989.) Kuvassa 4 on rakolattiapalkkien oikea sijoitus seinän vieressä. Karsina-aitojen alle on jätettävä sen verran tilaa, että sorkat mahtuvat käymään aidan alla ja pitämään ai-



Kuva 3. Oikeanmuotoiset rakolattiapalkit (NORDBØ 1962 s. 194).
Figure 3. Proper shape of slat beam (NORDBØ 1962 p. 194).

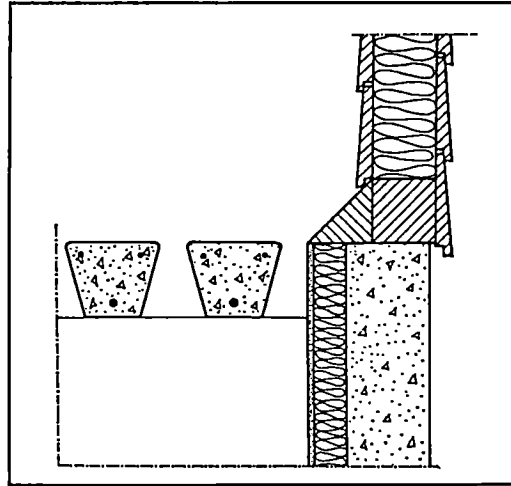
dan alustan puhtaana lannasta. Rakolattiapalkit saavat olla korkeintaan 2 - 3 m pitkiä. Muutoin niistä tulee hankalia käsitellä ja kannatuspalkeista tulee liian leveitä. (NORDBØ 1962 s. 195.) Rakolattiapalkkeja ei saa valaa kiinni lattiaan, koska silloin rikkoutuneen palkin vaihtaminen vaikeutuu (SARIN 1987 s. 63).

Nautaeläimillä rakolattia ei saa jäätyä, koska rakkolattia tukkeentuu jäätyessään. Sen tähden lämpötilan on pysyttävä nollan yläpuolella. Kylmä rakolattia ei ole myöskään terveellinen makaaville naudoille. (NORDBØ 1962 s. 197.) Näin ollen rakolattian käyttö kylmäkasvatuksen yhteydessä ei tule kysymykseen.

Sikalassa rakolattian toimivuus on vielä tärkeämpi kuin navetassa, koska siat yleensä pääsevät rakolattialta pois. Jos lattia on epämiellyttävä tai vaarallinen, siat tekevät tarpeensa makuupaikalle. Hyvälläkin rakolattialla noin 20 % sioista on saanut sorkkavaurioita. Kiinteällä lattialla taas on ollut rakolattiaa enemmän kosteata lantaa, jonka seurauksena sorkat ovat pehmeämmät, ja 35 % sioista kärsii sorkkavioista. (GREIF 1983 s. 8.)

1.3.3. Ritilät

Poiketen pihatoissa käytettävistä rakolattioista parsinavetoissa käytetään liete-lantajärjestelmän yhteydessä yleensä metallista ritilää lantakanavan päällä. Ritilän tulee olla tukeva astua päälle, jotta naudat eivät välttele sitä (VOGT 1-976 s. 76). Myös rakolattioita on yritetty käyttää, mutta parhaat tulokset on saavutettu juuri metalliritilöillä (NYSTRÖM 1962 s. 204). Ritilät ovat yleensä tehty T-profiiliteräksestä silloin, kun ritilä ja parsi on samassa tasossa, mutta jos ritilä on partta alempana, on käytetty myös pyöreäprofiilisesta teräksestä tehtyjä ritilöitä (JEBAUTZKE ja BOHLMANN 1966 s. 50). Parsinavetoissa on jouduttu puhdistamaan lantaritilät päivittäin esimerkiksi luudalla. Parsien puhdistamiseen kuluu sen vuoksi enemmän aikaa liete-lantanavetassa kuin kiinteän lannan navetassa. Ero on 0,2 - 0,6 min lehmää ja päivää kohti (ORAVA 1980 ja ANON. 1975 s. 21). Ritilä läpäisee lantaa hyvin, jos raon leveys on



Kuva 4. Rakolattiapalkkien oikea sijoitus seinän vieressä (NORDBØ 1962 s. 195).

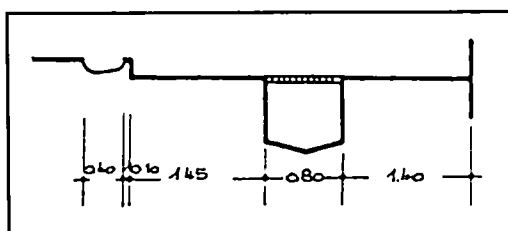
Figure 4. Proper placing of slot beams near the wall (NORDBØ 1962 p. 195).

4,5 cm (ANON. 1975 s. 34). Porsasritilä ei sovellu CASTRÈNin (1987 s. 42) mukaan käytettäväksi vasikankarsinan lattiana.

1.4. Liete- ja kokoojakanavat

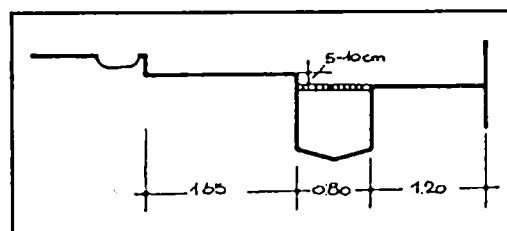
1.4.1. Valutusjärjestelmä

Järjestelmä sopii lähinnä navetoihin, joissa lannan pinnalle muodostuu rehunjätteistä tai kuivikkeista kuori (ANON 1987 s. 2). Sille on ominaista lannan jatkuva valuminen vesilukon kautta ulkona olevaan säiliöön. Kanavien pohja on yleensä vaakasuorassa ja kanavan loppupäässä on kynnyks, jotta kuoren alla säilyy lannan valumisen mahdollistava notkea lanta.



Kuva 5. Saksalainen valutusjärjestelmän lietekanava, jossa ritilä ja parsi ovat samalla tasolla (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 21)

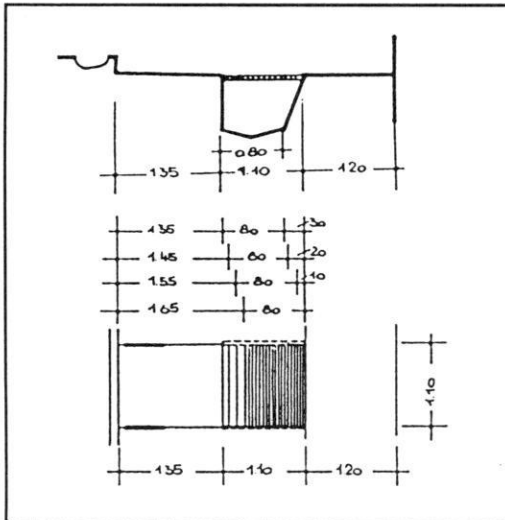
Figure 5. German slurry channel with continuous flow, where the grid and the stall are at the same level (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 p. 21).



Kuva 6. Saksalainen valutuskanava, jossa ritilä on partta alempana (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 22).

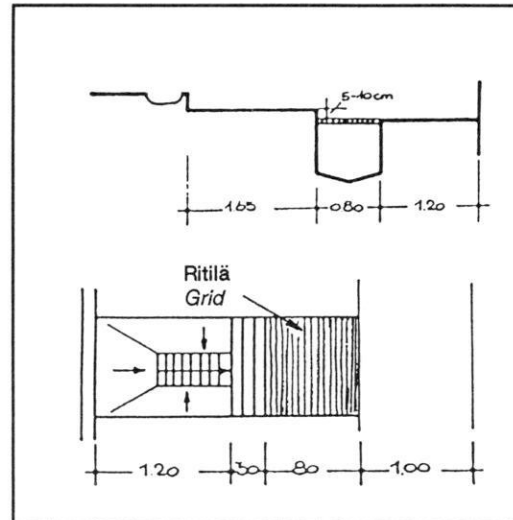
Figure 6. German slurry channel with continuous flow, where the grid is lower than the stall (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 p. 22)

Kuvassa 5 on esitetty saksalainen valutusjärjestelmän lietekanava, jossa ritilä ja parsi ovat samalla tasolla. Ritilän leveys on tässä ratkaisussa suomalaisittain suuri 0,8 metriä. Kuvassa 6 esitetyssä ratkaisussa ritilä on 5 - 10 cm parren pintaa alempana. Parsi on pidempi kuin kuvassa 5, joten sontiminen ritilälle on täytynyt varmistaa sähköpaimenella, jonka ärsytys saa lehmän seisomaan kauempana ruokintapöydästä. Kuvan 7 ritilän leveys on säädettävissä eläimen pituuden mukaan, kuten Suomessa käytetyissä ritiloissä. Ritilän leveys on kuitenkin leveämpi kuin suomalaisten navetoiden ritiloille on tyypillistä. Kuvassa 8 esitetty kanava on tyypiltään samanlainen kuin kuvassa 7 oleva, mutta se on varustettu sonnin virtsauksen kohdalla olevalla ritilän jatkeella. Lisäksi koko parsi on kallistettu tähän jatkeeseen päin, ja tämä edelleen varsinaiseen lantaritilään päin.



Kuva 7. Saksalainen valutuskanava, jossa on säädettävä parren pituus (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 22).

Figure 7. German slurry channel with continuous flow and adjustable stall length (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 p. 22).



Kuva 8. Saksalainen valutusjärjestelmän lietekanava sonninkarsinan kohdalla päältä (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 22).

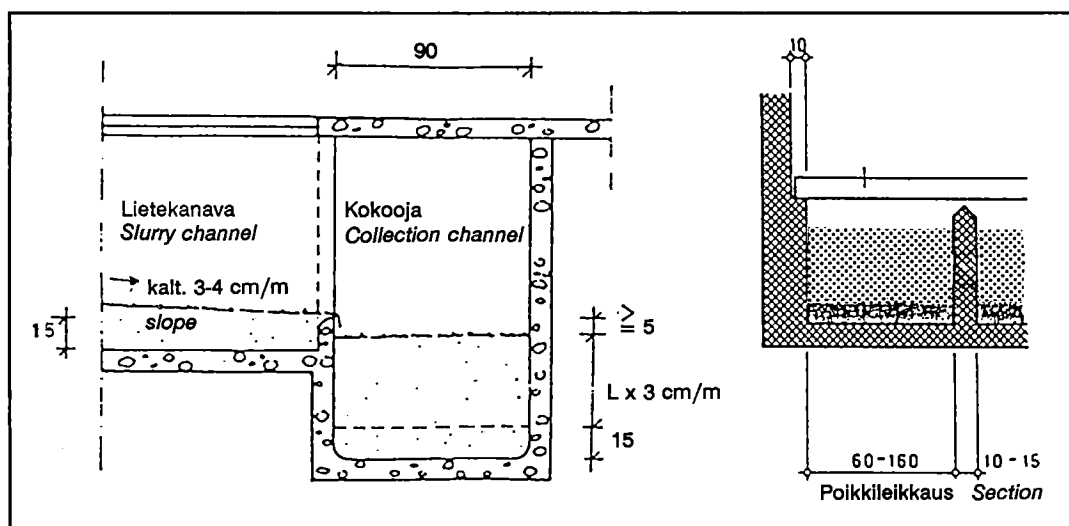
Figure 8. Bull stall in a German system with continuous flow in the channels (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 p. 22).

PUUMALAN ym. (1988 s. 21) mukaan lietekourut olivat suomalaisissa parsinavetoissa syvyydeltään ja leveydeltään 90 - 100 cm, ja kokoojakourut olivat 120 cm syviä ja leveitä. JEBAUTZKEN ja POHLMANNIN (1966 s. 50) mukaan lietekanavan tulee olla poikkileikkaukseltaan kutakuinkin neliö. Ulospäin vinot seinät aiheuttavat lannan tarttumista näihin seiniin ja veden lisästarvetta (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 51). Lietepinta viettää lypsykarjan kanavassa 1,5 - 2,5 % ja nuoren karjan kanavissa 2,0 - 3,5 %, ja tämä määrää omalta osaltaan kanavien pienimmän mahdollisen syvyyden (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 53). VOGTIN (1976 s. 76) mukaan lietepinta laskee vain 1 %, kun taas suomalaisen ohjeen mukaan lehmien lannan pinta laskee vähintään 3 % ja nuoren karjan lannassa vielä 0,5 - 1 % enemmän (ANON. 1986 s. 14).

Navetoissa kynnyksen lietekourun päässä on välttämätön, mutta sikaloissa sitä ei tarvita (VANHALA 1982 s. 101). Kanavia on syytä jatkaa noin 1 metri ohi viimeisen eläinpaikan, jotta kanavien perälle muodostuu lannan valumista edistävää vesipussi (HALONEN 1985 s. 101).

Koska kanavien muodon tulee olla lähellä neliön muotoa, määrää kanavan

leveys sen pienimmäksi korkeudeksi 60 - 80 cm. Korkeus voi kylläkin olla leveyttä suurempi kanavan suuren pituuden takia, mutta ei pienempi.



Kuva 9. Suomalaisen lantakourujen mitat (ANON. 1986 s. 14).

Figure 9. Dimensions of Finnish slurry channels (ANON. 1986 s. 14).

JEBAUTZKEN ja POHLMANNin (1966 s. 50) mukaan lietekanavan pohja ei saa laskea navetassa lietesäiliötä tai kokoojakourua kohti, vaan sen tulee olla vaakasuorassa tai kallistettu lietesäiliöstä tai kokoojasta pois päin. PUUMALAN ym. (1988 s. 21) mukaan lietekourujen kynnyksen korkeus oli suomalaisissa navetoissa 10 - 30 cm. Kynnystä edeltävän ja sen jälkeisen tason korkeuseron tulee olla vähintään 20 cm. Kynnyksen tulee olla tiivis, koska muutoin kuorettuman alla oleva neste karkaa, ja liete liikkuu huonosti. Kokoojan ja lietekanavan liittymiskohdan lisäksi ennen lietekanavan mutkaa ja kavennusta pitää olla kynnyks. Ruokintapöydän vieressä oleva jaettu lietekouru tukkeentuu rehunjätteiden kuivattavan vaikutuksen takia (SARIN 1987 s. 72). Ruokintapöydän viereinen lietekanava pitää tehdä ilman väliseinää aina 3 metrin leveyteen saakka. Muualle sijoitettu yli 1,6 metriä leveä lietekouru pitää jakaa väliseinällä.

Nuoren karjan ja vasikoiden liete ei valu ilman veden lisäystä (SARIN 1987 s. 73). Jos kuitenkin lietekanavan syvyys on riittävä ja ritilä on oikean tyyppinen, ei vettä JEBAUTZKEN ja POHLMANNin (1966 s. 50) mukaan tarvitse lisätä lietekanavaan. Veden lisäämistarpeen vähentämisen vuoksi lypsyaseman ja maituhuoneen pesuvedet tulisi mahdollisuuksien mukaan johtaa nuorenkarjan lietekanavan yläpäähän. Lisäksi kyseiselle paikalle pitäisi asentaa vesiposti

mahdollisen vedenlisäyksen helpottamiseksi. Paras sijoituspaikka lietekanavan toimivuuden kannalta nuorelle karjalle on lypsylehmien lietekanavan alajuoksu.

Taulukko 10. Valutusjärjestelmien kanavien mitoitus.

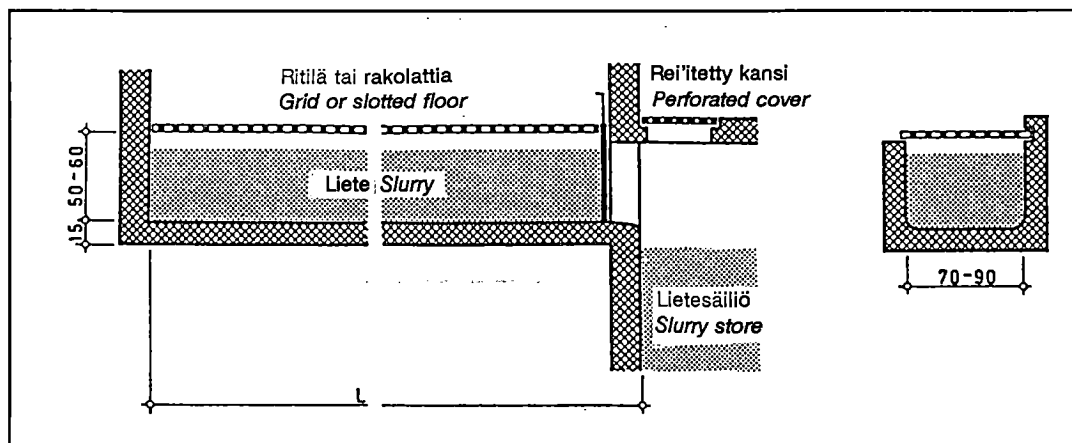
Table 10. Recommended dimensions of slurry channels with continuous flow.

Kanavien pituus <i>Channel length</i>	min	10 m
Kynnysväli <i>Threshold interval</i>		15 - 25 m
Leveys <i>Width</i>	max	1,6 m
Syvyys <i>Depth</i>	min	60 cm
Valumiskulma <i>Bottom slope</i>		
nuorkarja <i>young cattle</i>		4 %
lehmät <i>cows</i>		3 %
Kuivavara <i>Height reserve¹⁾</i>		5 cm
Kynnyksen korkeus <i>Threshold height</i>		15 cm
Kanavan syvyys: <i>Channel depth:</i>		
= kuivavara + perusosa + pituusosa <i>height reserve + threshold height + slope</i>		
= 5 cm + 15 cm + $l \times 3 (-4)$ cm		
missä l = kanavan pituus, m <i>where l = channel length, m</i>		
<small>1) normally unfilled upper part of channel, needed if the slurry is more viscous than normal</small>		

Lietekanavaan ei saa tehdä vedenjakajia, koska näihin muodostuu helposti tukos (SARIN 1987 s. 73). Pudotuskorkeuden yhdysputkeen on oltava riittävä, jotta liete kulkisi sitä pitkin välikaivoon tai suoraan lietesäiliöön (SARIN 1987 s. 73).

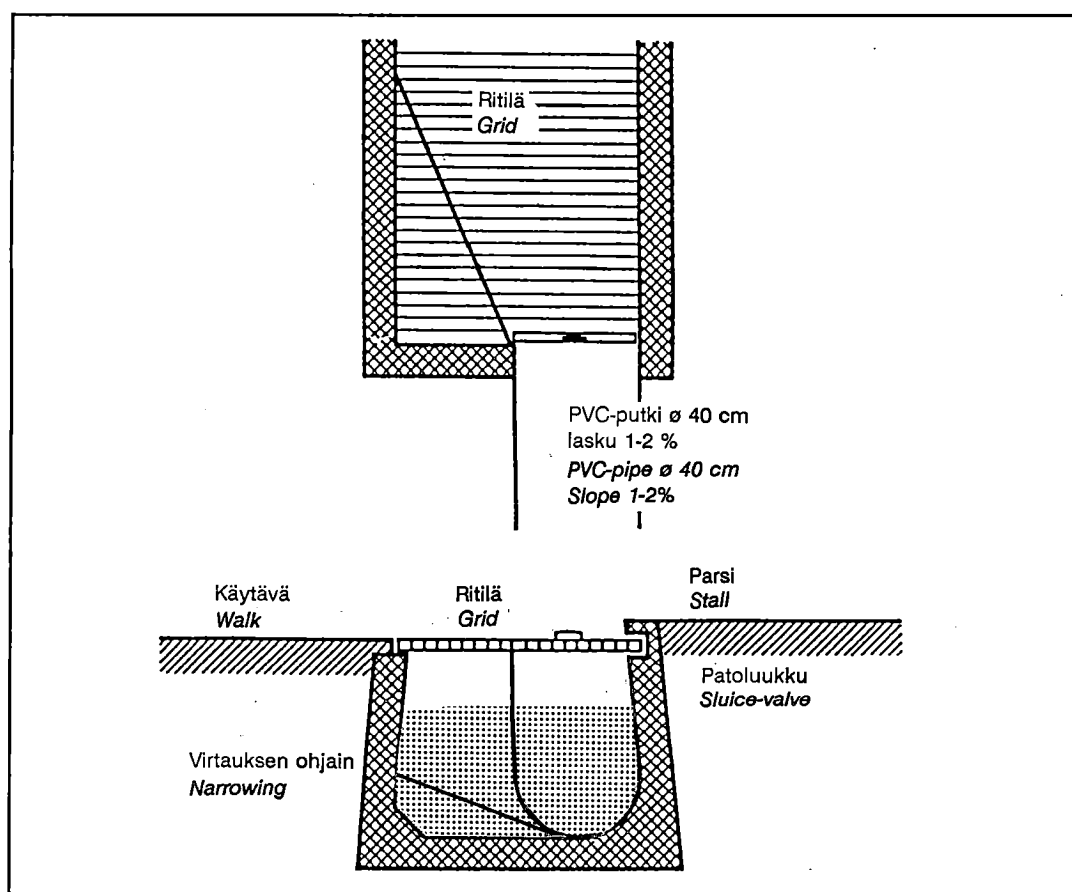
1.4.2. Padotusjärjestelmä

Järjestelmää käytetään pääasiallisesti lihasikaloissa. Sian lantaan muodostuu tavallisesti pohjallaskeuma. Kuorikerros muodostuu esimerkiksi säiliöön vain hyvin lämpimällä säällä. Järjestelmälle on ominaista patoluukku, josta lanta lasketaan tavallisesti muutaman päivän välein säiliöön.



Kuva 10. Sikalan padotusjärjestelmän kaavio (STEINER ym. 1987 s. 6).

Figure 10. Slurry system with sluice-valves in a piggery (STEINER & al. 1987 p. 6).



Kuva 11. Kanavan juohea supistuminen ennen patoluukkaa (STEINER 1987 s. 6).

Figure 11. Even narrowing of the slurry channel before the sluice-valve (STEINER 1987 p. 6).

Patoluukun poikkileikkaus (kuva 11) on tehtävä niin pieneksi, \varnothing 40 - 50 cm, että se voidaan nostaa käsivoimin kanavan ollessa täynnä. Kanavaa voidaan tarvittaessa supistaa patoluukun luona, kuten kuvasta 11 käy ilmi.

Taulukko 11. Padotusjärjestelmän kanavien mitoitus (STEINER ym. 1987, VANHALA 1982 s. 100).

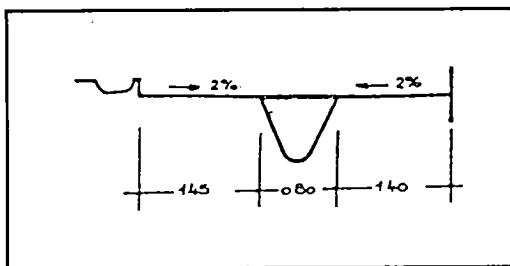
Table 11. Recommended dimensions of slurry channels with sluice-valves (STEINER & al. 1987, VANHALA 1982 s. 100).

Patoväli <i>Sluice-valve interval</i>	max	20 m
Leveys <i>Width</i>		0,7 - 0,9 m
Syvyys <i>Depth</i>	min	80 cm
Pohjan kallistuskulma <i>Bottom slope</i>		0 - 0,6 %
Kuivavara <i>Height reserve</i>		5 cm
Patoluukun halkaisija <i>Sluice-valve diameter</i>	max	50 cm
<p>* Poikkileikkauksen muoto suorakulmainen tai alaspäin levenevä. <i>Shape of channel section should be right-angled or wider at the bottom than at the top.</i></p> <p>* Patoluukun on oltava mieluiten koko poikkileikkauksen kokoinen ja kaasutiivis. <i>It is best if the sluice-valve is as large as the section of the channel and gas-tight.</i></p> <p>* On vältettävä mutkia ja supistuksia. <i>Bends and narrowings should be avoided.</i></p>		

1.4.3. Huuhtelujärjestelmä

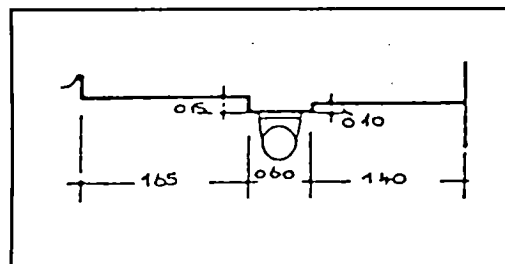
Kuvassa 12 esitetään eräs saksalainen huuhtelukanaava. Se poikkeaa suomalaisista kanavista muun muassa alaspäin kapenevan rakenteensa takia. Ritiän leveys, 80 cm, on siinä suomalaisittain suuri. Tosin varsinainen lietekanava on suomalaisissakin ratkaisuissa yhtä suuri. Veden lisääminen kyseiseen kanavaan on sen toimivuuden kannalta välttämätöntä.

Lannan poistamiseen lietelantaparsinavetasta voidaan käyttää myös kuvan 13 mukaista huuhtelujärjestelmää. Huuhdeltaessa pumpataan lantavettä paineella ritiän alla olevan kanavan läpi (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 21). Ritiän leveys on tässä ratkaisussa sama kuin Suomessa yleisesti käytetty.



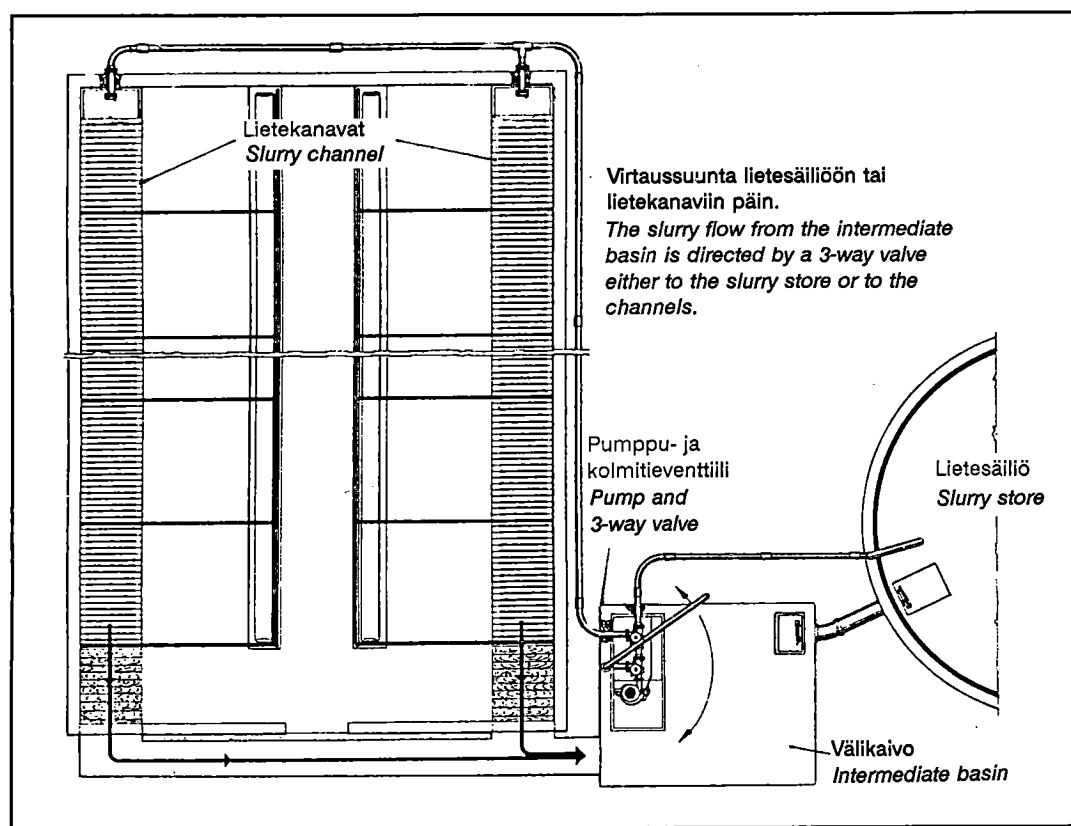
Kuva 12. Erään saksalaisen huuhtelujärjestelmän lietekanava parsinavetassa (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 21).

Figure 12. The slurry channel of a German flush system in a stanchion barn (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 s. 21).



Kuva 13. Huuhtelulannanpoistojärjestelmä parsinavetassa (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 21).

Figure 13. Flush slurry removal system in a stanchion barn (JEBAUTZKE and POHLMANN 1966 s. 21).



Kuva 14. Saksalainen huuhtelujärjestelmä kuvattuna päältä (VOGT 1976 s. 91).

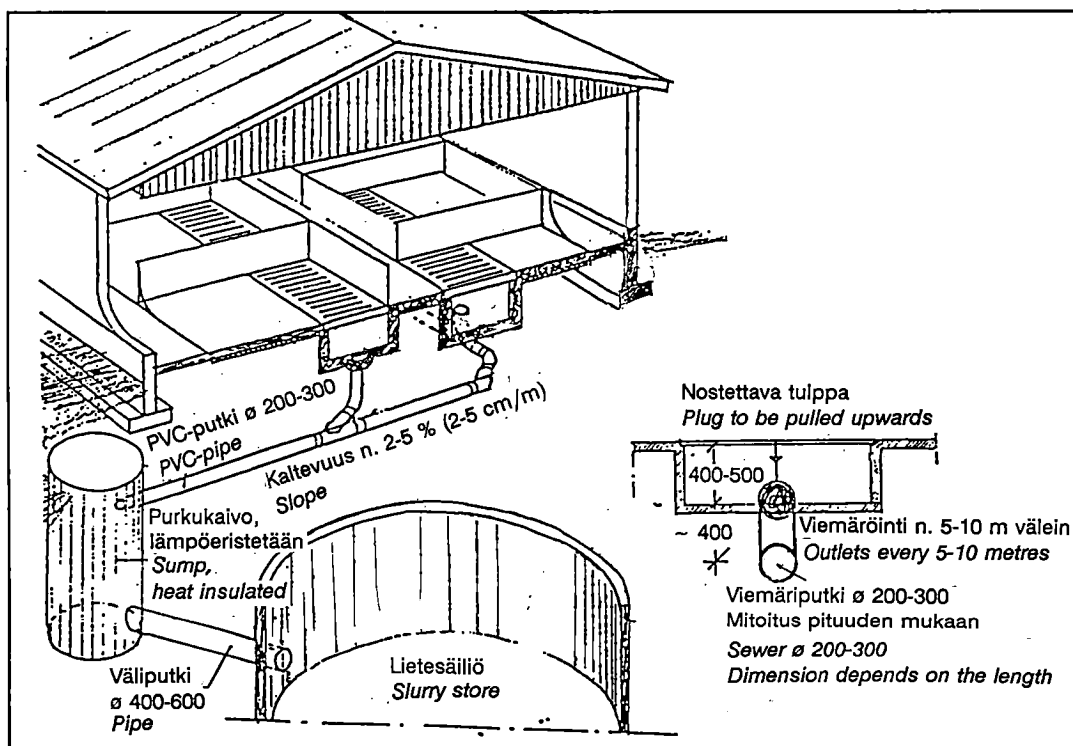
Figure 14. A German flush slurry removal system seen from above (VOGT 1976 p. 91).

Kuvassa 14 on saksalainen huuhtelujärjestelmä ylhäältä päin kuvattuna. Tässä järjestelmässä kanavat ovat vain metrin syvyisiä. Lietettä pumpataan lietekanavien yläpäähän, jolloin se huuhtelee lietekanavat kokoojaan tai suoraan välikaivoon. Myös kokooja voidaan tarvittaessa huuhdella erikseenkin vastaavalla

tavalla. Lietteen kierrätykseen käytettävien putkien tulee olla läpimitaltaan vähintään 150 mm. Samaa pumppua voidaan käyttää huuhtelun lisäksi lietteen pumppaamiseen varsinaiseen lietesäiliöön ja lietevaunuun sekä lietteen sekoittamiseen. Sähköpumpun tehon tulisi olla 15 kW. Traktorikäyttöisten laitteiden teho voi olla aina 30 kW:in saakka. (VOGT 1976 s. 91 - 96.)

1.4.4. Viemärijärjestelmä

Järjestelmää on alettu rakentaa liha- ja emakkosikaloihin. Sille on ominaista, että lanta lasketaan keräysaltaista 1 - 14 päivän välein muovisia viemäriputkia myöten suoraan tai pumpulla pumppukaivon kautta lietesäiliöön. Toimintaperiaate käy selville kuvista 15, 16 ja 17. (BRØNDBO 1989, GOLDENSTERN 1986.)

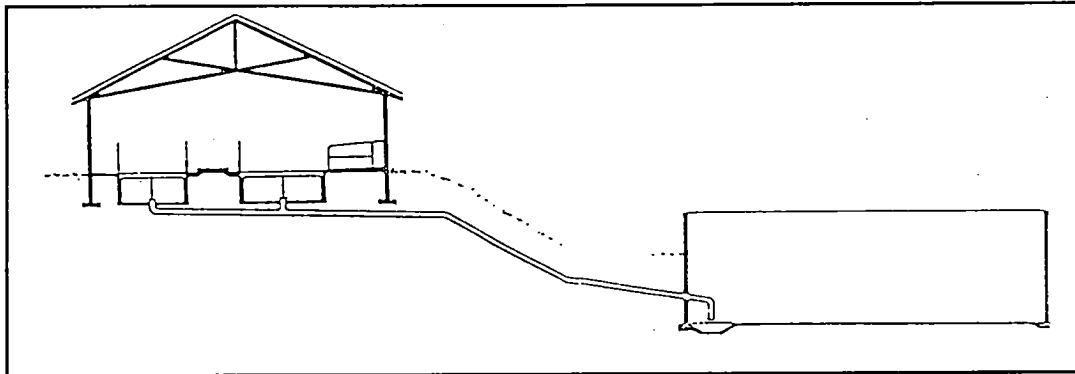


Kuva 15. Suomessa sovellettu viemärijärjestelmä sikaloihin (ISOTALO 1989 s. 8).

Figure 15. Gravity drain system used in piggeries in Finland (ISOTALO 1989 p. 8).

Kunnollisen tyhjentymisen varmistamiseksi lietealtaan pohjan on oltava vaakasuora, ja tyhjennysputken suun on oltava sikalassa altaan pohjan tasossa, koska sikalalietteeseen muodostuu pohjalaskeuma. Koska navetassa lietteen alle on saatava vesikerros lietteen kunnollisen liikkumisen varmistamiseksi, ja

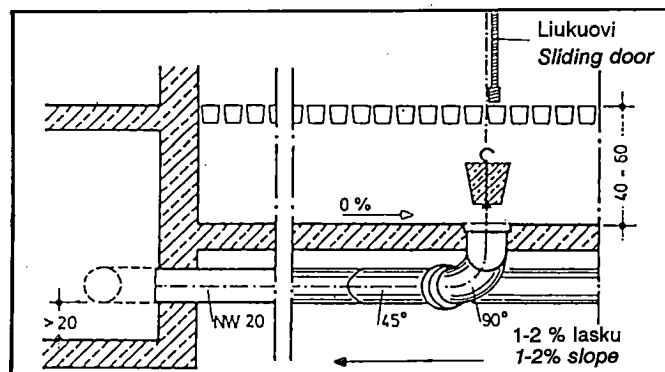
koska navetassa pohjallaskeumaa ei muodostu, tyhjennysputken suun on oltava 1 - 5 cm pohjaa ylempänä. Tyhjennysputken suu ei saa olla aivan altaan reunassa, vaan 0,5 - 1 m etäisyydellä siitä. Tyhjennysputkia pitää sikalan lietealtaassa olla vähintään 4 metrin välein ja navetassa 2 metrin välein. Sopiva tyhjennysputkien läpimitta on 200 - 400 mm riippuen kuivikkeen ja rehunjätteidien määrästä sekä lantapintojen korkeuserosta. Lietealtaiden ja lietesäiliön välille sopivat putkikoot ovat lihasikalassa 200 - 250 mm, emakkosikalassa 315 mm ja navetassa 400 mm.



Kuva 16. Norjalainen viemärilannanpoistojärjestelmä lietesäiliön ollessa 3 metriä lietealtaita alempana (BRØNDBO 1989 s. 4 - 5).

Figure 16. Norwegian gravity drain system with the slurry store 3 m below the slurry channels (BRØNDBO 1989 p. 4 - 5).

Kuvassa 16 esitetystä norjalaisesta pihatossa lantaa lasketaan päivittäin läpimitaltaan 20 cm putkea myöten noin 3 metriä alempana olevaan lantäsäiliöön. Suuren korkeuseron ansiosta putki voi päättyä vesilukkoon.

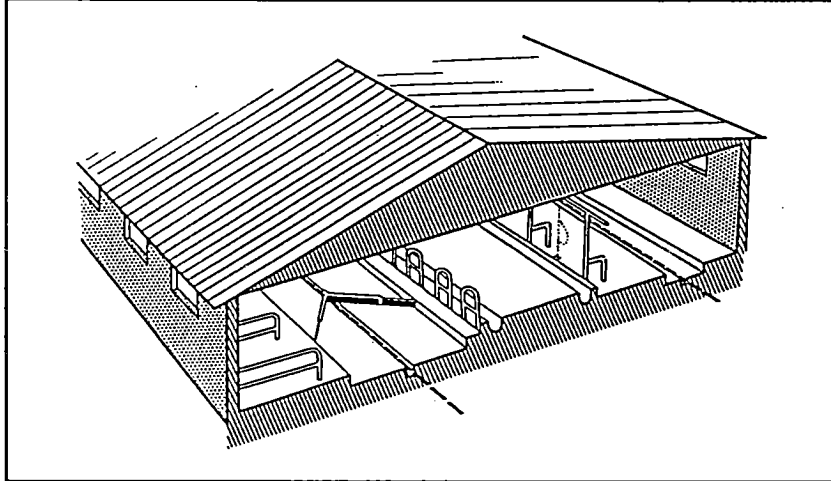


Kuva 17. Saksalainen viemärilannanpoistojärjestelmän lieteallas (GOLDENSTERN 1986).

Figure 17. The slurry channel of a German gravity drain system (GOLDENSTERN 1986).

Kuvan 17 saksalaisessa lihasikalassa lietealtaiden koko on noin 2 x 5 m ja syvyys 0,4 - 0,6 m. Tyhjennysputkiston läpimitta on 200 - 250 mm. Altaat tyhjennetään 7 päivän välein.

1.4.5. Koneelliset järjestelmät



Kuva 18. Taattuvaraappainen lantakone navetan avoimessa lantakourussa.

Figure 18. Cleaner with turning scrapers in an open gutter in a cowshed.

Koneellista poistoa käytetään muun muassa mullinavetoissa, lihasikaloissa ja kanaloissa. Koneellisessa järjestelmässä kourut ovat yleensä matalat, jonka ansiosta ne voidaan yleensä sijoittaa rakennukseen kalliota louhimatta ja varsinkin peruskorjauksissa ilman työläitä rakennuksen sisäisiä kaivauksia. Samoin lietesäiliö voidaan sijoittaa ylempiä kuin muissa järjestelmissä. Kanavat kantaa olosuhteiden salliessa tehdä kuitenkin noin 50 cm syviksi konerikkojen varalta. Lanta siirretään lämpimissä tiloissa raapoilla ja kylmissä tiloissa yleensä traktorin puskulevyllä kokoojakanavaan tai lietesäiliöön. Raappoja vetää hydraulisylinteri tai köysivintturi, kuten kuvasta 18 käy ilmi. Kokoojakanavasta lanta valutetaan vesilukon kautta tai lasketaan patoluukusta pumppukaivoon taikka lantäsäiliöön.

Hydraulisen raappakoneiston tehontarve on noin 120 W kanavametriä kohti, lannanpoistoon menee kerralla aikaa 0,4 - 0,9 min/m. Vuotuisen koneen hoitoon ja korjauksiin tarvittava työaika on noin 10 tuntia lihasikaloissa ja pihatoissa (KARHUNEN ym. 1988 s. 18, 27).

Taulukko 12. Koneellisten järjestelmien rakentamisessa noudatettavia periaatteita (KARHUNEN ym. 1988 s. 3, 9, JOHANSEN 1989 s. 201).

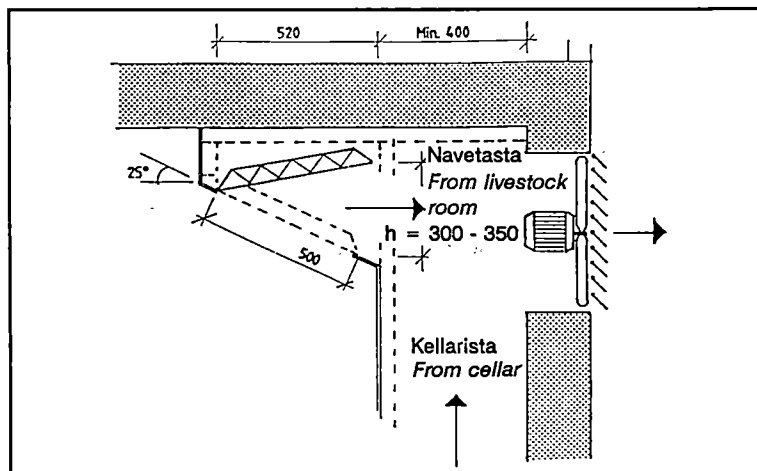
Table 12. Dimensions to be observed when building mechanized slurry removal systems, like mechanized scrapers or slurry removal with tractor dozer blade (KARHUNEN & al. 1988 p. 3, 9, JOHANSEN 1989 p. 201).

Lantakanavan pituus <i>Channel length</i>	max	30 - 80 m
Leveys <i>Channel width</i>		0,5 - 3 m
Avoimen lantakourun syvyys <i>Depth of open gutter</i>		10 - 30 cm
Kanavan syvyys rakolattiapalkin alla <i>Depth of channel under slatted floor</i>	min	20 - 30 cm
Kanavien pohjan aaltomaisuus <i>Wave shape of channel bottom</i>	max	1 cm/3 m 2 cm/20 m

1.5. Lantakellarijärjestelmä

Norjassa on luonnollista rakentaa lantakellari, koska sen rakentaminen ei mäkisessä maastossa aiheuta ylimääräisiä kustannuksia (NORDBØ 1962 s. 195). Suomen olosuhteissa kellarilantalan rakentaminen ei kuitenkaan kannata suhteellisen tasaisen maaston takia. HÜFFERMEIERin (1985 s. 5) mukaan lantakellari on kilpailukykyinen vaihtoehto uudis- ja laajentamisrakentamisessa. Näin ollen sen rakentaminen ei kannata ainakaan peruskorjauksen yhteydessä. VOGT (1976 s. 88) pitää sopivana kellarilantalan syvyytenä 1,5 - 2,0 metriä, mutta tämä ei riitä koko tarvittavaksi varastointikaudeksi. Kellarilantalaan liittyy myös eräitä jokapäiväisiä käytännön ongelmia. Kellarilantalan tyhjentäminen lietelannasta ei onnistu traktorilla luiskaa pitkin, kuten kuivan lannan poisto käy, vaan on turvauduttava muihin menetelmiin, kuten pumppuihin. (NORDBØ 1962 s. 196.) Kellarilantalan saaminen tyhjäksi pumpullakin on hankalaa, koska sekoittimien tehot eivät riitä saamaan lietettä pumpattavaan kuntoon. Norjassa on esiintynyt myös lantavuotoja lantakellarin ovista, koska ovia ei ole tehty riittävän hyvin (BERGE 1988 s. 5). Lisäksi sekoittaminen aiheuttaa voimakasta hajun muodostusta ja kaasumyrkytysvaaran.

Lantakellariratkaisun kaasuongelmien hallinta edellyttää, että lantakellarin seinät ovat tiiviit ja ilmanvaihto on riittävän tehokasta rakolattiapalkkien päällä. Tällöin rakolattian läpi nousevan ilman määrä on hyvin pieni verrattuna ilmanvaihtoon. Lietteen sekoittamisen yhteydessä pihattoon nousee suuria määriä vaarallisia kaasuja, ja lypsäminen on tällöin mahdotonta.



Polyuretaanilevy
20 kg/m³

Luukku leijuu ilmavirrassa muodostaen aukon, joka aiheuttaa 10 Pa:n (1 mmvp) paineenlaskun venttiilissä.

Venttiilin pituus sovitetaan halutun kapasiteetin mukaan.

Kaava:

$$V = vhl \cdot 3600$$

$$V = \text{ilmavirta, m}^3/\text{h}$$

$$v = \text{ilman nopeus, m/s}$$

$$h = \text{aukon tehollinen korkeus, m}$$

$$l = \text{aukon pituus kuvan syvyyssuunnassa, m}$$

$$3600 = \text{laatujen muuntokerroin, s/h}$$

Esimerkiksi:

$$V = 7 \text{ m/s} \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 3600 \text{ s/h}$$

$$V = 7560 \text{ m}^3/\text{h}$$

The flap, made of polyuretane board with 20 kg/m³ density, floats on the air stream and creates a 10 Pa (1 mm water column) reduction of pressure over the flap, i.e. 10 Pa bigger underpressure in the cellar than in the livestock room.

The length of the flap opening in depth direction of the picture is chosen according to the capacity wanted.

Formula:

$$V = vhl \cdot 3600$$

$$V = \text{air flow, m}^3/\text{h}$$

$$v = \text{airspeed, m/s}$$

$$h = \text{actual height of the opening, m}$$

$$l = \text{length of the opening in depth direction of the picture, m}$$

$$3600 = \text{unit conversion factor, s/h}$$

Example:

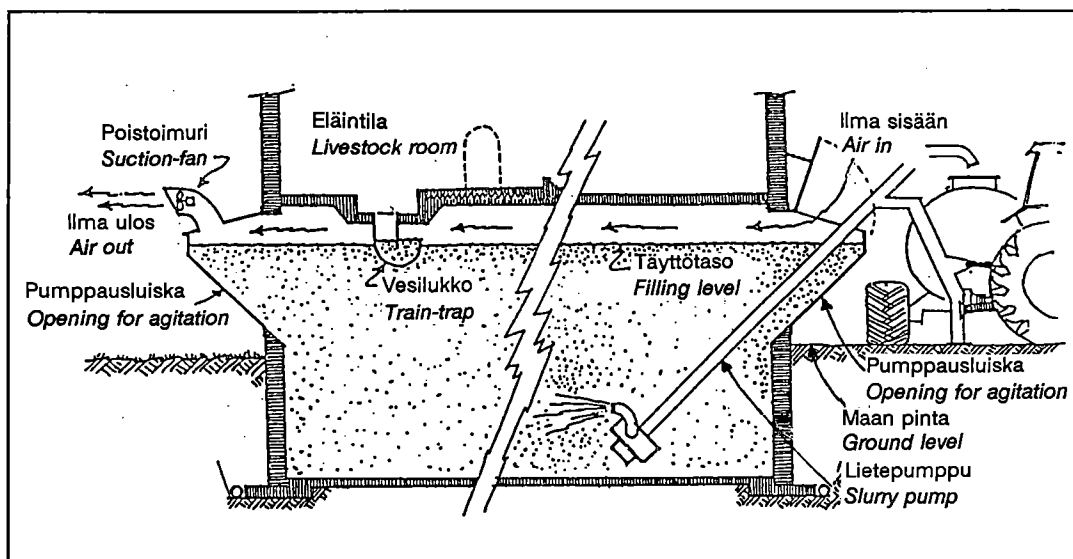
$$V = 7 \text{ m/s} \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 3600 \text{ s/h}$$

$$V = 7560 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kuva 19. Automaattinen eläintilan ja kellarilantalan välisen paine-eron säätäjä (SKJELHAUGEN ym. 1986 s. 12).

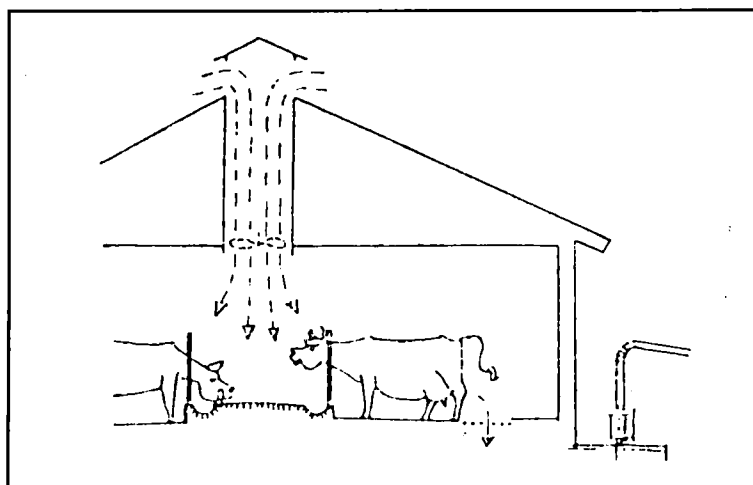
Figure 19. Automatic adjuster of the pressure difference between livestock room and slurry cellar (SKJELHAUGEN & al. 1986 p. 12).

Kaasuista aiheutuvaa haittaa voidaan pienentää asentamalla palkiston alta koko ilmanvaihtomäärän imevä puhallin. Suurta etua ei tästä kuitenkaan ole. (NORDBØ 1962 s. 196 - 197.) Kun lanta pudotetaan kellariin pienehköistä pudotusaukoista, on mahdollista aikaansaada ilman virtaus kellariin päin, kun poistoilma imetään kellarista, kuten kuvasta 19 nähdään (SKJELHAUGEN ym. 1986 s. 18). Painovoimakuormitteinensäätöläppä pitää kellarissa aina 10 Pa suuremman alipaineen kuin navetassa.



Kuva 20. Lantakellariin tehdyt sekoitusluukut (HANSEN 1989 s. 65)

Figure 20. Openings for agitation in a slurry cellar under the livestock room (HANSEN 1989 p. 65)



Kuva 21. Suunnanvaihtimella varustettu potkuripuhallin ylipaineen saamiseksi navettaan lietteen sekoituksen ajaksi.

Figure 21. Fan for underpressure ventilation equipped with reversing mechanism for producing overpressure in the livestock room while the slurry in the cellar underneath is agitated.

Sekoituksen helpottamiseksi on ruvettu rakentamaan sekoitusluukkuja kellarien seiniin. Eläintilan ja kellarin välillä on silloin vesilukko ja luukun kannessa on siirrettävä puhallin, jolla kellari voidaan aina sekoituksen aikana tuulettaa, kuten kuvasta 20 nähdään (HANSEN 1989 s. 65). Sekoituksen aikana voidaan myös käyttää ylipaineilmanvaihtoa, kuten kuvasta 21 nähdään.

Lietteen pumppaaminen on voitava hoitaa rakennuksen ulkopuolelta. Eräs

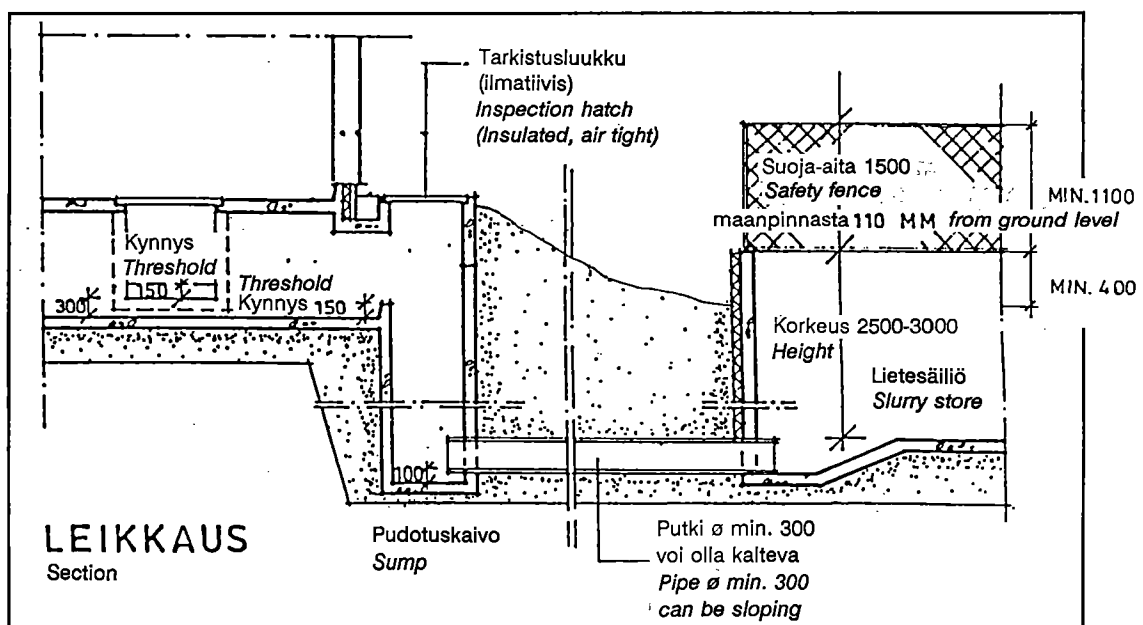
ratkaisu on tehdä lantakellarin pohjaan 20 - 30 cm syvä poikittaiskanava, jota pitkin liete johdetaan 20 - 30 m³ vetävään välikaivoon, josta se pumpataan pois. (VOGT 1976 s. 89.)

1.6. Hajulukko

Hajulukon on sijoitettava rakennuksen sisällä tai se on eristettävä hyvin taikka sijoitettava roudan ulottumattomiin maan alle, koska lietesäiliön reunalla sijaitseva hajulukko on herkkä jäätymään lietesäiliön ollessa tyhjä. Hajulukkoa ei pidä tuulettaa, koska se voi johtaa lietepinnan kuivumiseen ja hajulukon tukkeentumiseen. (SARIN 1987 s. 74.)

1.7. Yhdysputki

Yhdysputki tai sitä vastaava kanavan osa on eristettävä hyvin tai sijoitettava jäätymisen ulottumattomiin, syväälle maan alle. Yhdysputken sopiva läpimitta on 30 - 40 cm (JEBAUTZKE ja POHLMANN 1966 s. 53). Suomessa eläin-suojan ja lietesäiliön väli on yleensä lyhyt, alle 10 metriä. Tällöin yleensä kokoojakanavaa jatketaan lantäsäiliön viereen asti. Valutusjärjestelmässä tehdään kokoojakanavan päähän kynnys, pudotuskaivo ja säiliön suulle vesilukko, kuten kuvasta 22 voidaan todeta. Pudotuskaivon tarkistusluukun on oltava ilmatiivis ja lämpöeristetty.



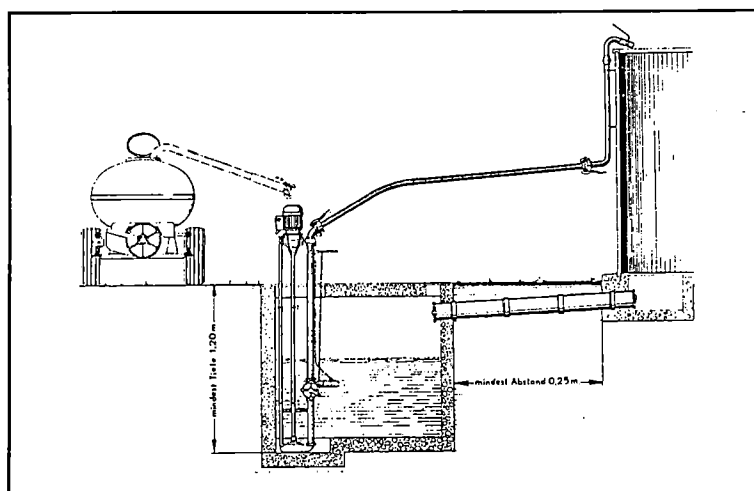
Kuva 22. Kaukana olevan lietesäiliön yhdistäminen pudotuskaivoon putkella (PIETIKÄINEN 1988).

Figure 22. A distant slurry store is connected to the sump with a pipe (PIETIKÄINEN 1988).

Jos säiliö on kaukana, yhdyskanava tehdään putkesta, jonka läpimitta on betoniputkella 70 cm (COLLINS ym. 1984 s. 3) ja muovilla 30 - 60 cm (PIETIKÄINEN 1988, SARIN ym. 1987, ISOTALO 1989). Käytettäessä pumppua putken läpimitta voi olla 12 - 15 cm. Putkeen tehdään hieman laskua, joka on tavallisesti 1 - 2 %.

1.8. Välikaivo

Välikaivoratkaisua joudutaan käyttämään, jos maaston korkeussuhteet eivät anna mahdollisuutta lietteen painovoimaiseen siirtämiseen karjasuojasta lietealtaaseen. Kuvassa 23 on poikkileikkaus tyypillisestä välikaivoratkaisusta.



Kuva 23. Tyypillinen sähköpumpulla varustettu välikaivojärjestely (VOGT 1976 s. 93).

Figure 23. A typical example of a system with a sump and an electric pump between livestock room and slurry store (VOGT 1976 p. 93).

Välikaivoa ei pidä tehdä syvemmäksi kuin 3 metriä, koska sitä pidemmällä akselilla varustetut pumpput ovat kalliita (VOGT 1976 s. 95). Välikaivoa ei kannata myöskään tehdä suuremmaksi kuin 20 - 30 m³, koska silloin sen rakentaminen tulee tarpeettoman kalliiksi (VOGT 1976 s. 95). Padotusjärjestelmässä välikaivoon on kuitenkin sovittava vähintään suurimman kanavan lantamäärä ja valutusjärjestelmässä noin kolmen vuorokauden lanta (NURMISTO 1985 s. 180).

Kun lietesäiliöstä on välikaivoon myös paluuputki, voidaan välikaivon tyhjentämiseen tarkoitettua lietepumppua käyttää myös lietteen sekoittamiseen ja kuormaamiseen lietevaunuun. Paluuputken sopiva läpimitta on 25 - 30 cm,

ja siinä pitää olla kaksi sulkuventtiiliä (VOGT 1976 s. 97). Myös maatilahalituksen rakentamisohjeen mukaan mahdollinen säiliön ja välikaivon yhdysputki on varustettava kahdella sulkuventtiilillä (ANON 1989 s. 5). Sekoittamisen onnistuminen edellyttää kuitenkin, että lietepumppu on suhteellisen tehokas, noin 300 m³/h (VOGT 1976 s. 98). Sekoitusputki tulee pakostakin pidemmäksi verrattuna tilanteeseen, että pumppusekoittaja pumppaa suoraan takaisin lietesäiliöön heti siivikon jälkeen sekoitussuuttimen läpi. Liete voidaan sekoittaa myös välikaivossa, mutta tällöin eri sekoituserien välillä olisi suuria eroja riippuen siitä, tuliko sekoitettava erä lietesäiliön pohjalta vai pinnalta. Yleensä järjestely johtaisi siihen, että ensimmäiset erät olisivat laihempia ja viimeiset paksumpia, jopa niin että lietesäiliötä ei saataisikaan kokonaan tyhjäksi. Näin ollen sekoittaminen on varminta tehdä jo lietesäiliössä.

1.9. Lietesäiliö

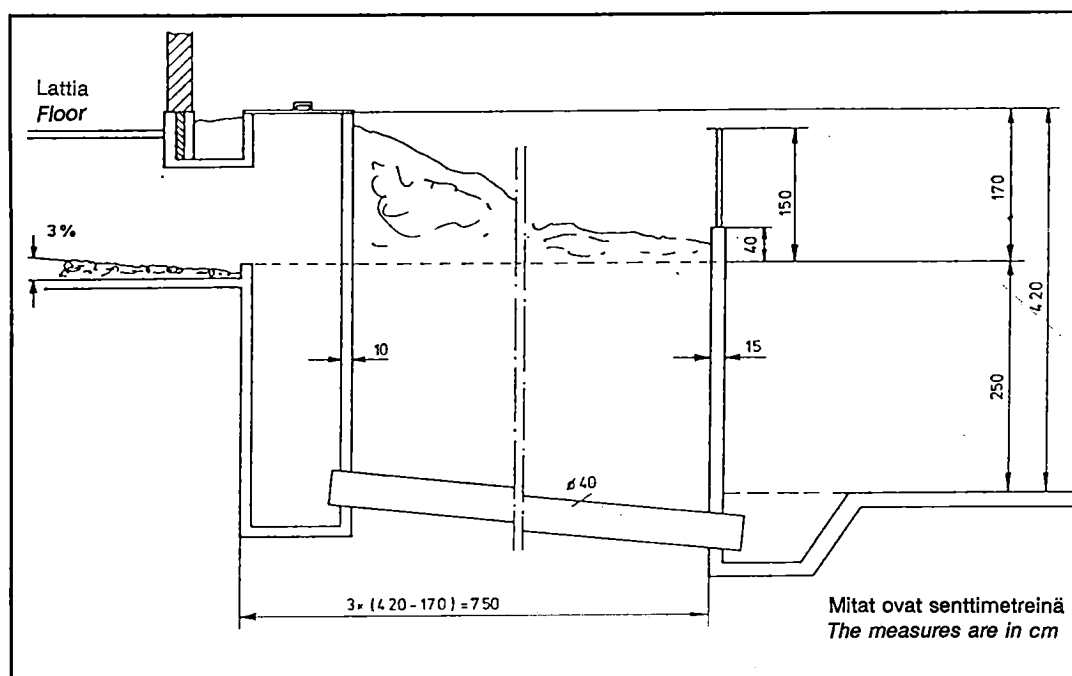
Varastoinnin aikana lietesäiliöstä haihtuu vettä ja kaasuja (HÜFFERMEIER 1985 s. 3). Lietesäiliön paikkaa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, että Suomessa tuulee yleensä etelän ja luoteen väliltä, että aurinko paistaa kaikkein voimakkaimmin etelästä ja että pohjoissuunta on kaikkein parhaiten suojassa auringonsäteiltä. Auringon säteily aiheuttaa haihtumista paljaan lietteen pinnasta. Veden lisäksi haihtuu myös ravinteita, lähinnä typpeä ammoniakkin (NH₃) muodossa. Näitä haihtumisia vähentää lietesäiliön kattaminen. Jotta lietesäiliöstä tulevat hajut häiritisivät mahdollisimman vähän, olisi eläinsuoja sijoitettava lietesäiliöineen koillis-kaakkoissuunnalle talouskeskuksesta, asutuksesta ja myös itse karjasuojasta. Sijoittamalla lietesäiliö luoteis-kaakkoispuolelle eläinsuojaa rakennus varjostaa lietesäiliötä, jolloin haihtuminen siitä pienee. Kokonaisuutena ottaen avoimen lietesäiliön paras sijoitus on kaakkoon karjasuojasta. Tällöin on kuitenkin muistettava, että se ei sijoituksellaan estä karjasuojan mahdollista myöhempää laajentamista (VOGT 1976 s. 94).

Maan alla olevien lietesäiliöiden etuna on painovoiman hyväksikäyttömahdollisuus. Haittapuolia ovat niiden kalleus, erillisen kannen tai suoja-aidan tarpeellisuus korkean pohjaveden alueelle (ANON. 1976a s. 20). VOGTin (1976 s. 93) mukaan maanalaiset säiliöt tulevat hinnaltaan kaksinkertaisiksi verrattuna samankokoiseen maanpäälliseen säiliöön.

Maaston korkeuserot on käytettävä hyväksi, jotta lietesäiliö saadaan niin alas, että se valuu painovoimaisesti täyteen. Säiliö täyttyy vain lähinnä säiliötä olevan lantakynnyksen korkeuteen asti, kuten kuvasta 24 nähdään. Esimerkiksi parinkymmenen lehmän navetan lantakourun pituus navetan peränurkasta

kokoojakourun viimeiseen kynnykseen voi olla $14\text{ m} + 14\text{ m} = 28\text{ m}$. Kokoojakourun pohja on silloin 1,7 m syvyydessä. Sitä korkeammalle lanta ei valu säiliöön ilman pumppua.

Maanpäällinen säiliö edellyttää yleensä kokoojan ja välikaivon käyttöä (VOGT 1976 s. 94). Pumpulla varustetut välikaivot ovat yleistyneet etelä-Suomen savialueilla senkin vuoksi, että alavalla maalla pelätään säiliötä ympäröivän veden paineen nostavan tyhjän säiliön ylös. Säiliö upotetaan vain noin metrin verran maahan. Jäätymisen estämiseksi ja sekoittamisen helpottamiseksi säiliö yleensä ympäröidään maavallilla.



Kuva 24. Eläinsuojan ja lantäsäiliön korkeussuhteet ja keskinäinen etäisyys noin 20 lehmän navetassa.

Figure 24. Height relations and distance between livestock room and slurry store in a barn for about 20 cows.

Maanpäällisten lietesäiliöiden etuja ovat useasti päälle muodostuva hajua vähentävä nestekerros, suhteellisen hyvä turvallisuus, korkean pohjaveden kestävyys ja pieni pohjakaivanto. Haittapuolia ovat lannan pumppaustarve välikaivosta aina muutaman päivän välein, erikoisen sekoittimen tarve ja vaikea huollettavuus.

Betonielementistä ja kyllästetystä puusta tehdyt säiliöt on Ruotsissa havaittu parhaiksi, kun taas teräs- ja muovisäiliöissä oli tiiviys- ja kestävyysongelmia

(JANSSON 1988 s. 4:0). Länsi-Saksassa 70 % uusista säiliöistä rakennetaan paikalla valetusta betonista. Muuratut säiliöt ovat sen sijaan enemmistönä Belgiassa ja Englannissa. Tanskassa ja Ruotsissa taas elementtisäiliöt ovat enemmistönä (BRANDT 1988 s. 2).

Lantasäiliöiden on oltava ihmisille ja eläimille turvallisia, eivätkä ne saa aiheuttaa terveydellistä haittaa ihmisille eikä muulle ympäristölleen. Lietesäiliössä on oltava joko kiinteä kansi tai turva-aita (ANON. 1976a s. 20). Lietesäiliön aidan on ulotuttava vähintään 1,5 metrin korkeuteen maanpinnan tasosta, ja aidasta 0,4 metriä tulee olla törmäysetettä eli käytännössä säiliön seinämä-rakennetta (ALAKOMI 1989 s. 36). Lietesäiliön rakentamisessa on REINHARDin (1987 s. 94) mukaan lisäksi otettava huomioon, että lastauspaikka saadaan tukevalle maaperälle, että varastointitilavuus on riittävä, että avonaiseen lietesäiliöön liete valuu pohjan kautta sekä että eläinsuojan ja säiliön välissä on ilmalukko. Lisäksi REINHARD (1987 s. 94) toteaa, että lietepumpun ja sekoittimen sijoittaminen lietesäiliön reunalle tai seinämään on oltava mahdollista. Lietesäiliön ja lietevaunun läheisyydessä ei saa myöskään käyttää avotulta, koska ilman metaanipitoisuuden ollessa 5 - 15 % se on helposti räjähtävää (ANON. 1976a s. 20).

Lietesäiliö voi olla valmistettu betonista, metallista, puusta tai keinoaineella tiivistetystä maavallista (REINHARD 1987 s. 93). Maavallilietesäiliö on Suomessa harvoin hyväksytty ratkaisu. PUUMALAN ym. (1988 s. 21) mukaan lietesäiliöt oli navetoissa rakennettu betoniharkoista kuudessa ja betonielementeistä kolmessa tapauksessa yhdeksästä, ja kaikkien lietesäiliöiden pohjat oli valettu betonista.

Betoniset lietesäiliöt tehdään useasti muotin avulla yksin kappalein valmisbetonista. Sen lisäksi niiden seinämiä tehdään valmiista betonielementeistä, ja pohjat valetaan näiden keskelle betonista. Seinät voivat olla tehdyt myös kakkerroksisesta betonielementeistä, jotka valetaan täyteen betonia rakennuspaikalla. Betonielementit voivat olla kiinnitetyt toisiinsa yläreunasta vetoraudoilla ja alareunasta sijoittamalla niiden päät pohjassa olevaan uraan. Elementit voivat olla kootut myös köysivanteilla. Betonisen lietesäiliön tekeminen tiiviiksi ei yleensä ole ongelma, jos säiliöön pannaan sekoitettua lantaa, koska lanta tukkii vuodot nopeasti. Suomessa on joissakin betonielementtisäiliöissä havaittu halkemia saumoissa, joista ympäristön vesi valuu säiliöön sen ollessa tyhjä, tai sian lannan pintakerros valuu säiliöstä ulospäin. Muuratuissa säiliöissä pitäisi olla pystyteräket halkeamien ja vuotojen estämiseksi (NILSSON 1974).

Metalliset lietesäiliöt on yleensä koottu kaarevista kuumasinkityistä aaltole-

vyistä. Usein sisäpinnat ovat lisäksi pinnoitetut jollakin keinoaineella. Saumat tiivistetään erityisellä tiivistysmassalla. Emaloitu teräslevy on lähes yhtä kestävä syöpmistä vastaan kuin ruostumattomasta teräksestä valmistettu. Eräs lietesäiliöissä käytetty syvävedetty erikoismetalli Platinox on teräksen ja titaanin seos (REINHARD 1987 s. 93).

Puiset lietesäiliöt tehdään yleensä pontatuista ja kyllästetyistä lankuista, jotka sidotaan toisiinsa vanteilla. Seinämä pystytetään betonikehälle ja pohja valetaan paikalla. Puusäiliöissä on ollut vuotoja seinän ja pohjan rajassa.

Betonirakennetta edullisempi ratkaisu on muovikalvolla tiivistetty maavalli. Pitkäikäisimmät UV-säteilyä kestävät muovit, joilla on sopivat venymis- ja lujuusominaisuudet, ovat polyvinyylikloridi (PVC), polyeteeni (PE) ja etyleenikopolymerisaattibitumi (ECB). Venyvä kuituvahvisteella varustettu muovi sopeutuu maavallin muotoon, mutta homogeeniset muovikalvot täytyy ammattimiehen leikata ja hitsata yhteen maavallien muotoon (REINHARD 1987 s. 93). Maavallilietesäiliöitä rakennettaessa on erityisesti selvitettävä, että paikalla oleva maa on riittävän savespitoista, jotta se estää ravinteiden valumisen pohjaveteen, että pumppaamispaikka on turvallinen ja että ojitus tai salaojitus lietealtaan ympärillä on riittävä estämään pintavesien pääsyn lietealtaaseen.

KEMPPAISEN (1984 s. 3) mukaan säilörehuruokinta kasvattaa virtsan osuuden lietteessä 25 %:sta 30 %:iin verrattuna heinä-väkirehuruokintaan. Myös sonnan määrä riippuu ruokinnasta. Hauglandin (Ref. KEMPPAINEN 1984 s. 2) mukaan sontaa muodostuu rehuista seuraavan asetelman mukaisesti:

Rehu	kg sontaa/kg rehua
Olki	3
Heinä	2
Väkirehu	1,25
Säilörehu	0,3

Voimassa olevien määräysten mukaan varastointiajat ovat lietesäiliön maantieteellisestä sijainnista riippuen 8 tai 12 kuukautta. Nykyisten ohjeiden mukaan lietesäiliön tilavuusvaatimus määritellään kuutiometreinä eläintä kohti (m³/eläin). Maatilahallituksen rahoittamilta rakennuksilta vaadittavat varastointiajat ja -tilavuudet selviävät taulukosta 13.

Taulukko 13. Maatilahallituksen rahoittamilta rakennuksilta vaadittavat lantavaraston tilavuudet ja varastointiajat (ANON. 1989 s. 3).

Table 13. Volumes and length of storage periods that the Finnish Board of Agriculture requires of slurry stores that it finances (ANON. 1989 p. 3).

Eläinlaji <i>Animal</i>	Varastointitilavuus, m ³ /eläin <i>Storage volume, m³/animal</i>					
	Kuivikelanta <i>Solid manure</i>		Virtsaa <i>Urine</i>		Lietelanta <i>Liquid manure</i>	
	8 kk <i>8 mo.</i>	12 kk <i>12 mo.</i>	8 kk <i>8 mo.</i>	12 kk <i>12 mo.</i>	8 kk <i>8 mo.</i>	12 kk <i>12 mo.</i>
Nauta, täysikasvuinen <i>Neat, full-grown</i>	8,0	12,0	5,3	8,0	16,0	24,0
Hieho, lihanauta <i>Heifer, beef cattle</i>	4,0	6,0	1,6	2,4	7,0	10,5
Nuorkarja, < 1v <i>Young cattle, < 1 year</i>	2,0	3,0	1,0	1,5	3,0	4,5
Emakko <i>Sow</i>	1,4	2,1	2,4	3,6	4,8	7,2
Lihasika <i>Fattening pig</i>	0,5	0,8	0,8	1,2	1,6	2,4
Hevonen <i>Horse</i>	8,0	12,0	-	-	-	-
Poni <i>Pony</i>	5,3	8,0	-	-	-	-
Lammas ¹⁾ , (ritiläpohja) <i>Sheep¹⁾, (grid floor)</i>	1,0	1,5	-	-	-	-
Munituskana <i>Laying hen</i>	0,02	0,03	-	-	-	-
Broileri, kananuorikko <i>Broiler, pullet</i>	0,01	0,015	-	-	-	-
Minkki, hilleri ²⁾ <i>Mink, polecat²⁾</i>	0,05	0,08	-	-	0,1	0,15
Kettu, supi ²⁾ <i>Fox, raccoon²⁾</i>	0,2	0,3	-	-	0,4	0,6

1) uuhi karitsoineen
ewe with lambs

2) per siitosnaaras, varjotalotarhojen lantavarastot
per breeding-female

1.10. Lietteiden sekoittaminen ja lietealtaan tyhjentäminen

1.10.1. Eri eläimistä peräisin olevan lietteiden sekoittaminen

Sekoittaminen on tärkeää, jotta levitettävän lietteiden ravinnesisältö olisi tasainen. Ennen sekoittamista liete on jakaantunut kelluvaan kuorikerrokseen, pohjaan painuvaan sakkakerrokseen ja niiden välissä olevaan nestemäiseen kerrokseen (ANON. 1976a s. 21).

Sian lietealantaa on ennen levittämistä tapahtuvan sekoittamisen lisäksi sekoitettava koko levityksen ajan, koska siihen muodostuu nopeasti sekoituksen lopettamisen jälkeen pohjalaskeuma. Sen sijaan sianlietteeseen ei yleensä tarvitse lisätä vettä sekoittamisen onnistumiseksi (ANON. 1976 s. 21). Levitysten välillä ei sen paremmin naudan- kuin sianlietettä pidä sekoittaa, koska pinnalla mahdollisesti kelluva vesikerros estää tehokkaasti hajuhaittoja (ANON. 1976a s. 21). KEMPPAISEN (1984 s. 6) mukaan lietesäiliön sekoittaminen levitysten välillä lisää typen häviöitä. Kofoedin (Ref. KEMPPAINEN 1984 s. 6) mukaan typen häviöt lietesäiliön pinnalta voivat olla jopa 46 %, kun ne säiliön pohjalta ovat vain 10 %. Schechtnerin (Ref. KEMPPAINEN 1984 s. 6) mukaan ilmastus saattaa johtaa häviöihin, jotka ovat jopa 75 - 90 % lietteiden tyvestä. Jopa se, että liete johdetaan lietesäiliöön yläkautta alakautta johtamisen sijasta aiheuttaa typen häviöiden kasvun 5 %:sta 35 - 38 %:iin (Muck ym. sekä Muck ja Steenhuis, Ref. KEMPPAINEN 1984 s. 19).

Lehmänlantaan tulee pintakakku, joka voidaan sekoittaa yhdestä paikasta, jos kakku saadaan pyörimään. Tämä edellyttää kuitenkin, että sekoitettava säiliö on muodoltaan pyöreä, eikä siinä ole muita pylviä kuin korkeintaan keskipilari.

Sekoitusvaikutus on huomattavasti parempi, jos lietesäiliön halkaisija on alle 18 m verrattuna siihen, että se olisi suurempi (WENZLAFF 1987 s. 10). VOGTin (1976 s. 97) mukaan lietesäiliön halkaisijan kasvu jo yli 12 metrin aiheuttaa vaikeuksia sekoittamiselle. Siksi se kannattaa rakentaa tätä pienemmäksi huolimatta hieman suuremmista rakennuskustannuksista. Sekoittamisen kannalta yli 1 300 m³:n lietealtaat eivät ole muutoinkaan hallittavissa.

Kierrättämällä lietettä välikaivon ja huuhteluputkien kautta sekoittaminen onnistuu alle 600 m³:n säiliöissä. Liikuteltavalla uppopumpulla voidaan sekoittaa alle 900 m³:n lietesäiliöitä. Upotettavalla sähkökäyttöisellä potkurisekoittimella voidaan sekoittaa jopa 1 000 m³:n kokoisia lietesäiliöitä (WENZLAFF 1987 s. 10, 12).

Saksassa sähköpumppu on edullisempi vasta suurissa yli 1 000 m³:n lieteal-

taissa suuren hankintahintansa vuoksi. (WENZLAFF 1987 s. 12.) Suomessa suuren liitântätehon vaativat suuret sähkömoottorilla käytettävät sekoittimet ovat yleensä kannattamattomia ratkaisuja suurten liittymis- ja vuosimaksujen takia.

1.10.2. Potkurisekoitin ja imupainevaunu

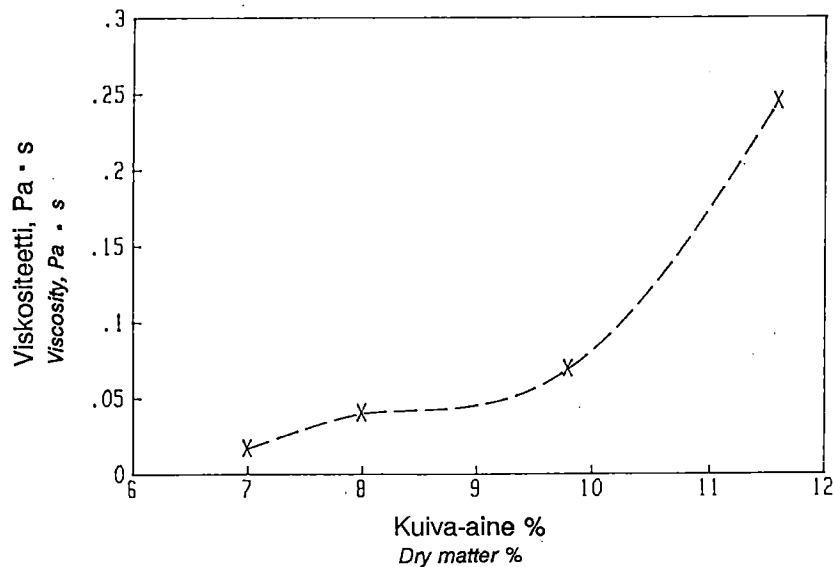
Potkurisekoitin ja imupainevaunu muodostavat yleisesti parin. Imupainevaunua voidaan käyttää lietteen suoraan kuormauksen lietesäiliöstä tai lantakellarista, ja se on täysin tunteeton vieraille esineille (WENZLAFF 1987 s. 13). Haittapuolena on, että lietettä ei voida sekoittaa kuljetuksen aikana (WENZLAFF 1987 s. 13). Imupainevaunu ei ime sekoittamatonta lantaa, vaan imuputken suu tukkeutuu. Sen sijaan sekoitetun lannan kuormaus on helppoa ja verrattain siistiä työtä. Koska sianliete laskeutuu nopeasti, ei tämä yhdistelmä sovellu kovin hyvin sikatiloille. Koska naudanlietteen laskeutuminen kestää useita päiviä sekoittamisen jälkeen, tämä yhdistelmä soveltuu naudanlihan- ja maidontuotantoon erikoistuneille tiloille hyvin. Toisaalta markkinoilla olevista sekoittimista tehokkaimmat ovat olleet potkurisekoittimia, mikä puoltaisi näiden käyttöä sianlietteen sekoittamiseen. Ristiriita voitaisiin ratkaista esimerkiksi siten, että imupainevaunun säiliössä olisi jokin mekaaninen sekoitin, joka saisi voimansa samalta akselilta kuin kompressorikin.

Potkurisekoittimilla on suuri ulottuvuus pituutensa vuoksi. Siinä ei ole useimmiten myöskään virtaushäviöitä aiheuttavia pesää, nousuputkea ja suutinta, kuten lantapumpussa. Vaikeasti luokse päästävien säiliöiden, kuten lantakellarien, tyhjentämiseen soveltuvat parhaiten sähkökäyttöinen potkurisekoitin ja imupainevaunu (HANSEN 1989 s. 72).

Lietelannan pumpattavuusrajana voidaan pitää noin 11 %:n kuiva-ainepitoisuutta, koska lannan tehollinen viskositeetti suurenee jyrkästi kuiva-ainepitoisuuden ylittäessä 10 %, kuten kuvioista 1 voidaan nähdä. Tehollisen viskositeetin arvot on piirrokseen laskettu käyttäen hyväksi KOIVISTON ym. (1987 s. 14 - 18) mittaamia sianlietteen reologisia arvoja sekä olettaen sekoittimen läpimitan olevan pieni säiliön läpimitaan nähden ja sekoittimen pyörimisnopeuden olevan 540 r/min.

VAKOLAN koetuksessa potkurisekoittimen sekoitusteho oli 190 - 330 m³ tunnissa tehontarpeen ollessa 7 - 25 kW (ANON. 1981 s. 4). Lehmän lannan nopea sekoitus edellyttää kuitenkin, että potkuria voidaan osa sekoitusajasta käyttää lannan pintakerroksessa. Sekoittimen rungon on silloin oltava tukeva,

ja traktorikäyttöisenä nivelakselin on oltava varustettu vakionopeusnivelillä (laajakulmanivelakseli).



x) tehollinen viskositeetti
effective viscosity

$$\eta_e = K(K_1 N)^{n-1} \quad [\eta_e] = \text{Pa} \cdot \text{s},$$

jossa K = konsistenssikerroin, Pa s^n
where consistency factor, Pa s^n

K_1 = sekoitussysteemin geometriasta ja sekoitintyyppistä riippuva kerroin
factor dependent of the agitation system's geometry and the agitator type

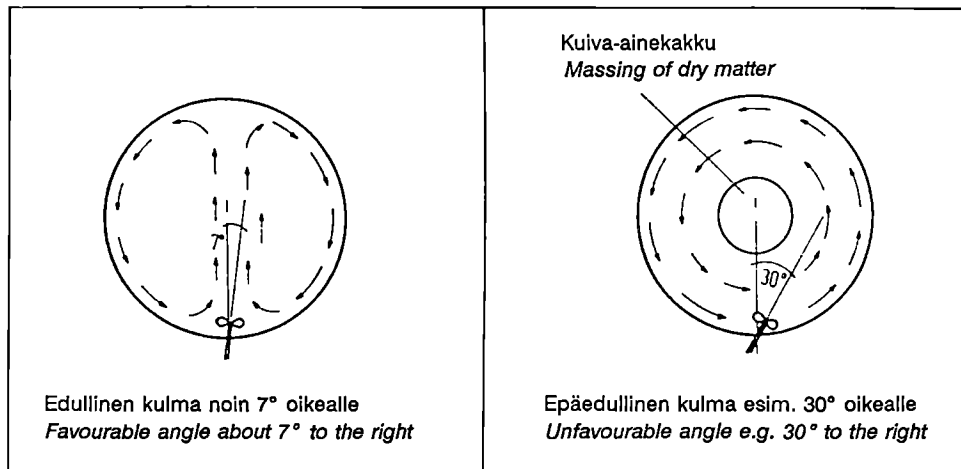
N = sekoittimen pyörimisnopeus, s^{-1}
agitator's rotational speed, s^{-1}

n = virtausekspONENTTI (0...1)
flow exponent (0...1)

Kuvio 1. Sian lannan laskettu tehollinen viskositeetti η_e (CHEN ja HASHIMOTO 1976).

Diagram 1. Calculated effective viscosity η_e of slurry from pigs (CHEN and HASHIMOTO 1976).

Potkurisekoittimen oikea suuntaus on 7° jommalle kummalle puolelle säiliön halkaisijaan nähden, kuten kuvan 25 vasemmassa reunassa. Vastaavasti suorakulmaisessa säiliössä suuntauksen pitää olla 7° jommalle kummalle sivulle jonkin seinämän kohtisuorasta. Sekoittaminen voidaan kuitenkin aloittaa, kuten kuvassa 25 oikeassa reunassa, jos säiliöön on esimerkiksi hyvin lämpimän sään ansiosta muodostunut kuorettuma.



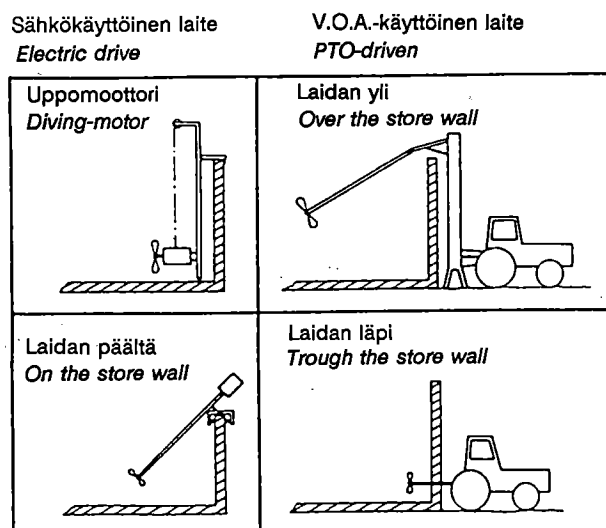
Kuva 25. Potkurisekoittimen suuntauskulma ja virtaukset lietesäiliössä eri suuntauskulmilla (WENZLAFF 1987 s. 11).

Figure 25. Streams in the slurry store at different angles of direction of a propeller agitator (WENZLAFF 1987 p. 11).

Suomessa riittävän suurta sähkötehoa yli 1 000 m³:n säiliön sekoittamiseen on harvoin saatavilla tiloilta. Sen sijaan riittävän suurta traktorikalustoa suomalaisilla tiloilla on yleensä käytettävissä. Mekaaniset sekoittimet ovat yleisimmin käytössä yli 1 000 m³:n lietesäiliöissä, koska niiden hyötysuhde (noin 80 %) on merkittävästi pumppusekoittajien hyötysuhdetta parempi. Ne tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle lietesäiliön pohjaa, jotta sekoittaminen onnistuisi myös säiliön ollessa miltei tyhjä. Potkurisekoittimen hyötysuhteen kannalta on tärkeää sen siipien muotoilu. (WENZLAFF 1987 s. 12.) Suomessa kaupallisesti valmistettavat potkurisekoittimet eivät ole tässä mielessä kovin onnistuneita, ja kunnollisen potkurin hankkiminen omatekoiseenkin sekoittimeen voi olla vaikeaa ja ennen kaikkea kallista. Eräät tilat käyttävät imupainevaunua myös lietteen sekoittamiseen pumppuamalla lietteeseen ilmaa. Pneumaattinen sekoitusmenetelmä eli ilman pumppuaminen jaksoittain lietteeseen toimii ainoastaan naudaneliätteessä. Pneumaattinen sekoitus ei ole sama asia kuin lietteen ilmastus (WENZLAFF 1987 s. 12).

Yleensä Suomessa käytettävät sähkökäyttöiset potkurisekoittimet ovat verraten pieniä (alle 16 kW) sähköverkon asettamien rajoitusten tähden. Traktori-käyttöiset sekoittimet sen sijaan ovat yleensä suuritehoisia, 60 - 80 kW. Tarkkuussilppurin käyttö edellyttää edellä mainittuun teholuokkaan kuuluvaa traktoria, joten ainakin edistyneimmillä nautakarjatililla on riittävää kalustoa potkurisekoittimen käyttöön. Koska naudaneliettä ei tarvitse

sekoittaa levityksen aikana, voidaan tilan suurin traktori asettaa käyttämään potkurisekoitinta. Sianlietettä sen sijaan joudutaan sekoittamaan koko levityksen ajan, jolloin levitystyössä tarvitaan yleensä kaksi varsin suuritehoista traktoria. Koska sikatilat kuitenkin ovat keskimääräistä suurempia yleensä myös runsaasti viljanviljelyä harjoittavia tiloja, niillä on myös riittävästi traktorikalustoa levitystyöhön. Potkurisekoittimen periaatteelliset käyttö- ja sijoitusratkaisut käyvät ilmi kuvasta 26. Suomessa ei ole ainakaan yleisesti käytössä uppopumpputyypisiä sähkökäyttöisiä potkurisekoittimia. Sen sijaan muutamia sähkökäyttöisiä lietesäiliön reunalta sekoittavia laitteita on käytössä. Suomessa käytettävät traktorikäyttöiset potkurisekoittimet ovat periaatteessa kuvassa 26 oikealla ylhäällä olevan ratkaisun tapaisia, mutta koska säiliöt on yleisesti kaivettu maahan ainakin osittain, traktori on sijoitettu lähes lietesäiliön reunan tasolle.



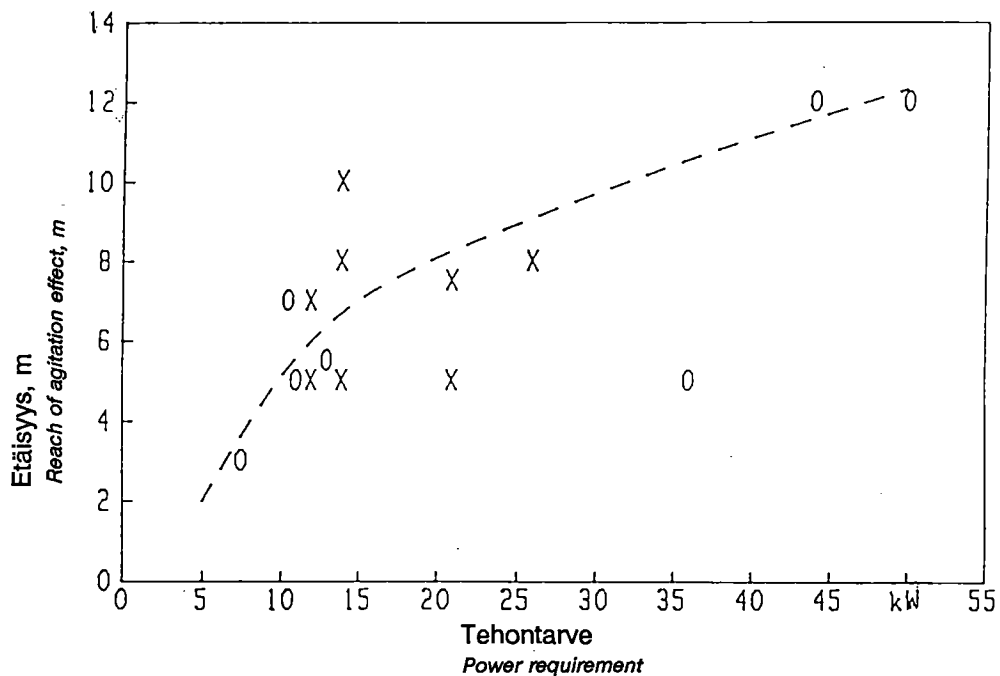
Kuva 26. Potkurisekoittajan periaatteelliset käyttö- ja sijoitusmahdollisuudet (WENZLAFF 1987 s. 12).

Figure 26. Alternatives for driving and placing of a propeller agitator (WENZLAFF 1987 p. 12).

1.10.3. Pumppusekoitin ja paineeton vaunu

Pumppusekoittimen yhteydessä käytetään yleisesti repijäpumpulla varustettua lietevaunua. Erillisellä pumppu-sekoitinyhdistelmällä saadaan keveämpi lietevaunun rakenne, ja erillisellä lietepumpulla on yleensä suurempi teho kuin vaunuun kytketyllä. (WENZLAFF 1987 s. 13.) Suomessa pumppusekoittimet ovat olleet yleensä sähkökäyttöisiä laitteita, jotka ovat vähemmän tehokkaita kuin traktorikäyttöiset laitteet. Myös traktorikäyttöiset pumppusekoittimet ovat olleet heikkotehoisempia kuin traktorikäyttöiset potkurisekoittimet. Nykyisin

valmistetaan kaupallisesti riittävän tehokkaita pumppusekoittimia, joita voidaan käyttää sekoittamisen lisäksi lietteen kuormaukseen. Pumppusekoittimen ja repijäpumpulla ja kuljetuksen sekä levityksen aikaisella sekoitusmahdollisuudella varustetun lietevaunun käyttö onkin suositeltavaa sianlietteen käsittelyssä. Kaikki paineettomat vaunut eivät kuitenkaan ole varustetut lietteen kierrätyksellä. Sellaiset vaunut pumppusekoittajan yhteydessä käytettynä eivät ole yhtään parempia ratkaisuja sianlietteen levittämiseen kuin imu-painevaunutkaan.



Kuvio 2. Sekoitusetäisyys kuiva-ainepitoisuuden ollessa 6 - 9 % (KARHUNEN 1982). O = pumput, x = potkurit.

Diagram 2. Records of how far from the agitator (pump or propeller) its agitation effect reaches in the slurry, when it is driven with different power (KARHUNEN 1982). O = pumps, x = propellers.

Sähkökäyttöisen 7,5 kW:n tehoisen pumpun tehokas sekoitusetäisyys on 3 - 5 m, kuten kuviosta 2 nähdään. Kun ulkona olevan naudanlietesäiliön lietteen kuiva-ainepitoisuus on noin 8 %, läpimitaltaan 12 m säiliön sekoittaminen onnistuu 7,5 kW pumpulla useista paikoista. Pumpun helppo liikuteltavuus toteutuu, jos se voidaan kiinnittää traktorin kolmepistenostolaitteisiin. Pumppu on silloin yleensä myöskin traktorikäyttöinen, koska traktorista voidaan

helposti saada isompi teho kuin tilan sähköverkosta. Vielä suurempien tehojen, 50 - 60 kW, käyttöä rajoittaa tilalla oleva traktorikanta. Maanpäällisen säiliön sekoittamisessa on käytettävä erikoisrakenteista pumppua, kuten kuvassa 26. Lannan roiskumisen vuoksi ei kuormauksessa voida käyttää kovin suuritehoista pumppua, tai niitä on käytettävä osateholla. Edellä mainitun 7,5 kW:n pumpun kuormausteho, 1000 - 2000 l/min, on yleensä riittävä.

1.11. Lietealtaan kattaminen ja kannen rakentaminen sekä hajuhaitat ja niiden torjuminen

Hajun torjunnassa tulee NIELSENin (1983 s. 47) mukaan asettaa tavoitteeksi, että 90 %:na ajasta normaaleissa sääolosuhteissa haju voidaan rajoittaa tietylle kohtuulliselle karjasuojan ympärillä olevalle puskurivyöhykkeelle.

Lietelannan varastoinnin aikana ilmenevää ammoniakkin haihtumista ja hajua voidaan torjua varustamalla lietesäiliö kannella. Esimerkiksi betonikansi voidaan varustaa täysin tiiviillä sekoitusluukuilla. Betonikannella on kuitenkin myös heikkouksia. Kantta kannattavat pylväät estävät säiliön sekoittamisen. Englannissa ja Hollannissa on havaittu täysin umpinaisten betonisäiliöiden kattojen syöpyvän. Useimmat Euroopan lietesäiliöistä ovat avoimia tai niin harvakattoisia, että haihtumista tapahtuu, eikä edellä mainittua syöpymistä ole havaittu (BRANDT 1988 s. 5: 1 - 7). Lisäksi betonikansi on kallis.

Tanskassa peitettiin sianlantaa 20 - 100 mm paksultti kevytsoralla (Leca-sora) ja havaittiin, että hajuhaitat loppuivat (ANON. 1988b s. 3). Astiakokeissa 50 - 100 mm paksuisen kevytsorakerroksen ansiosta nesteen sekä typen haihtuminen oli enintään 25 % siitä, mitä se olisi ollut ilman katetta. Kevytsoraa joutui lannan ajon yhteydessä pellolle vain noin 10 mm kerrosta vastaava määrä vuodessa, jos säiliöihin jätettiin vähintään puoli metriä lantaa.

Saksassa käytetään myös muovikankaista valmistettuja lietelantasäiliön katteita, jotka voivat olla suoraan lannan päällä kelluvia tai alta päin tuettuja. Niiden haju vähentävä vaikutus on 80 - 95 % (KAHRS 1980 s. 46). Näitä katteita käytettäessä vältytään hajuhaitoilta myös lietelannan sekoitusvaiheessa.

Lannan pinnalle voi myös muodostua kaasujen vaihtoa ehkäisevä kuorikerros. Nautakarjan lietelannan päälle tällainen kuorikerros muodostuu itsestään varastoinnin aikana. Sianlietteeseen ei kuorikerrosta sen sijaan muodostu kuin hyvin lämpimällä säällä. Tiloilla, missä sian lannan joukkoon on mahdollista johtaa myös nautakarjan lantaa, voidaan muodostaa lietesäiliön pinnalle hajujen leviämistä ehkäisevä kuorikerros. KAHRS:in (1980 s. 42) mukaan paras tulos saavutetaan, kun sian lannan joukkoon johdetaan vähintään

25 - 30 % nautakarjan lantaa. Tällä keinolla on varastoinnin aikaisia hajuhaittoja voitu vähentää noin 50 %.

Levittämällä lietelantavarastossa lannan päälle noin 30 cm:n olkikate voidaan hajunmuodostumista vähentää noin 30 %. Käytettäessä silputtua olkea, voidaan olki sekoittaa säiliön tyhjentämistä varten lannan joukkoon ja kuljettaa pellolle. KAHRS (1980 s. 42) suosittelee kuitenkin olkikatteen käyttöä vain pienissä lietelantasäiliöissä, koska olkikerros on alttiina tuulelle, jolloin suurissa säiliöissä voi raju tuuli siirrellä olkikerrosta säiliön reunoille.

VAKOLAssa kokeiltiin astiakokeessa lietelannan kattamista 6,5 ja 10 cm:n hakekerroksilla. Ohuempi hakekerros painui noin kahdessa kuukaudessa pohjaan, mutta 10 cm kerros pysyi pinnalla 4 kuukauden koeajan ja pienensi ammoniakkipitoisuutta pinnan yläpuolella keskimäärin 84%.

Klarenbeckin (Ref. NIELSEN 1983 s. 48) mukaan hajuhaitat lisääntyvät 85 % niissä sikaloiden lietelantajärjestelmissä, joissa käytetään ilmanvaihdon alapoistoa yläpoiston sijasta. Anaerobit olosuhteet edistävät voimakkaasti haisevien ainesosien kehittymistä. Myös korkea lämpötila aiheuttaa hajun lisääntymistä, koska se nopeuttaa anaerobien olosuhteiden kehitystä. Siten hajun muodostuminen lietesäiliöstä on talvella pienempää kuin kesällä. Rakennusten alla olevat lietesäiliöt ovat kuitenkin myös talvella yhtä suuria hajun lähteitä kuin kesälläkin. Lietesäiliöitä ei pitäisi sekoittaa muutoin kuin juuri ennen lietteen levitystä, koska sekoittaminen poistaa pinnalle mahdollisesti muodostuneen hajun muodostumista estävän kuoren. (NIELSEN 1983 s. 50.)

Hajun muodostumisen minimoimiseksi liete olisi johdettava maahan mahdollisimman suurina pisaroina. Matalalla olevat suuttimet aiheuttavat vähemmän hajunmuodostusta kuin korkealle heittävät suuttimet. Lietettä voimakkaasti muokkaavat lietepumput ja imupainevaunu aiheuttavat suurempaa hajunmuodostusta kuin yksinkertaisella hanalla varustetut vaunut. (NIELSEN 1983 s. 54.) Hanalla varustetut vaunut eivät kuitenkaan ole levitystasaisuuden kannalta hyväksyttäviä. Roiskelevyä parempia ratkaisuja ovat lietteen johtaminen maahan liinaa tai letkuja pitkin. Multauslaitteet ovat tehokas tapa vähentää hajuhaittoja, mutta sen aiheuttamat lisäkustannukset ylittävät useimmissa tapauksissa lannoitusvaikutuksesta saatavan hyödyn. Hajun muodostusta voidaan pienentää myös aerobisella käsittelyllä. (NIELSEN 1983 s. 54.)

NIELSENin (1983 s. 53) mukaan naapurina olevat viljelijät valittavat harvemmin hajusta, koska he ymmärtävät hajunmuodostumisen estämiseen liittyvät vaikeudet. Naapureita kannattaa informoida ennen lietteen käsittelyyn

ryhtymistä, jos käsittely aiheuttaa hajunmuodostusta. Lietteen levitysajankohdan valinnassa tulisi välttää hetkiä, jolloin naapurit ovat kotona, kuten iltoina ja viikonloppuina. Naapurit suhtautuvat myös ymmärtäväisemmin, jos lietettä levitetään harvoin vaikkakin runsaasti. Sen sijaan päivittäin tai viikoittain tapahtuva levitys aiheuttaa helposti valituksia. (NIELSEN 1983 s. 53.) Riittävän suuret lietesäiliöt ovat siten tarpeen, ei pelkästään ravinteiden säilyttämisen ja vesistöjen saastumisen estämisen takia, vaan myös naapurisovun säilyttämiseksi. Naapurisovun säilymisestä on karjanpitäjän kannalta sekin etu, että mahdollisuudet tuotannon laajentamiseen paranevat, kun naapurien vastalauseet esimerkiksi rakennuslupaa uutta karjasuojaa varten haettaessa jäävät vähäisemmiksi. Hajuhaittojen ja ravinnetappioiden vähentämiseksi multauksen tulee tapahtua mahdollisimman nopeasti levityksen jälkeen (NIELSEN 1983 s. 53).

1.12. Nesteen ja kuiva-aineen erottaminen

Lieteverastotilan tarvetta voidaan tarvittaessa pienentää erottamalla kuiva-aine ja neste toisistaan. Tällöin varsinainen lietesäiliö tarvitaan ainoastaan nesteen säilyttämiseen. Kuivaa osaa säilytetään kuten kuivalantaa. Separoiminen ei tee lietesäiliön tilavuusvaatimukseen suurta vähennystä, koska kuiva-aineen osuus lietteessä on sen muodostuessa korkeintaan 10 %. Suurin etu saavutetaan siinä, että näin saatu nesteosa on helposti sekoitettavissa suhteellisen pienitehoisilla laitteilla, että se ei VOGTin (1976 s. 103) mukaan muodosta pohjallaskeumaa eikä pintakuorta maavallialtaaseen, jossa liete on vaikeasti sekoitettavissa, ja että sen levittäminen onnistuu myös sadettamalla. VOGTin (1976 s. 103) mukaan sadettaminen on kuitenkin työlästä ja kallista, joten se kannattaa ainoastaan, jos huonojen maasto-olosuhteiden takia levitys vaunulla ei ole mahdollista. Nesteosa imeytyy alkuperäistä lietettä nopeammin maahan (NIELSEN 1983 s. 53). Kuiva-aineosa voidaan levittää joko sellaisenaan tai käsiteltynä erilaisilla pinta- tai sijoituslevittimillä.

2. MENETELMÄT

2.1. Tutkimustilat ja viljelijöiden haastattelut

Tämä tutkimus pohjautuu pitkälti viljelijöiden haastatteluihin. Tutkimuksessa oli mukana kaikkiaan 40 tilaa. Näistä nautakarjatilaja oli 22, sikatiloja 17 ja lisäksi yksi kanatila. Kanatiloja oli tarkoitus saada tutkimukseen mukaan enemmänkin, mutta lietelantajärjestelmällä varustettuja kanaloita ei löytynyt enempää. Toisaalta mukana ollutta kanalaakaan ei voitu pitää enää lietelantakanalana lietteen korkean kuiva-ainepitoisuuden vuoksi, vaan pikemminkin puolikiinteän lannan kanalana. 15 nautakarjatilalla oli parsinavetta, neljällä pihatto ja kolmella lihakarjakasvattamo. Kahdeksalla tilalla oli pelkästään lihasikoja, kolmella tilalla oli pelkästään porsastuotantoa, ja yhdistelmäsikaloita oli kuudella tilalla. Viemäri­lannanpoistojärjestelmiä oli ainoastaan kolmella sikatilalla, yksi niistä oli yhdistelmäsikala ja muut porsastuotantoon erikoistuneita. Kaikissa käytettiin porsaiden varhaisvieroitusta. Suurin osa järjestelmien mitoista on saatu haastatteluissa. Tiedot on tarkistettu mahdollisuuksien mukaan haastattelujen yhteydessä tehdyillä mittauksilla. Useiden mittojen, kuten lietekanavien syvyyden, pohjien kaltevuuden ja lietesäiliöiden syvyyden tarkistaminen oli kuitenkin vaikeaa ja näiden seikkojen kohdalla jouduttiin luottamaan viljelijöiden muistiin.

Tehdyt kysymykset oli laadittu siten toisiaan tukeviksi, että ne olisivat mahdollisimman tarkkaan paljastaneet mahdolliset virheet. Lisäksi kerättiin tietoa myös vapaamuotoisin kysymyksin ja haastattelun aikaisen keskustelun pohjalta. Näitä tietoja käytettiin varsinaisten vastausten tarkennuksina, mutta myös varsinaisena tutkimusaineistona soveltuvien osien. Haastattelun ja kyselyn lisäksi tehtiin havaintoja järjestelmän onnistuneisuudesta ja siihen vaikuttaneista seikoista. Järjestelmän mitoittamiseen, toimivuuteen, ympäristön suojeluun ja naapuri- sekä viranomais­suhteisiin liittyvien asioiden lisäksi kyseltiin tutkimusprojektin toiseen osaan liittyen lietteen levitysmääriä ja -aikoja viljelykasveittain kuluvalta ja sitä edeltäneeltä vuodelta.

Kaikilla niillä tiloilla, joilta kerättiin lietenäytteet, käytiin kaksi kertaa. Haastattelulomakkeiden käsittelyn aikana paljastuneet ristiriitaisuudet pyrittiin selvittämään toisen käyntikerran aikana tai myöhemmin puhelimitse. Muiden tilojen osalta tarkistukset tehtiin pelkästään puhelimitse.

2.2. Tiloilla tapahtuva näytteiden otto, mittaukset ja omat havainnot

Ensimmäisellä haastattelukerralla saatujen tietojen perusteella laadittiin kullekin tilalle näytteenotto-ohjelma, jonka mukaan viljelijät ottivat valitsemanaan ajankohtana kolme näytettä lietevaunusta normaalin kevät- tai syyslevityksen 1989 aikana. Sekoittamisesta ja levittämisestä annettiin viljelijöille ohjeet, että ne tulisi tehdä kuten aina aikaisemminkin. Näytteenotto-ohjelma laadittiin siten, että ensimmäinen näyte tuli otetuksi keskeltä lietesäiliön ylintä lietekolmannesta, toinen säiliön keskeltä eli keskeltä koko levitettävää lietemäärää ja kolmas alimman lietekolmanneksen keskeltä. Mikäli tilalla oli useita lietesäiliöitä, näytteet otettiin kaikista. Näytteitä saattoi tilaa kohti tulla siten enemmän kuin kolme. Mikäli lietesäiliö oli hyvin pieni siitä otettiin ainoastaan kaksi näytettä, ylemmästä ja alemmasta puolikkaasta. Lietenäytteet käytiin noutamassa ja samalla kyseltiin levityslohkot ja -määrät sekä levityksen ajankohta.

Lietenäytteiden ravinteet ja kuiva-ainepitoisuus analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen laboratoriossa Jokioisissa. Analysoitavat ravinteet olivat kokonaistyyppi, liukoinen typpi, fosfori, kalium, kalsium ja magnesium. Lietelantajärjestelmien toimivuuden kannalta mielenkiintoisin analyysituloks oli näytteiden kuiva-ainepitoisuus. Ravinteet analysoitiin lähinnä yhteistutkimuksen ravinteiden hyväksikäyttöä tutkivan osan takia. Kuiva-aineanalyysien perusteella määriteltiin kunkin kotieläinrakennuksen tuottaman lietteen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus, ja saatiin siten selvitystä lietteenkäsittelyssä ilmenneisiin ongelmiin sekä viitteitä kyseisessä rakennuksessa käsiteltävän lietteen ominaisuuksista. Lisäksi näytteiden kuiva-ainepitoisuuksien otoskeskihajonnan perusteella määriteltiin sekoituksen onnistuneisuus taulukon 14 mukaan. Käytetyn määritelmän havaittiin tutkimuksen yhteydessä hyvin kuvaavan sekoituksen onnistuneisuutta. 5 %-yksikön otoskeskihajonta vastaa sekoitusasteeltaan täysin sekoittamatonta lietettä. Käytännössä tämä merkitsee, että keskimääräisen kuiva-ainepitoisuuden ollessa 10 % lietteen kuiva-ainepitoisuus on vaihdellut noin 0 %:sta 20 %:iin levityksen kuluessa. Vastaavasti 0 %-yksikköä vastaa täysin homogeenistä lietettä. Tulos olisi ollut luonnollisesti tarkempi, jos olisi voitu ottaa useampia näytteitä kultakin tilalta. Nyt saattoi näytteenottohetkien osuminen poikkeukselliseen kohtaan johtaa liian suureen hajontaan. Kokonaisuutena aineisto kuitenkin kuvanee hyvin sekoituksen onnistuneisuutta suomalaisilla kotieläintiloilla.

Taulukko 14. Sekoituksen onnistuneisuuden arviointi levitetyn lietteen kuiva-ainepitoisuuden otoskeskihajonnan mukaan.

Table 14. *Rating of how successful the homogenization, i.e. agitation, has been according to the standard deviation of dry matter content in samples of field-spread slurry.*

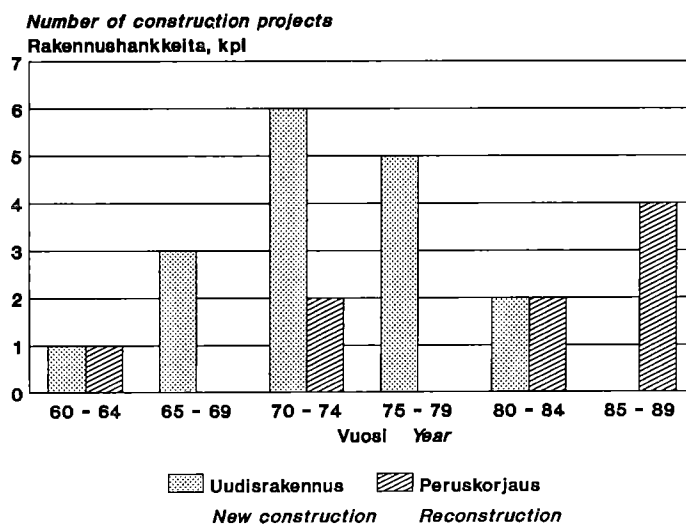
	%-yksikköä <i>%-units</i>
Erittäin hyvä <i>Very good</i>	0,0 - 0,4
Hyvä <i>Good</i>	0,5 - 0,9
Tyydyttävä <i>Satisfactory</i>	1,0 - 1,4
Välttävä <i>Fair</i>	1,5 - 1,9
Huono <i>Poor</i>	2,0 -

Haastattelujen lisäksi tiloilla suoritettiin rakenteiden mittauksia, mikäli siihen oli aihetta. Lisäksi otettiin valokuvia muistiinpanojen tueksi.

Sekoittimen tehontarve mitattiin kahdella tilalla kevytsorakatetutkimuksen yhteydessä. Kummassakin tapauksessa oli kyse sähkökäyttöisestä sekoittimesta. Mittaus suoritettiin kilowattituntimittarin ja kellon avulla. Ottotehon muutokset selvitettiin sekoittamisen aikana.

3. TULOKSET

3.1. Perinteiset lietelantajärjestelmät sikaloissa



Kuvio 3. Sikaloiden lietelantajärjestelmien rakentamis- ja peruskorjausvuoden ajoittuminen tutkimustiloilla.

Diagram 3. Year of construction for the liquid manure systems in the 17 piggeries in the study.

3.1.1. Sikaloiden perinteisten lietelantajärjestelmien rakentamis- ja peruskorjausvuosien ajoittuminen

Kuviota tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon, että samalla tilalla rakennushankkeita ja peruskorjauksia saattoi olla useita, jotka kaikki on laskettu erillisiksi yksiköiksi rakennus- ja peruskorjausajankohtaa ilmoitettaessa. Siten niitä saattaa olla useampia kuin yksi kumpaakin kutakin tilaa kohti.

Tutkimuksessa mukana olleiden sikaloiden lietelantajärjestelmien (17 kpl) rakentamisen ajoittuminen nähdään kuvion 3. Lietelantajärjestelmien rakentaminen keskittyy Suomessa kuvion 3 mukaan 60-luvun jälkipuoliskolle ja 70-luvun alkuun. Sikaloiden lietelantajärjestelmät alkavatkin siten olla jo kaikki peruskorjausiässä, mikä näkyy kuviossa 3 siinä, että peruskorjaukset keskittyvät voimakkaasti 80-luvun loppupuolelle. Lietelantajärjestelmien peruskorjaus (9 kpl) sijoittui ajallisesti kuvion 3 mukaisesti.

3.1.2. Sikaloiden koko, tyyppi sekä eläinmäärät

Tutkimuksessa oli mukana kaiken kaikkiaan 14 tilan sikaloita. Kahden tilan sikalat jaettiin kahteen ryhmään, koska kummallakin ryhmällä oli oma lie-

tesäiliönsä. Erillisiä yksiköitä tutkimuksessa oli mukana siten 16 kappaletta. Näistä kahdessa harjoitettiin pelkästään porsastuotantoa. Pelkästään lihasikoja kasvatettiin kahdeksassa yksikössä. Loput olivat yhdistelmäsikaloita.

Tutkimuksessa mukana olleissa emakko- ja yhdistelmäsikaloissa oli keskimäärin eläimiä taulukon 15 mukaan. Vastaavasti niissä sikaloissa, joissa pidettiin lihasikoja oli keskimäärin 404 lihasikapaikkaa käytössä. Kun eläimet laskettiin lantaa tuottaviksi yksiköiksi taulukon 16 mukaisesti saatiin keskimääräiseksi lantaa tuottavien yksiköiden määräksi 408 kappaletta.

Taulukko 15. Sikojen lukumäärät emakko- ja yhdistelmäsikalassa

Table 15. Average number of pigs in the farrowing and combined farrowing-fattening piggeries in the study.

	Kpl
Emakot <i>Sows</i>	61
Porsaat <i>Piglets</i>	106
Vieroitetut <i>Weaned</i>	81
Karjut <i>Boars</i>	3
Yhteensä <i>Total</i>	251

Taulukko 16. Sikojen laskeminen lantaa tuottaviksi yksiköiksi (ANON. 1979 s. 8).

Table 16. Conversion of pigs into so-called manure producing units (ANON. 1979 p. 8)

Emakko porsaineen <i>Sow with piglets</i>	3,50
Joutilas emakko <i>Pregnant sow</i>	1,00
Emakko keskimäärin <i>Sow, average</i>	1,38
Vieroitetut <i>Weaned piglets</i>	0,26
Lihasika keskimäärin <i>Fattening pig, average</i>	1,00

Lantaa tuottavia yksiköitä on käytetty tässä tutkimuksessa sikaloiden pääasiallisena eläinyksikkönä täsmällisyyden vuoksi. Lannan muodostumisen kannalta lihasikaloiden ja yhdistelmäsikaloiden välillä ei ollut merkittävää

eroa yksikkökoossa. Sen sijaan mukana ollut emakkosikalan yksikkökoko oli 1,5-kertainen edellisiin verrattuna. Se oli selvästi tavanomaista perheviljelmällä olevaa emakkosikalaa suurempi tuotantoyksikkö (ANON. 1989b s. 82 - 83).

Tutkimukseen osallistuneet sikalat olivat merkittävästi keskimääräistä yksikkökokoja suurempia, koska Suomessa oli lantaa tuottavia yksiköitä 87 kappaletta sikatilaa kohti (ANON. 1989b s. 82 - 83).

Tuotannon intensiteettiä kuvaavat suureet nähdään taulukosta 17.

Taulukko 17. Tuotannon intensiteettiä kuvaavien suureiden keskiarvot sikaloissa.

Table 17. Figures (means) representing the production intensity of the piggeries in the study.

Vieroitettuja porsaita <i>Weaned piglets</i>	20,7	kpl/emakko/vuosi <i>piglets/sow/year</i>
Lihaskojen lihantuotanto <i>Meat production of fattening pigs</i>	193	kg/vuosi/lihasikapaikka <i>kg/fattening pig place/year</i>
Rehunkulutus lihasikaloissa <i>Feed consumption in the fattening piggeries</i>	558	kg/vuosi/lihasikapaikka <i>kg/fattening pig place/year</i>
Rehunkulutus porsassikaloissa <i>Feed consumption in the farrowing piglets</i>	5663	kg/vuosi/emakkopaikka porsaineen <i>kg/sow place with piglets/year</i>

Lihaa tuotettiin keskimäärin 69 667 kg sikalaa kohti vuodessa. Lantaa tuottavaa yksikköä kohti lihaa tuotettiin näin ollen 171 kg. Ottamalla huomioon pelkästään sianlihaa tuottavat yksiköt lihan tuotannoksi saatiin keskimäärin 193 kg lantaa tuottavaa yksikköä eli lihasikapaikkaa kohti. Otoskeskihajonta oli verraten suuri, 42 kg sikapaikkaa kohti. Pelkästään porsaita tuottavissa yksiköissä tuotettiin lihaa vain 32 kg lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Emakkoa kohti se tekee 113 kg. Rehunkulutus oli keskimäärin 278 500 kg tilaa kohti. Lantaa tuottavaa yksikköä kohti rehua kului siten 689 kg. Pelkkää sianlihaa tuottavissa yksiköissä rehunkulutus oli 558 kg otoskeskihajonnan ollessa 184 kg sikapaikkaa kohti vuodessa. Porsastuotantoyksiköissä rehun kulutus oli 1 618 kg lantaa tuottavaa yksikköä kohti.

3.1.3. Kuivikkeet, pesuedet sekä muodostuva liete

Kuivikkeita kului lantaa tuottavaa yksikköä kohti keskimäärin 103 litraa vuodessa. Selvää eroa emakkosikaloiden, yhdistelmäskaloiden porsitusosastojen ja lihasikaloiden välillä ei ole. Kaikissa lihasikaloissa käytettiin

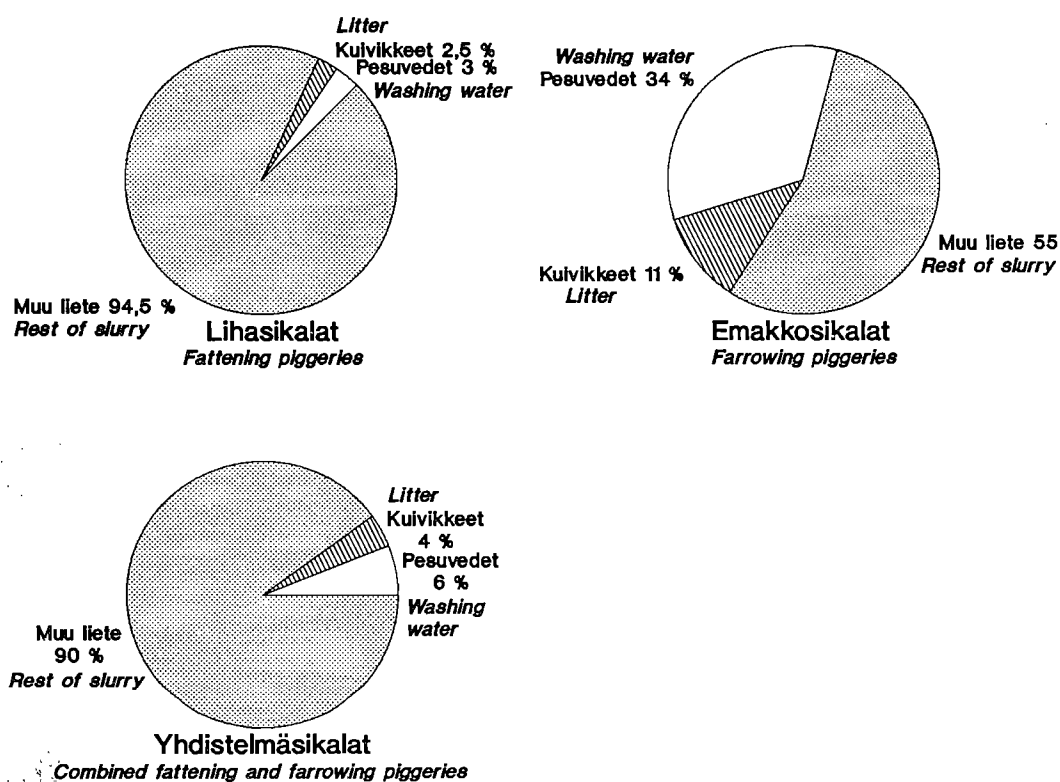
vähän kuivikkeita. Sen sijaan toisissa emakkosikaloissa ja yhdistelmäsikaloiden porsitusosastoissa käytiin paljon kuivikkeita, toisissa vähän. Pelkissä lihasikaloissa käytettiin kuivikkeita keskimäärin noin 60 litraa lantaa tuottavaa yksikköä kohti vuodessa, ja pelkissä emakkosikaloissa keskimäärin 275 litraa lantaa tuottavaa yksikköä kohti vuodessa. Pesuvesien ja kuivikkeiden osuus sikaloiden lietteestä nähdään kuviosta 4.

Kuivikkeiden määrä keskimäärin:

- * 60 litraa lihasikapaikkaa kohti vuodessa
- * 140 litraa emakkopaikkaa kohti keskimäärin vuodessa

Average use of litter in the studied piggeries:

- * 60 litres per fattening pig place and year
- * 140 litres per sow place and year



Kuvio 4. Kuivikkeiden ja pesuvesien osuus sikojen lietteestä.

Diagram 4. The share of waste water from washing and litter in slurry from the 17 piggeries studied.

Yhdistelmäsikaloissa kuivikkeen osuus lietteestä oli 4,0 %. Pesuvettä kului kaikissa sikaloissa keskimäärin 63 m³ vuodessa sikalaa kohti. Lantaa tuottavaa yksikköä kohti tämä tekee 155 litraa vuodessa. Pelkkien lihasikaloiden pesuveden määrä oli keskimäärin vain 68 litraa vuodessa lantaa tuottavaa

yksikköä kohti. Kun kaikissa sikaloissa lietettä pesuvesineen syntyi keskimäärin $2,6 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti vuodessa, pesuveden osuuden yhdistelmäsikaloiden liotelannassa voidaan olettaa olevan $6,0 \%$. Kun lihasikaloissa lietettä syntyi keskimäärin $2,4 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti vuodessa, pesu-

veden osuudeksi lihasikaloiden lietteessä saatiin 3% ja emakkosikaloissa 34% . Vastaavasti kuivikkeiden osuus emakkosikalan lietteessä on 11% ja lihasikaloiden lietteessä $2,5 \%$ lietteen tilavuudesta. Edellisessä pelkkien emakkosikaloiden pesuvesien ja kuivikkeiden käyttö perustuu yhden useita yksiköitä käsittäneen tilan viljelijän arvioon, joten niitä ei voida pitää yleispätevinä. Sen sijaan yhdistelmäsikaloiden ja lihotussikaloiden pesuvesien ja kuivikkeiden määrän arvioita voidaan pitää kohtuullisen yleispätevinä.

Niiden lietesäiliöiden, joita isännät pitivät liian pienenä, koko oli $1,2 \text{ m}^3$ ja otoskeskihajonta $0,75 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti, kun taas niiden lietesäiliöiden kohdalla, joita isännät pitivät riittävän suurina keskiarvo oli myös $1,2 \text{ m}^3$, mutta keskihajonta vain $0,14 \text{ m}^3$. Pienin varasto oli $0,3$ ja suurin $2,5 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Kummissakin keskiarvo oli sama, mutta hajonta oli liian pienissä varastoissa huomattavasti suurempi. Tämä viittaa siihen, että niillä, joilla muodostui eniten lantaa, joutui lannan joukkoon vettä jostain syystä.

Koska lietevarastojen koko oli keskimäärin vain $1,2 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti, lietevarastojen tilavuus riitti keskimäärin vain vajaan viiden kuukauden tarpeisiin. Tätä aikaa voidaan pitää kaikissa olosuhteissa liian lyhyenä. Käytännössä kaikki isännät olivat sitä mieltä, että lietevarastot suunnitellaan liian pieniksi. Laskennalliset lietemäärät olivat ohjeissa ja määräyksissä olleet selvästi todellisia pienemmät. Niiden lietevarastojen (6 kpl) varastointiaika, jonka isännät katsoivat riittäväksi, oli keskimäärin 6,3 kuukautta. Liian pieniksi katsotut lietesäiliöt (8 kpl) taas riittivät keskimäärin vain 4,4 kuukauden varastointikaudeksi otoskeskihajonnan ollessa 1,8 kuukautta. Tästä arviosta laskettuna riittävän pitkänä varastointikautena voidaan 5% :n riskillä pitää 7,8 kuukautta. Saatu varastointiaika on lähes

Pesuveden määrä keskimäärin:

- * Kaikki sikalat 155 litraa lantaa tuottavaa yksikköä kohti vuodessa
- * Lihasikalat 68 litraa lihasikapaikkaa kohti vuodessa

Average use of washing water in the studied piggeries:

- * *All piggeries: 155 litres per manure producing unit and year*
- * *Fattening piggeries: 68 litres per fattening pig place and year*

sama 8 kuukautta, mitä maatilahallitus ohjeissaan suosittaa (ANON. 1989 s. 1). Tämä tarkoittaa, että käytettäessä varastointiajan normina 7,8 kuukautta korkeintaan yksi lietesäiliö 20:stä tulee liian pieneksi.

Taulukosta 18 nähdään, että vuoden aikana syntyvä lietemäärä oli keskimäärin 2,6 m³ otoskeskihajonnan ollessa 1,0 m³ lantaa tuottavaa yksikköä kohti.

Taulukko 18. Sikojen tuottamat lietemäärät vuodessa keskimäärin ja enimmäismäärät 5 %:n riskillä.

Table 18. Quantities of slurry produced by pigs in the study on the average and calculated maximum quantity at 5 % significance level.

	Lietelannan tuotantomäärät vuodessa eläintä kohden keskimäärin m ³ <i>Average quantity of liquid manure per animal and year m³</i>	Lietelannan enimmäis- tuotantomäärät vuodessa eläintä kohden 5 %:n riskillä m ³ <i>Maximum quantity of liquid manure per animal and year at 5 % significance level m³</i>
Emakko porsaineen <i>Sow with piglets</i>	9,1	15,4
Emakko keskimäärin <i>Sow, average</i>	3,6	6,1
Vieroitettu <i>Weaned piglet</i>	0,7	1,1
Lihasika keskimäärin <i>Fattening pig, average</i>	2,6 (2,4)	4,4 (3,8)
Joutilas emakko <i>Pregnant sow</i>	2,6	4,4
Karju <i>Boar</i>	2,6	4,4
<p>* Suluissa mainitut arvot on laskettu pelkkien lihasikaloiden mukaan. <i>The figures in brackets have been calculated on the basis of pure fattening piggeries.</i></p> <p>* Lihasika keskimäärin vastaa yhtä lantaa tuottavaa yksikköä. <i>"Fattening pig, average" corresponds one manure producing unit.</i></p>		

Vuoden aikana syntynyt lietemäärä oli suurimmillaan 3,8 m³ ja pienimmillään 1,7 m³. Jos hyväksytään, että korkeintaan joka 20:s arvio on liian pieni, yhdistelmäsilakan vuoden varastointitarpeeksi lantaa tuottavaa yksikköä kohti voidaan olettaa 4,4 m³, kuten taulukosta 18 nähdään. Taulukon 18 mukaan pelkissä lihasikaloidissa syntyvä lietemäärä on keskimäärin 2,4 m³

otoskeskihajonnan ollessa $0,7 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti vuodessa. Pieni ero koko aineiston ja lihasikaloiden keskiarvon välillä osoittaa, että kirjallisuuteen perustuva arvio erilaisten sikojen lannan tuotannon suhteista on varsin oikea.

Jos hyväksytään, että korkeintaan joka 20:s arvo on liian pieni, lihasikaloiden lannan varastotilatarpeeksi lantaa tuottavaa yksikköä eli sikapaikkaa kohti voidaan olettaa $3,8 \text{ m}^3$ vuodessa, kuten taulukosta 18 nähdään. Taulukossa 18 esitettyjä arvoja voidaan pitää vuoden varastotilatarpeena. Maatilahallituksen suositus (ANON. 1989 s. 3) vastaa tutkimuksessa saatua lihasikojen vuodessa tuottamien lietemäärien keskiarvoa. Mainittu suositus on sen sijaan emakkosikaloita varten suurempi ($7,2 \text{ m}^3/\text{eläin}$) kuin tässä tutkimuksessa saatu enimmäismäärä 5 %:n riskillä $6,1 \text{ m}^3/\text{eläin}$ (taulukko 18). Vastaavasti lyhempää varastointikautta varten luvut on kerrottava varastointiajan ja taulukkoarvon suhteella vuosissa. Esimerkiksi edellä esitetylle 7,8 kk:n varastointikaudelle saadaan keskiarvon mukaan laskien varaston tilavuudeksi $1,7 \text{ m}^3$ lantaa tuottavaa yksikköä kohti.

Tarvittavan varastointikauden ja vuoden aikana muodostuvan lietemäärän perusteella laskettu yhdistetty enimmäismäärä saadaan yhdistetyn virheen laskemisen kautta. Koska sekä tarvittavan varastointikauden että muodostuvan lietemäärän virheet eivät toteudu samanaikaisesti, yhdistetty virhe on virheiden neliöiden summan neliöjuuri. Koska varastointiajan enimmäis- ja keskimääräisen arvon erotus on 77 % keskiarvoa suurempi ja lietemäärien enimmäis- ja keskimääräisen arvon erotus on 69 % keskimääräistä suurempi, saadaan yhdistetyksi virherajaksi 103 %. Yhdistettynä saadaan keskimääräisten arvojen ja luvun 2,03 tulona $1,9 \text{ m}^3$ varastointitilaa lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Näin lasketut tarvittavat varastotilavuudet eri sikalajien lantamäärille saadaan taulukosta 19.

Jos oletetaan, että varastointikauden tulee olla vähintään yksi vuosi, saadaan varastointitilan tarve suoraan taulukosta 18 enimmäismäärien sarakkeesta. Selvyiden vuoksi on todettava, että koska määrät on laskettu lietesäiliöön kertyvistä määristä, lietemäärissä on mukana myös pesu- ja sadevedet.

Taulukko 19. Lietteen varastointitilan tarve sivulla 65 esitetyn laskelman perusteella.
Table 19. Need of slurry storage volume according to a calculation in the text on p. 65.

	m ³
Emakko porsaineen <i>Sow with piglets</i>	6,8
Emakko keskimäärin <i>Sow, average</i>	2,6
Vieroitettu <i>Weaned piglet</i>	0,5
Lihasika keskimäärin <i>Fattening pig, average</i>	1,9
Joutilas emakko <i>Pregnant sow</i>	1,9
Karju <i>Boar</i>	1,9

Lihasikaloissa muodostuneen lietteen kuiva-ainepitoisuus ja otoskeskihajonta nähdään taulukosta 20.

Taulukko 20. Liettelannan kuiva-ainepitoisuuden keskiarvo (k.a.) ja otoskeskihajonta (k.h.) sikatilojen lietesäiliöissä levityksen aikana.

Table 20. Dry matter content mean (m) and standard deviation (s.d.) of slurry in the slurry store during emptying and hauling on the 17 studies pig farms.

Sikalatyyppe <i>Piggery type</i>	Kuiva-ainepitoisuus, % <i>Dry matter, %</i>	
	k.a. <i>m</i>	k.h. <i>s.d.</i>
Emakkosikala <i>Farrowing</i>	2,9	2,8
Lihasikala <i>Fattening</i>	7,6	3,6

Suuri hajonta johtaa siihen, että pelkän eläinmäärän perusteella on vaikea arvioida sikaloista tulevan lietteen määrää. KEMPPAINEN (1984 s. 1) oli eri lähteistä saanut sian lietteen kuiva-ainepitoisuudeksi 3,3 - 10 %. KEMPPAINEN (1984 s. 16) saamien tulosten mukaan sian lietteen kuiva-ainepitoisuus on suomalaisilla tiloilla keskimäärin 9,2 % ja sen hajonta 5,1 %, joten tässä tutkimuksessa saatu keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus on KEMPPAINEN (1984 s. 16) tuloksia huomattavasti pienempi erityisesti

emakkosikaloiden lannassa. Samoin hajonta oli tässä tutkimuksessa huomattavasti pienempi molempien sikalatyypin lannan kuiva-ainepitoisuudessa.

Hukkatilan osuus oli tutkimukseen osallistuneiden sikatilojen lietevarastoissa keskimäärin 5,4 %, eli 30 m³. Tämä ei riitä selittämään nettomääräisten varastojen pienuutta, koska hukkatilan hyväksikäyttöön saaminen olisi lisännyt varastointiaikaa vain runsaalla puolella kuukaudella. Koska vaihtelut kuiva-ainepitoisuudessa ja syntyvässä liete- ja kuiva-ainemäärissä ovat suuria eri tilojen välillä, tulee varastointitilaa tilakohtaisesti pienentää yleisohjeesta ottaen huomioon mm. tilalla käytettävät pesumenetelmät.

Pitkällä aikavälillä tavoitteena tulee olla syntyvien lietemäärien vähentäminen jopa nykyisten keskiarvojen alle järjeistämällä veden käyttöä niillä tiloilla, joilla lietettä syntyy hyvin runsaasti. Selvää tarvetta pesuvesien käytön tarkempaan selvittämiseen voidaan osoittaa jo näiden tulosten perusteella. Suuriin lietemääriin saattaa olla syynä muutkin seikat kuin pesuedet. Tämäkin kysymys tulisi ottaa tarkemmin tarkasteltavaksi. Yleisesti varastoja ei voida ruveta rakentamaan tarpeettoman suureksi, koska tämä tulisi kalliiksi.

Tilat ajoivat pellolle keskimäärin 170 kuormaa lietettä vuodessa. Pelkästään lihasikoja pitävät tilat ajoivat keskimäärin 201 kuormaa lietettä vuodessa eli hieman enemmän kuin sikatilat yleensä. Kun keskimääräinen kuormausaika sikatiloilla yleensä oli 4,6 minuuttia, tilat käyttivät lietekuormien tekoon vuodessa keskimäärin 13 tuntia. Lihasikatiloilla kuormausaika oli keskimäärin 4,3 minuuttia, joten kuormamiseen meni vuodessa 14 tuntia. Omi-

naista oli, että suuret yksiköt kuljettivat huomattavasti useampia kuormia, koska niiden kuljetuskalusto ei ollut kovinkaan paljoa pienien yksiköiden kalustoa suurempaa. Levityskaluston käyttö oli siten suurilla tiloilla huomattavasti pieniä tehokkaampaa, joten pienillä tiloilla olisi selviä mahdollisuuksia yhteistyöhön lietteen levityksessä. Sikalan pitäjät levittivät lietettä samalle lohkolle keskimäärin 55 m³/ha yhtenä vuonna. Koska joka vuosi ei levitetä samalle lohkolle, määrä oli keskimäärin 42 m³/ha vuodessa.

Lietekuormien määrä sikatiloilla
vuodessa:

* 170 kpl

Kuormausaika keskimäärin:

* 4,6 min/kuorma

Vuodessa kuluu kuormaamiseen:

* 13 - 14 tuntia

*Number of slurry loads per year on
the pig farms in the study:*

* 170 loads

Average loading time:

* 4,6 min/load

Average loading time:

* 13 - 14 hours/year

Lihasikaloiden pitäjät levittivät lietettä keskimäärin 54 m³/ha yhtenä vuonna. Pidemmällä aikavälillä määräksi tuli 44 m³/ha vuodessa.

Sikalan pitäjät joutuivat levittämään lietettä samalle lohkolle keskimäärin 1,7 vuoden välein. Lihasikaloista levitettiin keskimäärin 1,6 vuoden välein. Isännistä 73 % katsoi peltoalansa riittävän levitykseen. 27 % tiloista oli sellaisia, että olisi tarvetta lietteen kuljettamiseen toisille tiloille. Suomessa naapuritilat eivät näytä kuitenkaan olevan siitä kiinnostuneita.

3.1.4. Sekoittaminen

Potkurisekoittimien nimellisteho oli keskimäärin 29 kW ja potkurin halkaisija oli keskimäärin 61 cm. Halkaisija ei merkittävästi vaihdellut eri sekoittimien välillä. Sähkökäyttöisten potkurisekoittimien nimellisteho oli 7,5 kW. Ennen levitystä käytetyt sekoitusajat vaihtelivat runsaasti.

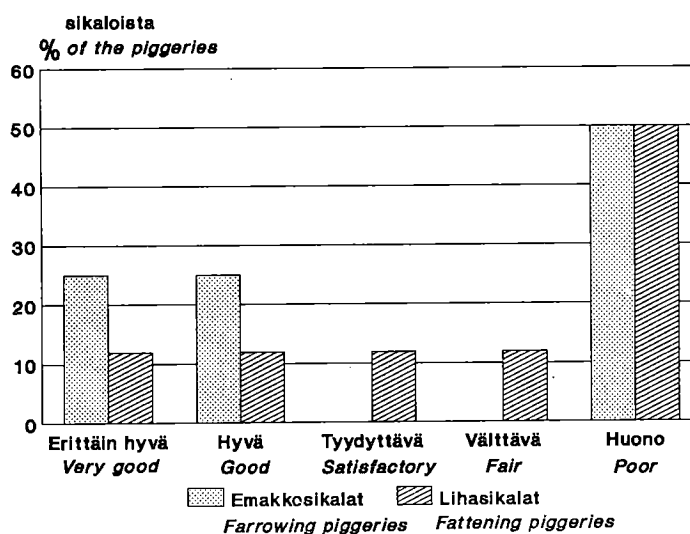
Keskimääräinen levitystä edeltävä sekoitusaika oli kellarilantaloissa 21 tuntia. Maanpäällisissä lantaloissa sekoitusaika oli keskimäärin 3,6 tuntia ennen levitystä. Tätäkin lukua suurentaa selvästi kaksi pientä sähkökäyttöistä pumppusekoitinta. 83 % kysymykseen vastanneista isännistä katsoi levityksen aikaisen sekoittamisen tarpeelliseksi.

Kahdella lihasikatilalla mitattiin sekoitustehon tarpeen kehitystä sekoituksen edistyessä. Tehontarve mitattiin ja lietelantanäytteet otettiin noin 10 cm paksun kevytsorakatteen levittämisen yhteydessä. Ensimmäisellä tilalla oli 7,5 kW:n tehoinen pumppusekoitin. Tämä mittaus kesti 56 minuuttia. Sähkömoottorin keskimääräinen ottoteho oli 7,0 kW. Vastaava akseliteho on noin 6,0 kW. Sekoituksen alkaessa sähkömoottorin ottoteho oli noin 7,1 kW ja lopussa 6,8 kW. Sähkömoottori kävi siten koko mittausjakson ajan osakuormalla. Mittausjakson aikana ottoteho laski noin 4 %. Tämän tehon laskun voidaan olettaa johtuvan lietteen hydraulisten ominaisuuksien muuttumisesta sekoituksen aikana. Sekoituksen aikana otetun näytteen kuivaainepitoisuus oli 5,7 %.

Toisella tilalla oli 11 kW:n tehoinen sähkökäyttöinen potkurisekoitin, jonka potkuri halkaisija oli 57 cm. Potkuri oli tavallisuudesta poiketen laadukas, koska se oli vanha laivapotkuri. Se oli sähkökäyttöisyydestään huolimatta kiinnitetty traktorin nostolaitteisiin. Mittaus kesti 45 min.

Keskimääräinen sekoitusaika ennen levitystä sikaloitten lietesäiliössä:	
Ulkopuolinen säiliö	3,6 h
Kellarilantala	21,5 h
<i>Average agitation time in the slurry store before emptying on the pig farms:</i>	
<i>External slurry store</i>	<i>3,6 h</i>
<i>Slurry cellar</i>	<i>21,5 h</i>

Sähkömoottorin keskimääräinen ottoteho oli 9,3 kW. Vastaava akseliteho on noin 8,0 kW. Sekoituksen alkaessa ottoteho oli 10,8 kW ja lopussa 7,2 kW. Mittausjakson aikana ottoteho laski noin 33 %. Ottotehon muutos oli huomattava verrattuna ensimmäiseen tapaukseen. Suurimpana syynä oli kiilahihnavälityksen alimittaisuus, mikä johti kiilahihnojen kuumenemiseen ja suuren luiston kautta potkurin pyörimisnopeuden pienenemiseen. Sekoituksen aikana otetun näytteen kuiva-ainepitoisuus oli 9,8 %. Saman sikalan lietteen kuiva-ainepitoisuus oli erään toisen sekoituskerran yhteydessä kolmen näytteen keskiarvona 7,5 %. Vaihteluväli oli 6,9 - 8,1. Lietteiden ajon edistyessä säiliön ollessa puolillaan näytteen kuiva-ainepitoisuus oli kaikkein pienin.



Kuvio 5. Lietelannan sekoituksen onnistuminen sikatiloilla.

Diagram 5. Success of the slurry homogenization (agitation) on the pig farms (n=17).

Sekoituksen onnistumista voidaan mitata lietevaunusta lietteenajon edistyessä sopivin väliajoin otettujen näytteiden kuiva-ainepitoisuuden muutosten perusteella. Lihaskaloiden lietteiden kuiva-aineen otoskeskihajonta vaihteli välillä 0,1 - 3,5 %-yksikköä. Emakkojen lietteessä se oli vastaavasti välillä 0,3 - 6,5 %-yksikköä. Tarkasteltaessa kuvioita 5 ja 7, voidaan todeta, että vaikka suurimmat otoskeskihajonnat olivat emakkosikaloissa, yleinen sekoitustilanne oli surkein juuri lihasikaloissa. 57 % lihasikaloiden lietesäiliöistä oli sekoitettu huonosti, ja vähintään hyvään tulokseen oli päässyt ainoastaan 29 %. Emakkosikaloissa oli vähintään puolessa päästy vähintään hyvään

tulokseen, mutta toisaalta yhtä suuri osuus lietesäiliöistä oli sekoitettu huonosti.

3.1.5. Järjestelmän onnistuneisuus

Padotusjärjestelmistä toimi 70 % ilman päivittäisiä ja viikottaisia häiriöitä. Vastaavasti valutusjärjestelmistä toimi 75 % ja koneellisista 75 %. Järjestelmän lajilla ei siten ollut merkitystä lannan poiston onnistumisen kannalta. Toimimattomuuden aiheutti jokin järjestelmän lajiin kiinteästi liittymätön virheratkaisu.

3.1.6. Kanavien mitat

Valutus- ja padotuskanavien syvyys oli 50 - 120 cm ja koneellisilla raapoilla varustetut kanavat vastaavasti 10 - 30 cm syviä. Mikäli rakennuksessa oli kahden syvyisiä kanavia, olivat näistä syvemmät keskimäärin 90 - 200 cm syviä ja koneellisissa ratkaisuissa vastaavasti 35 cm syviä.

Lietekanaavat olivat leveydeltään keskimäärin 80 - 230 cm. Mikäli rakennuksessa oli kahden levyisiä kanavia, leveimmät näistä olivat keskimäärin 130 - 200 cm leveitä. Kanavat olivat kallistetut keskimäärin 0 - 4,0 % kokoojaan päin. Näin ollen kallistuksen suunta oli periaatteessa oikein.

Lietekanavien pituus oli 8 - 34 metriä, mutta koneellistettua lannanpoistoa käytettäessä jopa 50 m. Mikäli rakennuksessa oli myös pitempiä kouruja, pisimmät olivat keskimäärin 14 - 45 metriä pitkiä, kuitenkin siten että lyhemmät kourut olivat näissä rakennuksissa keskimääräistä huomattavasti, yleensä noin puolet, lyhyempiä.

Kokoojakanavat olivat 90 - 130 cm syviä. Niiden leveys oli 80 - 120 cm. Kokoojakanavien pohja oli kaikissa tapauksissa vaakasuorassa. Kokoojakanavien pituus oli keskimäärin 4 - 14 metriä.

3.1.7. Yhdysputken mitat

Lietesäiliöön johtavan putken halkaisija oli 40 - 90 cm (tai sen pienempi mitta oli keskimäärin 101 cm ja suurempi 111 cm). Näin suuri yhdysputken suu on liian suuri patoluukun käytön kannalta. Ylärajana padotuksessa voidaan pitää 40 cm:n halkaisijaa tai 35 cm x 35 cm sivumittoja. Yhdysputken pituus oli 1,5 - 6 metriä. Yhdysputket olivat siten varsin lyhyitä. Yhdysputken kaltevuus oli 0 - 50 % lietesäiliöön päin. Tämä riippui kuitenkin pelkästään lietesäiliön asemasta. Yhdysputken poikkipinta-ala oli 0,1 - 1,4 neliometriä. Kolmasosassa niistä sikaloista, joissa yhdysputki oli, oli

tämä ollut joskus tukossa. Tukokset johtuivat jäätymisestä ja yhdysputkeen jääneistä rakennusjätteistä, kuten harjateräksistä.

3.1.8. Kaasuongelmat

Missään tutkimuksen sikalassa ei ilmennyt kaasuongelmaa jatkuvasti. Sen sijaan 19 %:ssa tutkimuksen sikaloista kaasuongelmia oli ilmennyt lannanpoiston yhteydessä, lähinnä siis patoluukkuja avattaessa ja lantakoneita käytettäessä. Samoin 19 %:ssa sikaloista oli ilmennyt kaasuongelmia sekoituksen aikana.

3.1.9. Muut ongelmat

Lietteen käsittelyyn liittyvistä ongelmista liittyi 2 tapaukseen ritilöiden huonous ja kuorettuman sekoittamisongelma.

Muita sikalan sisällä ilmenneitä ongelmia olivat: haiseva ja likainen sikala, lannan ajautuminen yli raapan, betoniritilää aristelevat porsaas, karsina-aidanpalaset lietteessä, lantakoneiden moottoreiden palaminen, lietteen liian suuri kuiva-ainepitoisuus, liian suuret patoluukut, vesilukon toimimattomuus ja jäätyminen sekä kanavien epätasainen täyttyminen johtuen patoluukkujen sijaitsemisesta vain kokoojassa.

Sikalan ulkopuolella esiintyneitä ongelmia olivat: yhdysputken jäätyminen, välikaivon aiheuttamat ongelmat, pohjalaskeuman kuivuminen ja nouseminen pintaan lietesäiliössä, kuivan lannan sekoittamisen aiheuttama käyminen, pohja- tai pintaveden pääsy lietesäiliöön, pohjasyvennyksen puute, lietevaraston pienuus, kaasuongelmat sekoitettaessa, kuorettuman muodostuminen sian lietteeseen, liian pienet tyhjennysaukot lietesäiliössä, liian vähän sekoittimia, heikkotehoinen kompressori lietevaunussa sekä imu-painevaunun imuletkun pienuus ja sihdin puute. Nämä virheet ovat satunnaisia yksittäisten sikaloitten virheitä, eivätkä esiinny mitenkään yleisesti, vaikka niitä kutakin oli yhdessä tapauksessa.

3.1.10. Lietejärjestelmän edut

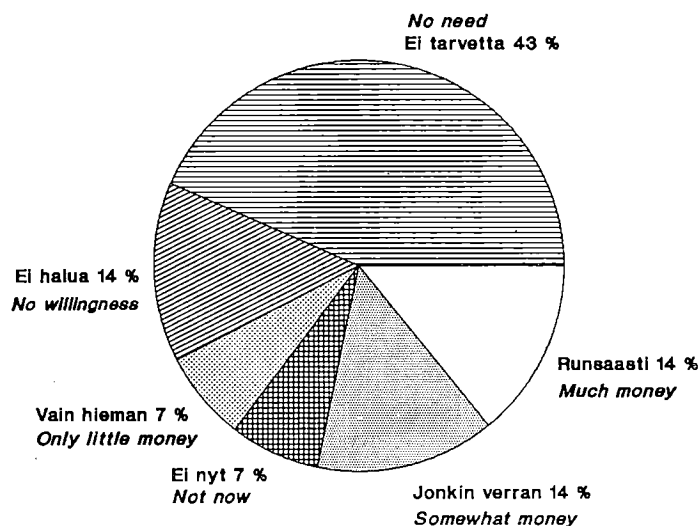
Kaksi viljelijää piti lietejärjestelmän erityisinä etuina käsittelyn helppoutta, vaivattomuutta ja vähäistä työntarvetta. Muina etuina mainittiin, että lannanpoisto on kevyttä, järjestelmä on toimintavarma, sekoittaminen on helppoa, lannan käsittely on halpaa, järjestelmässä ei ole kuluvia osia ja siat ovat puhtaita.

3.1.11. Suhteet viranomaisiin ja naapureihin

Naapurit olivat valittaneet 4:ssä tapauksessa hajusta. Viranomaiset sen sijaan olivat puuttuneet hajuhaittoihin vain 3:ssa tapauksessa. Näinkin suuret valitusmäärät antavat selvästi viitettä siitä, että hajuhaittojen estämisen tutkimiseen olisi jatkossa tarvetta. Eräs vaihtoehto olisi kannen rakentaminen lietesäiliön päälle. Se on kuitenkin kallis ja sekoittamista hankaloittava rakenne. Toisena ratkaisuna voitaisiin pitää kevytsora- tai muuta katetta lietteen päälle. Yksi ratkaisu on naudanlietteen sekoittaminen sianlietteen joukkoon. Levityksen aikaisia hajuhaittoja voidaan pienentää levitystekniikan kehittämällä ja ajankohdan valinnalla. Näitä kysymyksiä on tarkasteltu lähemmin kohdassa 1.11.

3.1.12. Halukkuus lantaloiden kehittämiseen

Viljelijöiden kiinnostus lantaloiden kehittämiseen selviää kuviosta 6.

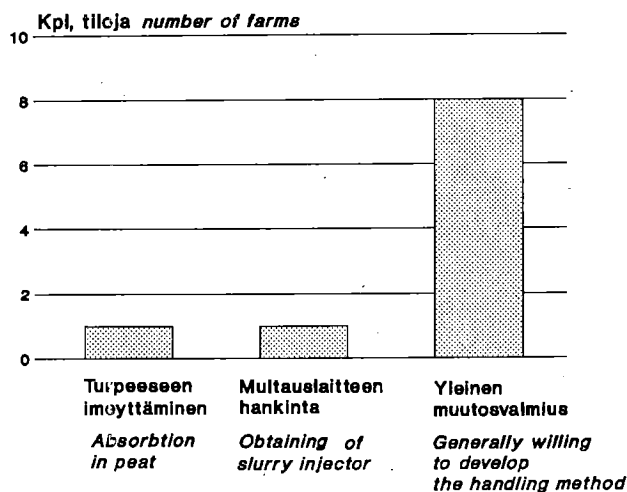


Kuvio 6. Viljelijöiden halukkuus sijoittaa lietalantavaraston kehittämiseen.
Diagram 6. The 17 pig farmer's willingness to invest in improvements of their slurry store.

Jopa 43 % isännistä katsoi, että heillä ei ollut tarvetta sijoittaa lietalantavaraston kehittämiseen. 14 % ei halunnut investoida lantavarastoon riippumatta tarpeesta. 7 % oli valmis uhraamaan vain hyvin vähän varoja lantaloiden kehittämiseen. Saman verran ei ollut siihen valmis tällä hetkellä. 14 % isännistä oli valmiita uhraamaan jonkin verran varoja lantaloiden kehittämiseen. Saman verran oli myös niitä, jotka olivat valmiita uhraamaan enemmänkin varoja lantaloiden kehittämiseen.

3.1.13. Lannan käsittelyn kehittämishalukkuus

Viljelijöiden kiinnostus uusiin käsittelytapoihin selviää kuviosta 7.

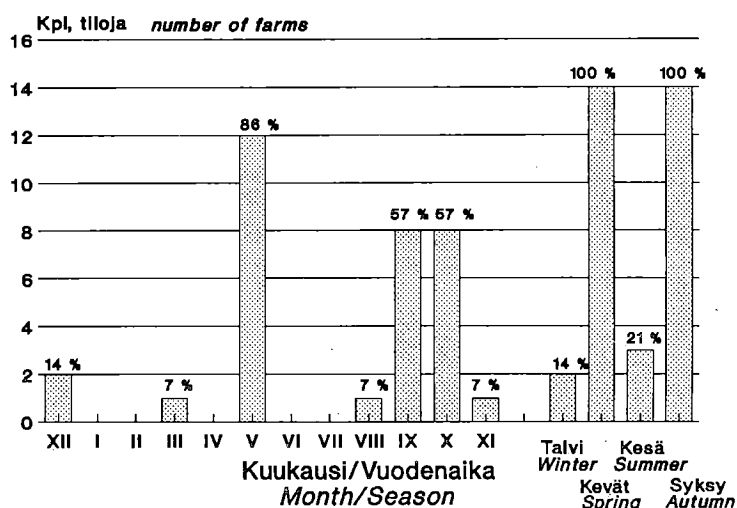


Kuvio 7. Viljelijöiden kiinnostus uusiin käyttömuotoihin.

Diagram 7. *Number of pig farms interested in new slurry handling methods such as absorbition in peat or obtaining of slurry injector to the tanker, and number of pig farms generally interested in developing their slurry handling (17 pig farms interviewed).*

Yksi isännistä oli kiinnostunut turpeeseen imeyttämisestä. Runsas puolet isännistä katsoi yleisesti olevansa valmis tekemään muutoksia lannan käytön tehostamiseksi. Multauslaitteistoa oli hankkimassa yksi isännistä.

3.1.14. Lietteen levittäminen



Kuvio 8. Levityksen yleisyys eri kuukausina sikatiloilla.

Diagram 8. *Field-distribution of slurry in different months on the pig farms in the study.*

Käytetyt levitysajat selviävät kuviosta 8. Sikalan pitäjistä 36 % levitti lietettä myös talvella. Kevät- ja syyslevitys olivat yleisimpiä. Kaikki isännät olivat levittäneet lietettä näinä vuodenaikoina. Kesälevitys sen sijaan oli harvinaista. Vain 21 % isännistä levitti lietettä kesällä. Kuukausista suosituin oli toukokuu, jolloin 86 % isännistä levitti lietettä. Seuraavaksi suosituimmat kuukaudet olivat syys- ja lokakuu kumpikin 57 %:in yleisyydellä. Levitys muina yksittäisinä kuukausina oli vähäistä.

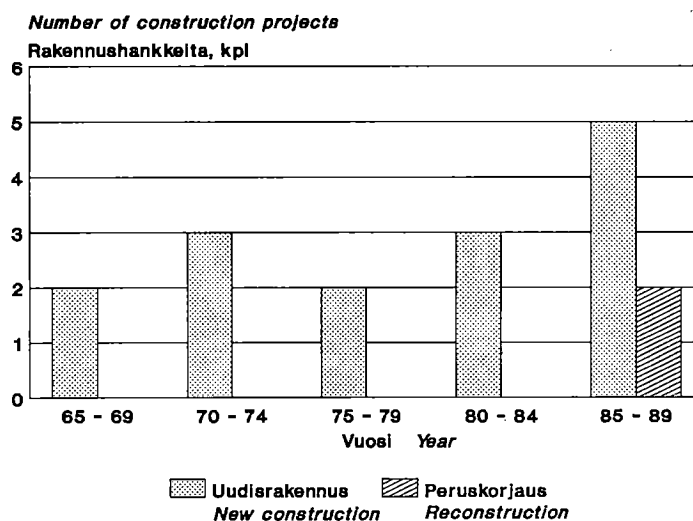
3.1.15. Lietelannan käsittelystä kaivattu tieto

Eniten tietoja kaivattiin lietteen ravinteista. 55 % viljelijöistä kaipasi tavalla tai toisella tietoa lietteen levitysmääristä ja ravinteista. Tietoa haluttiin myös lietevaunuista.

3.2. Nautakarjarakennusten liotelantajärjestelmät

3.2.1. Nautakarjarakennusten liotelantajärjestelmän rakentamis- ja peruskorjausvuosien ajoittuminen

Tutkimuksessa mukana olleiden parsinavetoiden liotelantajärjestelmien (15 kpl) rakentamisen ajoittuminen selviää kuviosta 9.



Kuvio 9. Parsinavetoiden liotelantajärjestelmien rakentamisen ajoittuminen.

Diagram 9. Year of construction for the liquid manure systems in the 15 stanchion barns in the study.

Lietelantajärjestelmiä oli rakennettu melko tasaisesti 60-luvun puolivälistä alkaen. Kuitenkin 80-luvun loppupuolella rakennettuja oli suhteellisesti enemmän aineistossa. Tämä saattoi johtua pelkästään siitä, että osoitelähteillä oli parempi tieto

viimeksi rakennetuista kohteista. Molemmat peruskorjaukset parsinavettojen lietalantajärjestelmiin oli tehty vuoden 1985 jälkeen.

Neljästä tutkimuksessa mukana olleesta pihatoiden lietalantajärjestelmästä kolme oli rakennettu vuosien 1985 - 1989 välillä. Yksi oli rakennettu vuosien 1965 - 1969 välillä. Lihakarjarakennusten kolme lietalantajärjestelmää oli rakennettu vuosien 1980 - 1984 välillä, eikä niitä oltu peruskorjattu. Parsinavettojen lietalantajärjestelmien peruskorjaukset oli tehty samoihin aikoihin kuin pihatoiden lietalantajärjestelmät oli rakennettu.

3.2.2. Navetoiden koko, tyyppi, eläinmäärät ja sisäruokintakauden pituus

Tutkimuksessa mukana olleissa parsinavetoissa oli 14 - 35,3 nautayksikköä. Säilörehuannos oli keskimäärin 27,3 kg/pv nautayksikköä kohti otoskeskihajonnan ollessa 6 kg/pv nautayksikköä kohti. Maitoa tuotettiin keskimäärin 5 529 l/vuosi lehmää kohti 4 %:ista maitoa otoskeskihajonnan ollessa 900 l/vuosi lehmää kohti. Lihaa tuotettiin keskimäärin 82,8 kg/ny vuodessa otoskeskihajonnan ollessa 51,1 kg/ny vuodessa. Sisäruokintakausi oli parsinavetoissa keskimäärin 262 vuorokautta.

Pihatoissa oli keskimäärin 31,0 nautayksikköä. Säilörehuannos oli keskimäärin 61,4 kg/pv nautayksikköä kohti otoskeskihajonnan ollessa 62,0 kg/pv nautayksikköä kohti. Maitoa tuotettiin keskimäärin 5 928 l/vuosi lehmää kohti 4 %:ista maitoa

Parsinavetoiden koko ja voimaperäisyys:

* koko	20,9 nu
* säilörehuannos	27,3 kg/pv/ny
* maidontuotanto	5529 l/v/lehmä
* lihaa	82,8 kg/ny/vuosi
* sisäruokintakausi	262 vrk

Size and production of the 15 stanchion barns in the study:

* size	20,9 nu ¹⁾
* silage allowance (unwilted)	27,3 kg/day/nu
* milk production	5529 l/year/cow
* meat production	82,8 kg/year/nu
* house feeding period	262 days/year

1) "nu" see p. 103

Pihatoiden koko ja voimaperäisyys:

* koko	31,0 nu
* säilörehuannos	61,4 kg/pv/ny
* maidontuotanto	5928 l/v/lehmä
* lihaa	56,8 kg/ny/vuosi
* sisäruokintakausi	274 vrk

Size and production of the 4 cubicles in the study:

* size	31,0 nu ¹⁾
* silage allowance (unwilted)	61,4 kg/day/nu
* milk production	5928 l/year/cow
* meat production	56,8 kg/year/nu
* house feeding period	274 days/year

1) "nu" see p. 103

otoskeskihajonnan ollessa 524 kg/vuosi lehmää kohti. Lihaa tuotettiin keskimäärin 56,8 kg/ny vuodessa otoskeskihajonnan ollessa 31,3 kg/ny vuodessa. Sisäruokintakauden pituus oli pihatoissa keskimäärin 274 vuorokautta.

Lihakarjojen keskikoko oli 50,0 nautayksikköä. Säilörehuannos niissä oli keskimäärin 34,8 kg/pv nautayksikköä kohti otoskeskihajonnan ollessa 13,4 kg/pv nautayksikköä kohti. Lihaa tuotettiin keskimäärin 440,3 kg/vuosi nautayksikköä kohti otoskeskihajonnan ollessa 56,6 kg/vuosi nautayksikköä kohti. Lihakarjat olivat sisäruokinnassa koko vuoden.

Lihakarjanavetoiden koko ja voimaperäisyys:

* koko	50,0 ny
* säilörehuannos	34,8 kg/pv/ny
* lihaa	440,3 kg/ny/vuosi
* sisäruokintakausi	365 vrk

Size and production of the 3 beef barns in the study:

* size	50,0 nu ¹⁾
* silage allowance (unwilted)	34,8 kg/day/nu
* meat production	440,3 kg/year/nu
* house feeding period	365 days/year

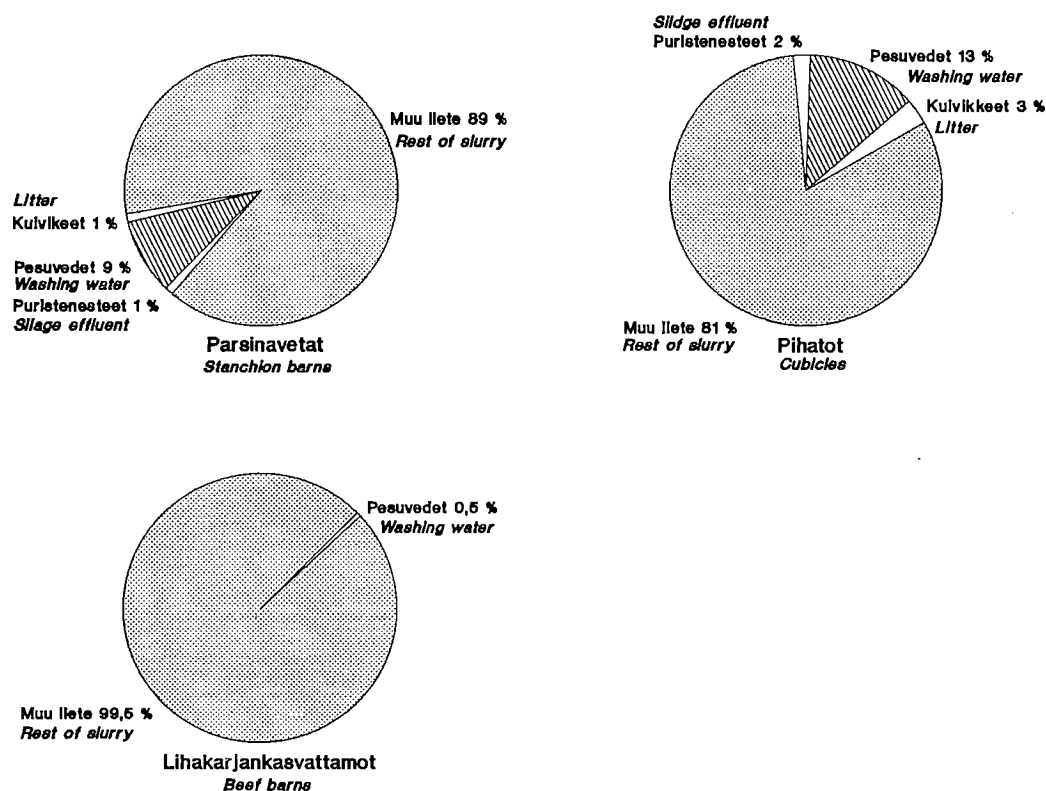
1) "nu" see p. 103

Pihatot olivat eläinmäärältään noin 50 % parsinavetoita suurempia. Niissä käytetyt säilörehuannokset olivat yli kaksinkertaiset parsinavetoiden säilörehuannoksiin nähden. Toisaalta hajonta ($s=62,0$ kg/pv ny) pihatoiden annoksen koossa oli huomattava verrattuna parsinavetoiden annosten hajontaan ($s=6,0$ kg/pv ny). Lihakarjanavetoissa karjan koko oli keskimäärin noin kaksi ja puolikertainen verrattuna parsinavetoiden karjan kokoon nautayksiköissä mitattuna. Keskimääräinen säilörehuannos oli kuitenkin vain noin neljänneksen suurempi kuin parsinavetoissa.

Maidontuotanto oli pihatoissa keskimäärin 7,2 % suurempi lehmää kohti kuin parsinavetoissa. Vaikutus lannan tuotantoon on oletettavasti hieman tätä pienempi, koska elatusrehun osuus säilyy samana ja rehut väkevöityvät. Lihantuotanto oli molemmissa nautayksikköä kohti varsin pientä vastaten lähinnä uudistusta, joten sillä ei ole juuri merkitystä tuotetun lannan määrään. Pihatot tuottavat keskimäärin parsinavetoita enemmän lietettä suuremman yksikkökokonsa ja hieman pidemmän sisäruokintakautensa takia. Vielä enemmän varastoitavaa lietettä tuotantoyksikköä kohti tuottavat liharjanavetat lypsykarjayksiköjä suuremman kokonsa ja ympärivuotisen sisäruokintakautensa takia. Suuremmasta tuotannon voimaperäisyydestä ja säilörehun suuremmasta osuudesta johtuen on odotettavissa, että lietettä tuotettiin pihatossa myös nautayksikköä kohti enemmän kuin parsinavetassa. Samasta syystä liharjojen lietteen tuotanto nautayksikköä kohti lienee parsinavetoiden tuotantoa suurempi.

3.2.3. Kuivikkeet, pesuvedet sekä muodostuva liete

Parsinavetoissa pesuvesien määrä oli keskimäärin 126 litraa päivässä eli 46 m³ vuodessa. Nautayksikköä kohti pesuvesiä kertyi päivässä keskimäärin 6 litraa ja vuodessa 2 200 litraa. Kuivikkeita käytettiin keskimäärin 3,6 m³ vuodessa parsinavettaa kohti. Nautayksikköä kohti se on keskimäärin päivässä noin puoli litraa ja 172 litraa vuodessa. Puristemehua syntyi 0 - 60 litraa säilörehukuutiometriä kohti vuodessa keskiarvon ollessa 20 litraa. Nautayksikköä kohti puristemehua kertyi vuodessa keskimäärin 158 litraa. Maatilahallituksen rakennusohjeen (ANON. 1989a s. 7) mukaan puristenestettä syntyy 50 - 200 litraa rehutonnia kohti, joten viljelijöiden arvio puristenesteen määrästä on rakennusohjeen oletuksen mukainen. Kun vuosittain levitettävä lietemäärä oli keskimäärin 495 m³, oli pesuvesien osuus keskimäärin 9,3 % lietteen tilavuudesta. Vastaavasti kuivikkeiden osuus oli keskimäärin 0,7 % levitettävän lietteen määrästä (kuvio 10).



Kuvio 10. Kuivikkeiden ja pesuveden osuus parsinavetoiden, pihatoiden ja lihakarjankasvattamoiden lietteessä.

Diagram 10. The share of waste water from washing and litter in slurry from the 15 stanchion barns, 4 cubicles and 3 beef barns in the study.

Pihatoissa pesuvesien määrä oli noin 60 m^3 vuodessa eli 160 litraa päivässä. Nautayksikköä kohti pesuvesiä kertyi siten 5,1 litraa päivässä ja vuodessa $1,9 \text{ m}^3$. Kuivikkeita käytettiin neljässä pihatossa keskimäärin $41,3 \text{ m}^3$ vuodessa pihattoa kohti. Nautayksikköä kohti käytettiin pihatoissa noin $1,3 \text{ m}^3$ kuivikkeita vuodessa. Päivässä niitä käytettiin keskimäärin 3,6 litraa. Puristemehua syntyi 0 - 130 litraa säilörehukuutiometriä kohti keskiarvon ollessa 60 litraa. Myös pihattonavetoiden omistajien arvio puristenesteiden määrästä osui yhteen maatilahallituksen rakennusohjeen (ANON. 1989a s. 7) kanssa. Puristenesteitä kertyi vuodessa keskimäärin 650 litraa nautayksikköä kohti. Kun vuosittain levitettävä lietemäärä oli keskimäärin $1\,200 \text{ m}^3$, oli pesuvesien osuus 5 % lietteen tilavuudesta. Vastaavasti kuivikkeiden osuus oli keskimäärin 3,5 % levitettävän lietteen määrästä (kuvio 10).

Lihakarjakasvattamoissa pesuvesiä syntyi keskimäärin 5 litraa päivässä eli noin $1,8 \text{ m}^3$ vuodessa. Kuivikkeita ei käytetty. Puristenesteitä syntyi yhdellä tilalla 100 litraa rehutonnia kohti. Nautayksikköä kohti syntyi puristenesteitä 500 litraa vuodessa. Kun vuosittain levitettävä lietemäärä oli keskimäärin 720 m^3 , oli pesuvesien osuus 0,5 % lietteen tilavuudesta (kuvio 10).

Lihakarjakasvattamoissa pesuvesien määrä on huomattavasti pienempi kuin lypsykarjarakennuksissa. Se on niin pieni, että se voidaan käytännössä jättää huomiotta. Lypsykarjarakennuksissa sen sijaan pesuvesiä muodostuu rakennustyyppistä riippuen 5 - 6 litraa päivässä eli $1,9 - 2,2 \text{ m}^3$ vuodessa nautayksikköä kohti. Pihatoissa käytetään muita nautakarjarakennuksia enemmän kuivikkeita nautayksikköä kohti. Määrä on 7,5-kertainen parsinavetoiden kuivikkeiden käyttöön nähden. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että parsinavetoissa käytetään yleensä parsimattoa. Pesuvesien osuus lietteessä on suurin parsinavetoissa.

Parsinavetoissa lietevarastojen koko oli keskimäärin $15,9 \text{ m}^3/\text{ny}$ otoskeskihajonnan ollessa $7,7 \text{ m}^3/\text{ny}$. Pienin oli $4,1 \text{ m}^3/\text{ny}$ ja suurin $30,9 \text{ m}^3/\text{ny}$. Varastointiaika oli keskimäärin 8,4 kuukautta ja lyhyimmillään 4 kuukautta. Neljässä tapauksessa varastointiaika oli pidempi kuin sisäruokintakausi. Niiden lietesäiliöiden tilavuus, joiden isännät katsoivat olevan riittävän suuret, oli keskimäärin $21,6 \text{ m}^3/\text{ny}$ otoskeskihajonnan ollessa $6,0 \text{ m}^3/\text{ny}$. Vastaavasti niiden lietesäiliöiden, joiden isännät katsoivat olevan liian pieniä, tilavuus oli keskimäärin $11,3 \text{ m}^3/\text{ny}$ otoskeskihajonnan ollessa $5,4 \text{ m}^3/\text{ny}$. Näin ollen, jos lietesäiliön tilavuusvaatimuksena käytettäisiin $21,7 \text{ m}^3/\text{ny}$, voitaisiin tutkimusaineiston perusteella olettaa, että korkeintaan joka 20. lietesäiliö tulisi rakennetuksi liian pieneksi. Ottaen huomioon sisäruokintakauden pituus lietettä syntyi vuodessa myös laitumelle joutuva liete mukaan lukien keskimäärin $25,5 \text{ m}^3/\text{ny}$ otoskeskihajonnan ollessa

8,9 m³/ny. Näin ollen joka 20:nnessä tapauksessa voidaan vuodessa syntyvän lietemäärän olettaa ylittävän arvon 42,6 m³/ny kohti. Niiden lietesäiliöiden tilavuus, jotka viljelijät katsoivat liian pieneksi, riitti keskimäärin 6 kuukauden varastointikaudeksi otoskeskihajonnan ollessa 1,7 kuukautta. Näin ollen, jos hyväksytään, että enintään joka 20:nnen lietesäiliön varastointikausi on liian lyhyt, varastointikauden pitäisi olla 9,3 kuukautta pitkä. Yhdistettäessä muodostuvien lietemäärien ja varastointiajan vaihtelu samalla tavalla kuin sikaloidenkin lietevarastojen tilavuuksia laskettaessa saadaan parsinavetojen lietevaraston tilavuuden tarpeeksi 20,2 m³ nautayksikköä kohti.

Pihatoissa lietevarastojen koko oli keskimäärin 21,1 m³/ny otoskeskihajonnan ollessa 5,1 m³/ny. Pienin oli 15,6 m³/ny ja suurin 27,7 m³/ny. Varastointiaika oli keskimäärin vain 6,8 kuukautta. Kaikissa tapauksissa varastointiaika oli lyhempi kuin sisäruokintakausi. Kaikki isännät katsoivat lietesäiliönsä riittävän suureksi. Sopivan suurta varastointitilavuutta ei tämän perusteella voida määrittää tilastollisesti. Saatu keskiarvo on parsinavetoille tilastollisesti määriteltä vähimmäistilavuusvaatimusta pienempi. Koska kuitenkin edellä esitettyjen tuotannon voimaperäisyyslaskelmien perusteella lietettä pitäisi pihatoissa muodostua enemmän kuin parsinavetoissa, on ilmeistä, että riittämättömät varastot eivät tulleet ilmi liian pienen havaintomäärän takia. Koska otoskeskihajonta varastonsa riittäväksi katsoneiden isäntien lietevarastojen tilavuudessa nautayksikköä kohti oli kutakuinkin sama sekä parsinavetoissa ($s=5,4$ m³/ny) että pihatoissa ($s=5,1$ m³/ny), voidaan olettaa, että sopiva vähimmäistilavuusvaatimus saadaan lisäämällä pihatoista saatua keskiarvoon parsinavetoista saadun vähimmäistilavuusvaatimuksen ja keskiarvon erotus (5,8 m³/ny). Pihatoiden lietevarastojen vähimmäistilavuusvaatimukseksi saadaan siten 26,9 m³/ny. Ottaen huomioon sisäruokintakauden pituus lietettä syntyi vuodessa myös laiturille joutuva liete mukaan lukien keskimäärin 37,7 m³/ny otoskeskihajonnan ollessa 9,2 m³/ny. Näin ollen joka 20:nnessä tapauksessa voidaan vuodessa syntyvän lietemäärän olettaa ylittävän 59,3 m³/ny vuodessa. Pihatoiden lietevarastoissa tarvittavaa varastointikautta ei voitu selvittää, koska riittämättömiä lietevarastoja ei aineistossa ollut. Varastointiajan keskiarvon ja hajonnan pitää kuitenkin olla samat kuin parsinavetoissakin, joten yhdistetyn vaihtelun perusteella saadaan pihatoiden lietevaraston tilavuustarpeeksi 33,8 m³/ny.

Lihakarjan kasvattamoissa lietevarastojen koko oli keskimäärin 9,8 m³/ny otoskeskihajonnan ollessa 5,1 m³/ny. Varastointiaika oli kuitenkin lietteen suuresta kuiva-ainepitoisuudesta johtuen keskimäärin 7,2 kuukautta. Lihakarjankasvatamoissa on luonnollista, että sisäruokintakausi on pidempi kuin varastointikausi

eli koko vuosi. Lihakarjakasvattamoista saadun aineiston perusteella ei voida määrittää lietesäiliön vähimmäistilavuusvaatimusta. Koska kuitenkin nautayksikköä kohden olevan varastotilavuuden hajonta on saman suuruinen kuin muissakin nautakarjarakennuksissa, saadaan jonkinlainen arvio menettelemällä samalla tavalla kuin pihatoidenkin lietteen varastotilarvetta laskettaessa. Näin vähimmäistilavuusvaatimukseksi saadaan 15,6 m³/ny. Lietettä muodostui vuodessa 17,8 m³/ny otoskeskihajonnan ollessa 5,4 m³/ny. Näin ollen voidaan joka 20:nnessä tapauksessa olettaa vuodessa syntyvän lietemäärän ylittävän 33,6 m³/ny.

Taulukko 21. Nautojen tuottamat lietemäärät vuodessa keskimäärin ja enimmäismäärät 5 %:n riskillä.

Table 21. *Quantities of slurry produced by neat cattle in the study on the average and calculated maximum quantity at 5 % significance level.*

	Lietelannan tuotantomäärät vuodessa nautayksikköä kohden keskimäärin m ³ /ny/vuosi <i>Average quantity of liquid manure m³/nu/year¹⁾</i>	Lietelannan enimmäis- tuotantomäärät nautayksikköä kohden 5 %:n riskillä m ³ /ny/vuosi <i>Maximum quantity of liquid manure at 5 % significance level m³/nu/year¹⁾</i>
Parsinavetat <i>Stanchion barns</i>	25,5	42,6
Pihatot <i>Cubicles</i>	37,7	59,3
Lihakarjakasvattamot <i>Beef barns</i>	17,8	33,6

1) "nu" see p. 103

Taulukko 22. Lietteen varastointitilan tarve sivuilla 78 - 80 esitetyn laskelman perusteella.

Table 22. *Need of slurry storage volume according to a calculation in the text on pp. 78 - 80.*

	m ³ /ny m ³ /nu ¹⁾
Parsinavetta <i>Stanchion barn</i>	20,2
Pihatto <i>Cubicle</i>	33,8
Lihakarjakasvattamo <i>Beef barn</i>	18,2

1) "nu" see p. 103

Myöskään lihakarjakasvattamoiden osalta ei voitu selvittää tarvittavaa varastointikautta aineiston pienuuden takia. Myös tässä tapauksessa varastointiajan keskiarvon ja hajonnan tulee olla sama kuin parsinavetoissakin, joten yhdistetyn vaihtelun perusteella saadaan tarvittavaksi lietevarastotilavuudeksi 18,2 m³/ny.

Pihatoiden tuottama liotelantamäärä nautayksikköä kohti oli selkeästi suurempi kuin muiden nautakarjarakennusten, kuten jo edellä intensiteettilaskelmien perusteella otaksuttiin. Sen sijaan päinvastoin kuin tuotannon voimaperäisyys lihakarjarakennusten liotelannantuotanto oli nautayksikköä kohti pienempi. Erityisesti parsinavetoiden ja pihatoiden lietemääristä on todettava, että lietteen mukaan tuleva pesuvesien määrä on melkoinen. Erään arvion (ANON. 1990 s. 11) mukaan pesuvesiä kertyy vuodessa lypsykarjataloudessa keskimäärin 182,5 m³. Tämä määrä ei riipu niinkään karjakoosta, vaan navetan varustelutasosta. Esimerkiksi lypsykoneen pesusta kertyy kaksi kertaa vuorokaudessa 130 litraa eli keskimäärin 260 litraa vettä vuorokaudessa, ja tilatankin pesusta sama määrä joka toinen päivä eli 65 litraa päivässä. Muuhun pesuun kuluu päivittäin 100 - 200 litraa vettä. Pesuvesien näin suurta merkitystä ei tutkimuksen haastatteluvaiheessa osattu ottaa huomioon. Edellisen perusteella suositelluista lietevarastotilavuuksista voidaan vähentää pesuvesiä vastaava määrä, mikäli ne johdetaan erilliseen viemäriin. Tämän ei saa antaa kuitenkaan johtaa harhaan siinä mielessä, että nuoren karjan osaston lantakanaviin joudutaan yleensä lisäämään vettä, jolloin vähennystä ei pidä tehdä. Pahin tilanne on, jos pesuedet johdetaan suoraan lietesäiliöön ja nuoren karjan lantakanaviin joudutaan lisäämään vettä lietteen liikkeelle saamiseksi.

Lihakarjan lietteen kuiva-ainepitoisuuden ero on vain emakoiden lietteeseen nähden tilastollisesti merkitsevä, kuten taulukoista 21 ja 23 nähdään. Erot ovat käytännön kannalta kaikissa suuntaa antavia. Mukana olleen yhden liotelantakanalan lietteen kuiva-ainepitoisuus oli 17,6 %. Kanalalietteestä oli vain yksi havainto, joten siitä ei voida tehdä tilastollisia johtopäätöksiä. Lisäksi on kyseenalaista, voidaanko näin kuivaa lantaa enää pitää liotelantana. KEMPPAISEN (1984 s. 1) mukaan naudan lietteen kuiva-ainepitoisuus vaihtelee eri kirjallisuuslähteistä saatujen tietojen mukaan välillä 7,3 - 10 %. Suomalaisilta tiloilta kerätyssä aineistossa naudan lietteen kuiva-ainepitoisuuden keskiarvo oli 8,1 % ja keskihajonta 3,6 % (KEMPPAINEN 1984 s. 16, liite 5). Tässä tutkimuksessa kuiva-ainepitoisuus olisi siten KEMPPAISEN (1984) tutkimuksen mukaisia huomattavasti pienempi erityisesti pihatoista tulevassa lietteessä, mutta hajontaluvut vain hieman pienemmät.

Taulukko 23. Lietelannan kuiva-ainepitoisuuden keskiarvo (k.a.) ja otoskeskihajonta (k.h.) nautakarjatilojen lietesäiliössä levityksen aikana.

Table 23. *Dry matter content mean (m) and standard deviation (s.d.) of slurry in the slurry store of the 15 stanchion barns, 4 cubicles and 3 beef barns in the study during emptying and hauling.*

Navettatyyppi <i>Barn type</i>	Kuiva-ainepitoisuus, % <i>Dry matter, %</i>	
	k.a. <i>m</i>	k.h. <i>s.d.</i>
Parsinavetta <i>Stanchion barn</i>	6,3	3,2
Pihatto <i>Cubicle</i>	5,2	2,7
Lihakarjakasvattamo <i>Beef barn</i>	9,9	3,6

KEMPPAISEN (1984 s. 24) mukaan lietteen kuiva-ainepitoisuudet kasvoivat karjan koon kasvaessa, kuten taulukosta 24 selviää. Tässä tutkimuksessa olevat parsinavetat ja pihatot olivat kuitenkin selkeästi niin suuria, että mitatut kuiva-ainepitoisuudet olivat oletettua pienempiä. Suuri hajonta lietteen kuiva-ainepitoisuudessa tilojen välillä merkitsee sitä, että ohjeeksi annettavista lietelannan muodostumismääristä tulee hyvin summittaisia. Lisäksi lihakarjan lietteen suhteellisen suuri kuiva-ainepitoisuus selittää sitä, miksi lypsynavetoissa muodostuu nautayksikköä kohti enemmän lietettä kuin lihakarjakasvattamoissa, vaikka tuotannon voimaperäisyyden perusteella voitaisiin olettaa toisin päin. Suuri kuiva-ainepitoisuus selittää myös yleisesti esiintynyttä lietekanavien tukkeutumista ja veden lisäämistarvetta nuorenkarjan ja lihanautojen lietekanavissa.

Taulukko 24. Kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu karjakoossa mukaan (KEMPPAINEN 1984 s. 24).

Table 24. *Dry matter content of the slurry of different herd sizes (KEMPPAINEN 1984 p. 24).*

Karjakoko, ny <i>Herd size, nu¹⁾</i>	Kuiva-ainepitoisuus, % <i>Dry matter, %</i>
1 - 10	4,3
11 - 20	8,2
21 - 30	8,8
> 30	7,5

1) "nu" see p. 103

Hukkatilaa oli parsinavetoiden lietesäiliöissä keskimäärin 4,2 % eli 20,8 m³. Tämä ei riitä selittämään nettomääräisten varastojen pienuutta, koska hukkatilan hyväksikäyttöön saaminen olisi lisännyt varastointiaikaa vain vajaalla puolella kuukaudella. Pihatoiden lietesäiliöissä hukkatilan osuus oli keskimäärin 22,9 % eli 174,2 m³, mutta tähän oli syynä yksi aineistoon sattunut kellarilantala, jota ei saatu tyhjäksi. Tavanomaisissa lietesäiliöissä hukkatilan osuus oli keskimäärin vain 4,8 % eli 23,9 m³. Näin ollen lantakanavien ja lietesäiliön keskinäisen korkeusaseman mitoitus oli yhtä hyvä parsinavetoissa kuin pihatoissakin.

Parsinavetoiden lietesäiliöistä ajettiin vuodessa keskimäärin 65 kuormaa lietettä. Se on vain noin 40 % sikatilojen lietekuormien lukumäärästä. Näillä tiloilla käytettiin yhden lietekuorman tekoon keskimäärin 3,8 minuuttia. Vuodessa kuormaustyö kesti keskimäärin 4,1 tuntia. Myös parsinavetoiden tulos eroaisi edellisistä, jos kuormausaikoja painotettaisiin tilakohtaisesti kuormien lukumäärällä. Näin ollen myös suurista parsinavetoista ajettiin useampia kuormia, koska lietevaununjen koko ei merkittävästi eronnut suurten ja pienten yksiköiden välillä.

Isännistä 67 % katsoi peltoalansa riittävän muodostuvan lietteen levitykseen. Niiden isäntien, jotka katsoivat peltopinta-alansa riittävän muodostuvan lietteen levitykseen, käyttämät yhden vuoden levitysmäärät olivat suurempia (98,2 m³/ha v) kuin niiden, jotka katsoivat, että se ei riitä (82,5 m³/ha v). Samoin oli tilanne pidemmälläkin aikavälillä. Ne isännät, jotka katsoivat peltopinta-alansa riittävän levittämiseen, levittivät keskimäärin 28,9 m³/ha vuodessa, ja ne, jotka katsoivat, että peltoala ei riitä, levittivät keskimäärin 27,3 m³/ha vuodessa. Koska nautakarjatilojen kasvijaotus ei voi kovin paljon erota tilojen välillä, osoittavat luvut, että isäntien käsitykset oikeasta levitysmäärästä poikkeavat rajusti toisistaan.

Pihatoiden lietesäiliöistä ajettiin vuodessa keskimäärin 116 kuormaa lietettä. Se on noin 1,8-kertainen parsinavettojen lietesäiliöistä ajettujen kuormien lukumääriin nähden ja noin 0,7-kertainen sikaloitten lietesäiliöistä ajettujen kuormien määrään. Pihatön lietesäiliöstä tehdyn kuorman tekemiseen meni keskimäärin 3,5 minuuttia. Vuodessa kuormaaminen kesti siis 6,8 tuntia. Pihatot olivat yksikkökooltaan parsinavetoita suurempia, mikä johti suurempiin ajettaviin kuormamääriin pihatoista kuin parsinavetoista. Kaikki pihatoiden omistajat katsoivat, että heidän peltoalansa riitti syntyvän lietemäärän levittämiseen. Levitysmäärä oli keskimäärin yhtenä vuotena 107,4 m³/ha. Pidemmällä aikavälillä se oli keskimäärin 74,4 m³/ha.

Lihakarjan kasvattamoiden lietesäiliöistä ajettiin vuosittain keskimäärin 75 kuormaa lietettä, mikä on vain hieman enemmän kuin parsinavetoista. Kuormien suhteellisen pieni määrä verrattuna parsinavetoiden vastaavaan johtuu lähinnä

lihakarjakasvattamoiden lietteen suhteellisen suuresta kuiva-ainepitoisuudesta. Näillä tiloilla lietekuorman tekoon meni aikaa keskimäärin 2,3 minuuttia. Lietteen kuormaamiseen meni näin ollen vuodessa keskimäärin vain 2,9 tuntia. Yhtenä vuonna tapahtuva levitys oli keskimäärin 55,3 m³/ha. Pidemmällä aikavälillä määrä oli 34,0 m³/ha.

Sikaloiden, pihatoiden ja lihakarjakasvattamoiden lietteen levitys samalle peltolohkolle toistui 1,6 - 1,7 vuoden välein, kun taas parsinavetoiden lietteen levitys toistui 3,8 vuoden välein. Ensin mainituista karjasuojista usein toistuva lietteen levittäminen samalle peltolohkolle osoittaa, että lannan levittämistä varten tarvittaisiin suurempi peltoala kuin tilalla on käytettävissä. Tiloilla kyse on selvästi kohtuuttomuuksiin nousevista levitysmääristä, kun taas pihatoiden ja lihakarjakasvattamoiden lietteen levitysaika ei sovi nurmen kiertoaikaan.

3.2.4. Sekoittaminen

Parsinavetoiden potkurisekoittimien tehontarve oli keskimäärin 50 kW, ja keskimääräinen potkurin halkaisija oli 57 cm. Potkurien halkaisija ei merkittävästi vaihdellut eri sekoittimien välillä. Tehontarve oli noin 1,7-kertainen verrattuna sikaloiden vastaaviin sekoittimiin lietteen ominaisuuksista johtuen. Sekoittamiseen käytettyjen pumppujen tehon tarve oli keskimäärin 23 kW. Kuitenkin traktori-käyttöisten pumppusekoittimien tehontarve oli keskimäärin 38 kW. Vastaavasti kaikkien sähkökäyttöisten sekoittimien nimellisteho oli 7,5 kW. Ennen levitystä sekoittamiseen käytetty aika vaihteli runsaasti. Keskimääräinen aika oli kuitenkin 1,7 tuntia eli ainoastaan vajaa puolet sikaloiden vastaavien lietesäiliöiden keskimääräisestä sekoitusajasta. 59 % isännistä katsoi levityksen aikaisen sekoittamisen tarpeelliseksi. Lihakarjakasvattamoiden lietteen sekoittaminen ei ollut tarpeen levityksen aikana millään tilalla.

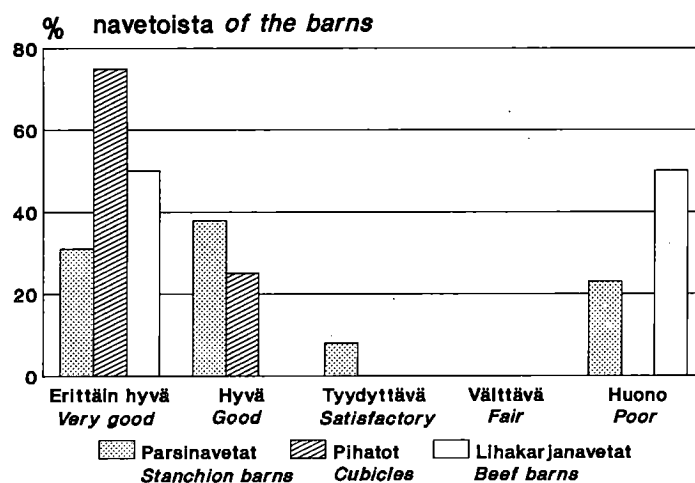
Pihatoiden lietesäiliöiden potkurisekoittimet olivat samankokoisia kuin parsinavetoidenkin. Niiden tehon tarve oli keskimäärin 49 kW ja potkurin halkaisija keskimäärin 55 cm. Sekoittamiseen käytetyt pumput sen sijaan olivat tehokkaampia kuin parsinavetoissa käytetyt. Niiden keskimääräinen tehontarve oli 43 kW. Keskimääräinen sekoitus aika ennen levitystä tavanomaisissa lietesäiliöissä oli pihatoissa puoli tuntia, sen sijaan mukana olleessa kellarilantalassa se oli peräti 40 tuntia. Kaikki kysymykseen vastanneet pitivät sekoittamista myös levityksen aika tarpeellisena.

Yhdessä lihakarjakasvattamossa ollut potkurisekoitin oli tehontarpeeltaan 67 kW ja vastaavasti toisessa lihakarjankasvattamossa ollut pumppusekoitin oli tehontarpeeltaan 56 kW. Lihakarjanavettojen lietettä sekoitettiin keskimäärin

2,2 tuntia ennen levitystä. Yksi isäntä ei sekoittanut lietettä lainkaan. Muut eivät pitäneet levityksen aikana tapahtuvaa sekoittamista tarpeellisena.

Lypsykarjarakennusten lietesäiliöiden sekoittamisessa ei ollut merkittäviä eroja. Sekoittamisaika ennen levitystä on pihatoissa kuitenkin hieman parsinavetoiden lietevarastojen sekoitusaikaa lyhyempi. Sen sijaan lihakarjanavetoiden lietteen sekoittaminen näyttää vaativan suuremman tehon, ja sitä ei tarvitse sekoittaa levityksen aikana. Sekoittamisaika ennen levitystä on niissä sama kuin parsinavetoissakin.

Parsinavetoissa sekoittaminen onnistui toisissa hyvin toisissa huonosti. Pihatoissa sekoittaminen sen sijaan onnistui vähintään hyvin. Toinen niistä lihakarjatiloi-
joilta saatiin näytteet, sekoitti lietteen hyvin, toinen huonosti (kuvio 11.)



Kuvio 11. Lietteen sekoittamisen onnistuminen nautakarjatiloi-
joilla.

Diagram 11. Success of the slurry homogenization, i.e. agitation, on the neat cattle farms
(n = 22).

3.2.5. Järjestelmien onnistuneisuus

Padotusjärjestelmä oli onnistunut yhdessä parsinavetassa. 15:sta valutusjärjestelmästä yksi oli epäonnistunut. Tämän toimimattomuus johtui virheellisistä rakenneratkaisuista, ei itse järjestelmästä. Padotusjärjestelmän toimivuudesta ei voida tämän tutkimuksen perusteella tehdä johtopäätöksiä puoleen tai toiseen niiden vähäisen määrän takia. Pihatoissa oli ainoastaan valutusjärjestelmiä ja lantakellari. Kaikki valutusjärjestelmät toimivat, lantakellari ei. Yhdessä lihakarjan kasvattamossa oli padotusjärjestelmä. Se oli toimiva. Muissa oli toimiva lantakone.

3.2.6. Kanavien mitat

Lietekanavien syvyys oli parsinavetoissa 60 - 120 cm. Mikäli rakennuksessa oli useamman syvyisiä lietekanavia, näistä syvimät olivat 76 - 150 cm syviä. Pihatoissa lietekanavien syvyys oli 115 - 180 cm.

Varsinaisia lietekanavia oli vain kaksi, joista toinen oli merkittävästi syvempi (180 cm) kuin lietekanavat yleensä. Lantakoneella varustettujen kuilujen syvyys oli vain 25 - 30 cm. Kyseessä olivat avokourut. Aineiston lihakarjankasvattamoissa oli vain yhdessä varsinainen lietekanava, jonka syvyys oli 110 cm. Lantakoneella varustettujen lietekanavien syvyys oli 30 - 50 cm.

Eri nautakarjarakennusten tai sikaloiden varsinaisten lietekanavien syvyudessa ei ollut merkittävää eroa. Lantakoneella varustetut kanavat olivat nautakarjarakennuksissa jonkin verran syvemmät kuin sikaloissa.

Lietekanavat olivat parsinavetoissa 80 - 100 cm leveitä. Mikäli rakennuksessa oli useamman levyisiä lietekanavia, näistä leveimmät olivat 90 - 240 cm leveitä. Pihatoiden lietekanavat olivat keskimäärin 130 - 240 cm leveitä. Mikäli niissä oli useamman levyisiä kanavia, niistä leveimpien leveys oli 135 - 280 cm. Lantakoneella varustettujen ja muiden kanavien välillä ei tässä suhteessa ollut eroa. Lihakarjankasvattamossa olleet varsinaiset lietekanavat olivat kapeampia, 170 - 230 cm, kuin lantakoneella varustettu kanava, 300 cm. Pihatoiden ja lihakarjan kasvattamoiden lietekanavat ovat leveämpiä kuin parsinavetoiden, mikä onkin luonnollista.

Parsinavetoissa lietekanavat oli kallistettu 0 - 2,5 % vastavirtaan. Yksi kanava oli kallistettu 1 % myötävirtaan. Mikäli oli käytetty useita kaltevuuksia samassa rakennuksessa, näistä suurimpien kallistusten keskiarvo oli 2,4 % vastavirtaan. Varsinaiset lietekanavat pihatoissa oli kallistettu 0,8 - 1,9 % kanavan perälle päin. Koneellisen ratkaisun lietekanan pohja oli vaakasuorassa. Lihakarjankasvattamoiden lietekanavat oli kallistettu keskimäärin 0,6 % kanavan perälle päin. Myöskin lihakarjankasvattamoissa lantakoneella varustettujen lietekanavien pohjat olivat vaakatasossa.

Lietekanavien kynnysväli oli navetoissa 2,1 - 22,0 metriä. Pisimmän kanavan pituus oli 25,5 metriä. Lihakarjanavetoissa lietekanavat olivat keskimäärin 18,5 metriä pitkät.

Kokoojakanavat olivat parsinavetoissa 90 - 150 cm syviä ja 60 - 120 cm leveitä. Kokoojakanavat olivat keskimäärin 26 cm lietekanavia syvempiä. Niiden kaltevuus oli 0 - 2,5 % kanavan perälle päin. Yhdessä se oli 1 % toisin päin. Kokoojakanavien pituus vaihteli 2,6 - 9,6 m, keskipituuden ollessa 7,3 metriä. Pihatoissa kokoojakanavat olivat keskimäärin 100 - 160 cm syviä ja 90 - 240 cm leveitä.

Syvin kokooja oli 180 cm syvä. Kokoojien keskipituus oli 11,6 - 12,0 metriä. Lihakarjan kasvattamoissa kokoojakanavien syvyys oli 70 - 110 cm ja leveys 100 cm. Yhdessä kaltevuus oli 1 % kokoojan perälle päin. Kokoojakanavien pituus oli 1,0 - 15,0 metriä.

3.2.7. Yhdysputken mitat

Lietesäiliöön johtavan betoniputken halkaisija oli yhdessä tapauksessa 60 cm. Poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoisen putken mitat olivat 102 cm x 83 cm. Yhdysputken pituus oli keskimäärin 11,7 metriä. Pituuksissa oli suurta vaihtelua pisimmän yhdysputken ollessa 50 metriä. Parsinavetojen yhdysputket olivat siten varsin pitkiä verrattuna sikaloiden yhdysputkiin. Yhdysputken keskimääräinen poikkipinta-ala oli 0,8 m².

Pihatossa olleen yhdysputken halkaisija oli 60 cm. Suorakaiteen muotoisten yhdysputkien suurempi ja pienempi mitta olivat 110 cm x 110 cm ja 120 cm x 120 cm. Yhdysputket olivat varsin lyhyitä. Yhdysputken pituus oli keskimäärin 3,8 m. Laskua oli keskimäärin 3,6 % myötävirtaan. Yhdysputken poikkipinta-ala oli keskimäärin 0,7 m².

Lihakarjan kasvattamoissa yhdysputken mitat olivat 100 cm x 100 cm ja 110 cm x 110 cm. Yhdysputken pituus oli keskimäärin 5,6 metriä. Laskua oli 0 - 5,7 %. Yhdysputken poikkipinta-ala oli keskimäärin 1,1 m². Tukkeentumista yhdysputkessa ei ole esiintynyt ensimmäisen käyttövuoden jälkeen, jolloin sen aiheutti putkeen jääneet valamisjätteet.

3.2.8. Kaasuongelmat

Missään tutkimuksen parsinavetoista ei esiintynyt kaasuongelmaa jatkuvasti. Lannanpoiston aikana sitä kuitenkin esiintyi yhdessä parsinavetassa ja sekoituksen aikana jopa 20 %:ssa. Näyttää ilmeiseltä, että parsinavetoissa suositun valutusjärjestelmän vesilukko on usein vuotava, koska sekoituksen aikana esiintyy useissa tapauksissa kaasuongelmia. Kahdessa pihatossa esiintyi kaasuongelmia jatkuvasti. Lieviä kaasuongelmia esiintyi sekoituksen aikana yhdessä pihatossa. Lihakarjan kasvattamoissa kaasuongelmia esiintyi jatkuvasti yhdessä rakennuksessa.

3.2.9. Muut ongelmat

Selkeimmin esille tullut toimimattomuus oli kaikissa nautakarjarakennuksissa se, että lietelanta ei lähde liikkeelle lihaeläinten ja nuorkarjan lietekuiluista ilman veden lisäystä lannan suuresta jäykkyydestä johtuen. Toinen tärkeä ongelma parsinavetoissa oli, että lietesäiliö oli liian pieni. Muita satunnaisia ongelmia

olivat: 220 cm leveän kanavan väliseinän puute, lannan kuivuminen kanavaan kallistuksen väärän suunnan takia. Puolessa tutkimukseen osallistuneista pihatoista oli ongelmia lietteen liikkeelle lähdössä kanavista. Pihatoissa esiintyi satunnaisesti seuraavia ongelmia: rakolattian tukkeentuminen ruokintapöydän kohdalla heinäruokinnalla ja lihakarjan kasvattamoissa esiintyviä muita ongelmia olivat: päädyssä olevan kokoojakourun jäätyminen ja lantakoneen kertaimien toimimattomuus.

3.2.10. Lietejärjestelmän edut

Viljelijöiden mielestä selkeästi suurimmiksi eduiksi parsinavetoissa nousi lannan käsittelyn helppous (40 %), vähäinen työntarve (20 %) ja vaivattomuus (13 %). Muina etuina pidettiin, että sorkkia ei tarvitse leikata ja onnettomuusvaara lehmien ulospäästämisen yhteydessä on pienempi. Lisäksi nurmille voidaan levittää lantavettä, jolla tässä tarkoitetaan sekoittamattomasta lietesäiliöstä otettua lantavettä. Pihatoissa todettiin seuraavia etuja: käsittelyn helppous, vähäinen työntarve, lannan päivittäinen käsittely jää pois ja lantavettä voidaan levittää kasvavaan nurmeen. Edut saattavat kuitenkin haastatteluun pohjautuvassa tutkimuksessa korostua erityisesti tässä tapauksessa, koska lietelannan ja kiinteän lannan vertailussa vertailupareina on useasti uusi lietelantajärjestelmä ja vanha talikolla tapahtuva päivittäinen kiinteän lannan poisto.

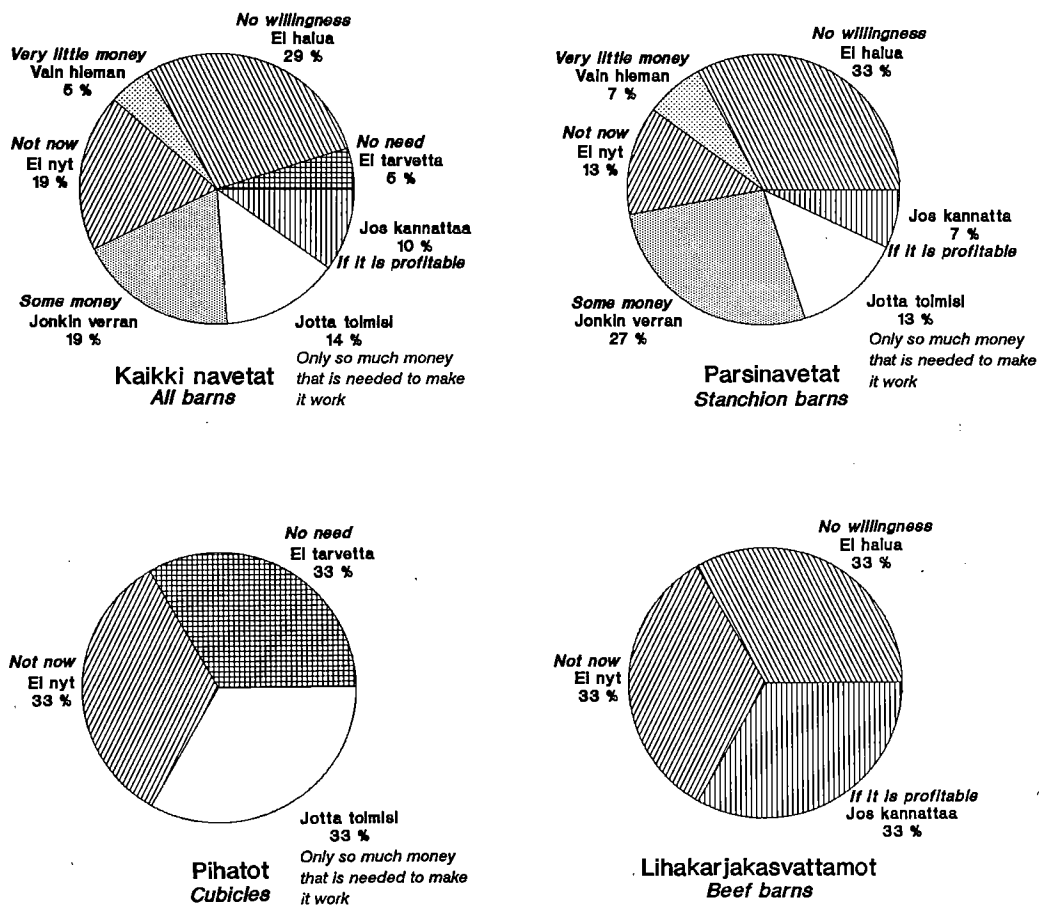
3.2.11. Suhteet viranomaisiin ja naapureihin

Vain yhdellä parsinavetan pitäjällä oli ollut kahnausta naapureiden kanssa, joten näitä ongelmia esiintyy harvoin verrattuna sikaloihin. Yhdellä lihakarjan pitäjällä oli ollut ongelmia vesiviranomaisten kanssa. Kaiken kaikkiaan näyttää siltä, että nautakarjalouden kahnaukset hajun takia ympäristön kanssa sikatalouteen verrattuna ovat perin harvinaisia.

3.2.12. Halukkuus lantaloiden kehittämiseen

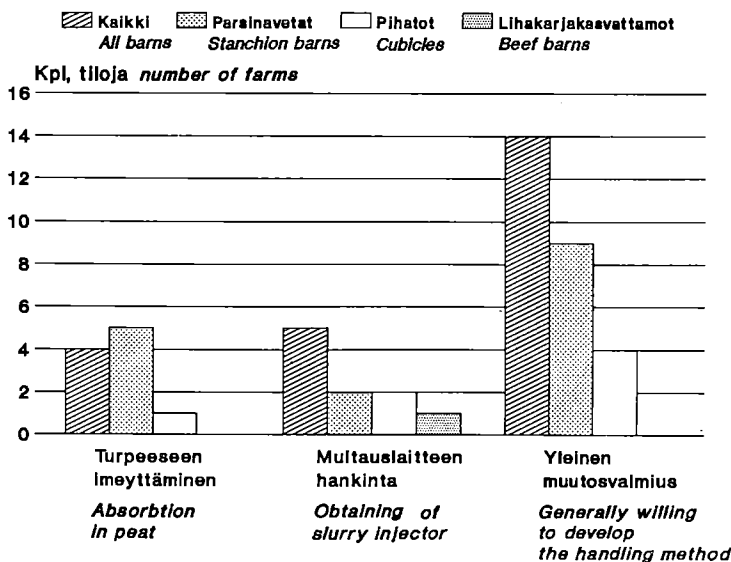
Viljelijöiden halukkuus sijoittaa omia varojaan lietelantalan kehittämiseen selviää kuviosta 12. Kukaan parsinavetan pitäjistä ei kiistänyt lantalan kehittämistarvetta. Kuitenkaan 33 % parsinavetan pitäjistä ei ollut valmis investoimaan lainkaan lantalan kehittämiseen. 7 % oli valmis uhraamaan lantalan kehittämiseen vain hyvin vähän varoja. Jonkin verran oli valmiita uhraamaan varoja lantalan kehittämiseen 27 % parsinavetan pitäjistä. 13 % ei ollut valmis taloudellisiin uhrauksiin tällä hetkellä. Pihaton pitäjät olivat satunnaisesti sitä mieltä, että lietevarastoon ei ollut tarvetta investoida tai he eivät olleet siihen tällä hetkellä

valmiita taikka investointeja tehtäisiin ainoastaan sen verran, että järjestelmä saataisiin toimimaan. Lihakarjan kasvattajat eivät olleet valmiita investoimaan lantalaan joko lainkaan tai sitten ei tällä hetkellä. Yleisesti ottaen nautakarjan pitäjät olivat selkeästi vastahankaisempia lietalantalan kehittämiseen kuin sikalan pitäjät, vaikka tarve siihen oli selvästi suurempi.



Kuvio 12. Viljelijöiden halukkuus sijoittaa lietalantavaraston kehittämiseen.
Diagram 12. The 22 neat cattle farmers' willingness to invest in improvements of their slurry store.

3.2.13. Lannan käsittelyn kehittämishalukkuus



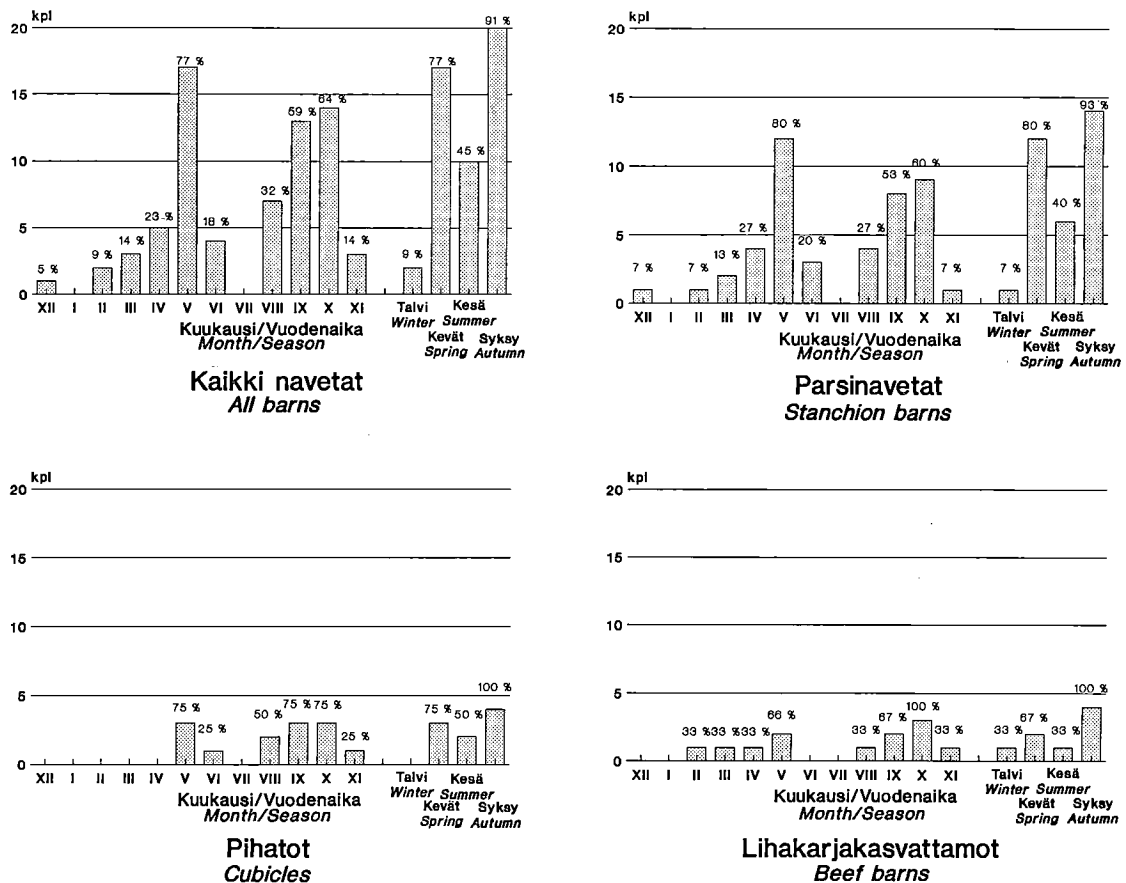
Kuvio 13. Nautakarjan pitäjien kiinnostus uusiin käyttömuotoihin.

Diagram 13. Number of neat cattle farms interested in new slurry handling methods such as absorbition in peat or obtaining of slurry injector to the tanker, and number of farms generally interested in developing their slurry handling (22 neat cattle farms interviewed).

Viljelijöiden kiinnostus uusiin käsittelytapoihin selviää kuviosta 13. 20 % parsinavetan pitäjistä oli kiinnostunut turpeeseen imeyttämisestä. 60 % heistä katsoi yleisesti olevansa valmis tekemään muutoksia lannan käytön tehostamiseksi. Multauslaitteistoa oli hankkimassa 13 % parsinavetan pitäjistä. Kaikki pihatton pitäjät katsoivat yleisesti olevansa valmiita muutosten tekemiseen. Kiinnostus turpeeseen imeyttämiseen oli 25 % eli saman verran kuin parsinavetoiden omistajista. Multauslaitetta oli hankkimassa joka toinen pihatton pitäjä. Vain yksi lihakarjan kasvattajasta katsoi olevansa yleisesti valmis muutosten tekemiseen.

Turpeeseen imeyttäminen kiinnosti selvästi enemmän nautakarjan pitäjiä kuin sikojen kasvattajia. Muutosvalmius oli samanlainen parsinavetan ja sikalan pitäjillä. Pihatton pitäjät sen sijaan katsoivat kaikki olevansa yleisesti valmiita muutoksiin. Lihakarjankasvattajista katsoi muita ryhmiä pienempi osa olevansa muutosvalmiita, mutta tulos saattaa olla sattumaa pienen havaintomäärän takia.

3.2.14. Lietteen levittäminen



Kuvio 14. Nautakarjatilojen lietteen levityksen yleisyys eri kuukausina.

Diagram 14. Field-distribution of slurry in different months on the neat cattle farms in the study.

Vain yksi parsinavetan pitäjästä levitti lietettä talvella, pihatton pitäjästä ei kukaan, ja lihakarjan kasvattajista yksi, kuten kuviosta 14 selviää. Talvella levittäjien osuus lihakarjankasvattajista on kuitenkin lähinnä sattumaa pienen havaintomäärän takia. Sekä sikala- ja parsinavettatiloilla kevät ja syksy olivat yleisimmät levitysvuodenajat (kuvio 8, 14). Pihatto- ja lihakarjatiloiilla osuudet olivat lähes samanlaiset (kuvio 14).

Pihattotiloilla ne olivat: kevät 75 % ja syksy 100 %, ja mullinavettatiloilla ne olivat: kevät 76 % ja syksy 100 %. Kaikkien nautakarjan kasvattajien vastaavat osuudet 77 % ja 91 % (kuvio 14). Kesällä levittäjiä oli 45 % kaikista nautakarjan kasvattajista. Luvut eri naudanpitomuotojen välillä olivat samankaltaiset. Parsinavetanpitäjästä 40 % harrasti kesälevitystä, pihatton pitäjästä kaksi ja lihakarjankasvattajista yksi. Yksi parsinavetan pitäjä levitti ainoastaan keväällä, ja yksi lihakarjankasvattaja ainoastaan syksyllä. Kaikilla nautakarjatiloiilla yleisimmät levityskuukaudet olivat touko-, syys- ja lokakuu.

3.2.15. Lietelannan käsittelystä kaivattu tieto

Nautakarjatiloiilla lietteen käsittelystä kaivattiin eniten tietoa lietteen ravinteista (27 %). Seuraavalla sijalla olivat lietteen oikea käyttömäärä, lietteen sekoittaminen ja typen häviöiden estäminen kemikaalein (14 %). Muita seikkoja, joista kaivattiin tietoa olivat: lietevaunut, lietelannan vaikutus kastematoihin, lietteen käytön vaikutus lajikkeiden valintaan, lietevaraston tyhjentäminen sekä lietejärjestelmän oikeaoppiset rakenteet. Parsinavetan pitäjät näyttivät olevan kiinnostuneempia lietteen ravinnemääristä ja levitysmääristä kuin pihaton pitäjät.

3.3. Viemäri­lannanpoisto

3.3.1. Viemäri­lannanpoistojärjestelmän rakentamis- ja peruskorjausvuosi

Viemäri­lannanpoistoja ei ollut navetoissa, joten kaikki mukana olleet rakennukset olivat sikaloita. Tutkimuksessa mukana olleista viemäri­lannanpoistojärjestelmistä kaksi oli rakennettu vuonna 1987 ja yksi vuonna 1988. Kaikki kolme sikalaa oli tehty peruskorjaamalla navetoista.

3.3.2. Sikaloiden koko ja tyyppi sekä eläinmäärät

Viemäri­lannanpoistojärjestelmällä varustetuista sikaloista kahdessa oli pelkkää porsastuotantoa. Keskimäärin viemäri­lannanpoiston piirissä oli 52 emakkoa tilaa kohti. Yhdessä sikalassa suurin osa emakoista oli muun lietejärjestelmän piirissä. Emakoiden lisäksi yhdellä tilalla oli 250 lihotussikaa viemäri­lannanpoistossa mukana. Näiden lisäksi oli vieroitettuja porsaita. Kaikilla tiloilla oli käytössä varhaisvieroitusta. Osittaisista viemäri­lannanpoistojärjestelmistä ja vieroitusiän sekä lihasikalaa siirron vaihteluista johtuen vieroitettujen porsaiden määrästä on vaikeaa antaa aineiston pohjalta luotettavaa yksikkökoon keskiarvoa.

Emakkoa kohti tuotettiin näillä tiloilla keskimäärin 22,4 vieroitettua porsasta vuodessa. Tämä on 8,2 % enemmän kuin perinteisillä lietejärjestelmillä. Suurimpana syynä tähän lienee varhaisvieroitus. Kahden havainnon keskiarvon mukaan rehua kului 1 100 kg lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Yhden havainnon perusteella lihaa tuotettiin 280 kg vuodessa lantaa tuottavaa yksikköä kohti.

Kuivikkeita käytettiin yhden arvion perusteella noin 28 litraa vuodessa lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Yksi viljelijä ei käyttänyt lainkaan kuivikkeita ja toinen käytti jonkin verran joutilaspihatossa. Pesuvesiä käytettiin keskimäärin noin 80 litraa vuodessa lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Yksi viljelijä käytti pesuvesiä hyvin vähän. Muut käyttivät pesuvettä keskimäärin 112 litraa vuodessa lantaa tuottavaa yksikköä kohti.

Lietevalarastosten koko oli keskimäärin 1,5 m³ lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Lantavara-astot riittivät siten noin 6 kuukauden varastointiin eli hieman pidemmäksi aikaa kuin perinteisissä lietejärjestelmissä. Vain yksi viljelijä katsoi, että tämä varastointiaika oli riittävä. Vuodessa syntyvän lietteen määrä oli hieman suurempi kuin perinteellisissä lietejärjestelmissä eli 3,0 m³ vuodessa lantaa tuottavaa yksikköä kohti. Pienen havaintomäärän perusteella ei voida sanoa, että viemäri- lannanpoisto tuottaisi perinteisiä järjestelmiä enemmän lietettä. Varsinaista toimimattomuutta ei tutkimuksen viemäri- lannanpoistojärjestelmissä ollut. Tutkimuksen perusteella ei voida osoittaa toimimattomia rakenneratkaisuja. Viljelijöiden haastattelujen pohjalta voidaan kuitenkin tehdä joitakin johtopäätöksiä.

Imuputkissa pitäisi olla laskua noin 0,3 %, kokoojissa noin 0,5 % ja rakennuksen ulkopuolella noin 1,0 %. Laskua ei saa olla edellisiä enempää. Jos on tarvetta suurempaan laskuun, tehdään pystysuoria pudotuksia sopivin välein. Sianlietteelle tarkoitetun putkiston pitää olla halkaisijaltaan vähintään 200 mm, jotta toiminta voitaisiin taata. Ilmeistä on, että naudanlietteelle tarkoitetun putkiston tulee olla vielä suurempi ja sitä suurempi, mitä enemmän olkea ja muuta kuiviketta joutuu lietealtaaseen. Halkaisijaltaan 200 mm oleva imuputki tarvitsee 4 - 5 kg:n painoisen tulpan, jotta se ei lentäisi pois paikoiltaan muita lietealtaita tyhjennettäessä. Tulppa voi olla tehty suorasta metalli- tai kumilevystä, mutta tehdasvalmisteiset erilaiset betonitäytteiset kuulat lienevät varmempia.

Ainakin 3,4 m x 1,8 m:n kokoa oleva lieteallas tyhjenee vielä yhdestä tyhjennysaukosta, kun on kyseessä sianliete. Jonkin verran lietettä jäi yhdellä aukolla 5,8 m x 1,5 m:n kokoisen altaan päihin. Sen sijaan tyhjentäminen ei onnistu 12,0 m x 1,8 m:n kokoisesta lietealtaasta pelkästään keskeltä. Lietealtaan syvyyden tulee olla vähintään 60 cm, jos käytetään alapoistoa ilmanvaihdossa. Ilman alapoistoa riittää 40 cm. Suositeltavaa olisi tietenkin tehdä syvemmät altaat. Kovin paljoo ei altaita kuitenkaan kannata syventää, koska ne on tyhjennettävä 1 - 2 kertaa viikossa. Tällöin myös tyhjeneminen on varmempaa kuin harvemmillä tyhjennysväleillä. Mikäli mahdollista kannattaa lietealtaat upottaa lähes lattiatasoon, jolloin liete pysyy kylmempänä ja tuottaa vähemmän kosteutta ja kaasuja.

Betoninen ritilä on sikojen sorkkien kulumisen kannalta paras. Seuraavaksi paras on valurautainen, sitten metallista tehty ja huonoin on muovinen. Muoviritilää voidaan kestävyysyistä käyttää onnistuneesti ainoastaan porsitus- ja vieroituskarsinoissa. Lisäksi ritilöiden tulee olla vähintään 5 cm hoito- ja ruokinta-

käytävien tason alapuolella lihasikojen ja emakoiden karsinoiden kohdalla, jotta lantaa ei ajaudu käytäville.

3.4. Kanaloiden lietelantajärjestelmät

Tutkimukseen osallistuneessa kanalassa liete kuljetettiin matolla häkkirivistön toiseen päähän. Maton leveys oli noin 1 metri. Häkkirivistön päässä kokoojaruuvit syöttivät lannan poistoruuville. Poistoruuvin halkaisija oli 35 cm. Lanta poistettiin kanalasta kaksi kertaa viikossa. Tukkeutumista tai kaasuongelmia ei ollut esiintynyt. Viljelijä tekisi kuitenkin vastaisuudessa kellarilantalan.

Lanta ei ollut missään vaiheessa varsinaista lietelantaa. Vasta lietesäiliössä kuivasta lannasta tulee puolikuivaa lantaa vesilisäyksen avulla. Lietettä syntyi kanaa ja vuotta kohden noin 49 litraa. Erien vaihdon yhteydessä suoritettavan pesun vedet eivät menneet lietesäiliöön. Lietesäiliö oli ulkomitoiltaan 10 m x 12 m, ja se voitiin sekoittaa kokonaan lietepumpulla yhdestä paikasta. Pyöreä lietesäiliö olisi kuitenkin viljelijän mielestä ollut parempi. Lietteenajo aloitetaan kahden tunnin sekoituksen jälkeen. Liete ei ole kuitenkaan vielä tässä vaiheessa täysin sekaisin. Tyhjennettäessä lietesäiliön pohjalle jää noin 40 cm lietettä. Levittäminen ei ole aiheuttanut erimielisyyksiä naapureiden kanssa. Viljelijä piti lietelantaa parhaana vaihtoehtona kanalaan.

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Saatujen tulosten luotettavuus ja arvioita niiden soveltuvuusalueesta

Koska tutkimuksen aineisto kerättiin pääosin haastattelemalla, tulosten luotettavuus riippuu paljon saatujen vastausten luotettavuudesta. Samoja asioita pyrittiin kysymään usean kysymyksen kautta, jotta suoranaiset väärät tiedot voitiin karsia pois.

Saadusta aineistosta voidaan selvästi havaita, että lietelantajärjestelmiin ja erityisesti niihin liittyviin tuotannon voimaperäisyyttä kuvaaviin ja syntyvän lietteen määrää selittäviin muuttujiin liittyy varsin suurta hajontaa. Hajonta on niin suurta, että keskiarvolukujen käyttäminen esimerkiksi syntyvien lietemäärien kuvaamisessa on lähes harhaanjohtavaa. Hajonta on myös niin suurta, että mitään suoranaista regressioanalyysin tyyppistä käsittelytapaa tuotannon voimaperäisyys- ja lannantuotantomuuttujien välillä ei voida ainakaan näin pienessä aineistossa käyttää. Niinpä erinäisiä lietelannan määriin liittyviä suureita on kuvattu keskiarvoilla ja hajonnoilla sekä annettu kohtuullisen riskin mukaiset raja-arvot arvion epäonnistumisesta. Raja-arvoja ei pidä soveltaa ehdottomina suuren hajonnan takia, vaan tilakohtaisesti todistettuna on hyväksyttävä näitä raja-arvoja pienemmät arvot suunnitelmien pohjaksi.

Ensimmäisen haastattelun yhteydessä tiloilta kerättiin lietenäyte kanavista. Tämä ei ollut kuitenkaan aina mahdollista, jolloin näyte otettiin lietesäiliöstä. Ongelmaa tuotti myös näytteen ottaminen sian lietteestä, koska sitä ei saatu mukaan varatulla porakonesekoittimella sekoitettua liete-kanavassa. Naudanlietteellä näytteen ottaminen sen sijaan onnistui yleensä hyvin.

Tarkimmat mittaustulokset saatiin lietteen sekoittamisesta. Tutkimuksessa käytettiin sekoituksen onnistuneisuuden selittäjänä levityksen aikana lietteestä otettujen näytteiden kuiva-ainepitoisuuden otoskeskihajontaa. Se näytti kuvaavan sekoittamisen onnistumista erittäin hyvin. Näin saadut tulokset vastasivat varsin hyvin haastattelun perusteella kyseisten tilojen lietteen sekoittamisesta saatua käsitystä.

Tutkimuksen kannalta olisi ollut parempi, jos joukossa olisi ollut enemmän toimimattomia ratkaisuja. Näin erilaiset toimimattomuuden aiheuttavat tekijät ja mitoituksen raja-arvot olisi saatu selville. Nyt näytti siltä, että lähes kaikki ratkaisut toimivat. Osittain tässä lienee myös totuus.

Lietelantajärjestelmä sallii varsin suuria poikkeamia optimimitoituksesta, kunhan vain tietyt perusasiat ovat kunnossa.

4.2. Rakentamisohjeiden ja ympäristönsuojelumääräysten tarkistustarve

4.2.1. Lietelantajärjestelmät yleensä

Maatilahallituksen rakentamismääräykset ja -ohjeet (ANON. 1989 s. 1) ovat tähän asti koskeneet ainoastaan niitä kotieläinrakennuksia, joiden rakentamista on tuettu maataloushallinnon varoista. Valmisteilla olevien uusien vesiensuojelumääräysten mukaan kaikki ilmoitusvelvolliset rakennukset tulevat samojen ohjeiden piiriin. Marraskuun alusta 1989 ovat ilmoitusvelvollisia vesi- ja ympäristöpiirille olleet muun muassa yli 20 lypsy-lehmän, sonnin tai hevosen, 60 hiehon tai lihamullin, 30 emakon, 100 lihasian, 3 000 munivan kanan taikka 15 000 teuraskananpojan tai muun siipikarjan eläinsuojan taikka säilörehuvaraston rakentajat. Kaikki eläimet lasketaan yhteen osuuksina edellä mainituista määrärajoista, ja osuuksien summan ylittäessä yhden syntyy ilmoitusvelvollisuus. (ANON. 1990 s. 2.)

Määräykset ja ohjeet lietelantajärjestelmästä ovat pääosin riittävät. Liettevarastojen kokovaatimuksissa on kuitenkin edelleen suurimmalta osin tarkistamisen varaa ylöspäin. Sen sijaan kantta ei pitäisi vaatia edes sikaloiden lietesäiliöön, koska se vaikeuttaa sekoittamista kohtuuttomasti ja on kallis hyötyynsä nähden. Hajuhaitat voidaan paremmin torjua esimerkiksi sianlietteen päälle levitetyllä kevytsorakerroksella. Naudan lietteellä hajuhaitat eivät tämän tutkimuksen mukaan ole merkittäviä.

Tutkimuksen mukaan lietejärjestelmä toimii, vaikka mitoitus vaihtelisi paljonkin suositeltavasta. Lietejärjestelmää suunniteltaessa on kuitenkin syytä muistaa, että lietekanavan korkeus voi olla vain hieman leveyttä pienempi riippumatta kanavan pituudesta. Muussa tapauksessa kanava on jaettava väliseinän avulla tarpeellisen moneen osaan leveyssuunnassa. Lisäksi pohjan kallistussuunta pitää olla oikea ja kynnysten tiiviitä. Lietteen liikkuvuuden kannalta on pidettävä mielessä, että nuorikarja ja lihanaudat on sijoitettava alajuoksulle silloin, kun ovat saman kourun varrella lypsykarjan kanssa. Jos nuoret eläimet ovat erillisen kanavan varrella, pesuvedet tulisi johtaa kyseisen kanavan yläpäähän. Lantavarastojen rakentamista ja laajentamista sekä kunnollisten sekoittimien hankintaa tulisi erityisesti suosia muun muassa edullisin rahoitusmahdollisuuksin ja avustuksin, mutta myös määräyksin. Pienten yksiköiden lietteenkäsittelyka-

lusto oli kutakuinkin saman kokoista kuin suurtenkin. Tämä merkitsee sitä, että pienissä tuotantoyksiköissä sekoitus- ja levityskalusto on vajaakäytössä verrattuna suuriin yksiköihin. Tämän takia tilojen yhteistyöllä voitaisiin merkittävästi tehostaa lietteen käsittelyä. Yhteistyö voitaisiin toteuttaa esimerkiksi siten, että yhdelle tilalle hankitaan sekoitin ja toiselle lietevaunu. Samoilla tilakohtaisilla kustannuksilla voitaisiin tällöin hankkia parempi kalusto ja levitykseen kuluva aika tilaa kohti jonkin verran pienenisi, mutta ennen kaikkea lannan ravinteiden hyväksikäyttö tulisi kunnollisen sekoituksen, ja tasaisen levityksen ansiosta paremmaksi. Myös kolmen tilan yhteistyö olisi paikallaan, sillä levitetty liete tulee mullata välittömästi levityksen jälkeen, sillä ravinnetappiot ovat ensimmäisten tuntien aikana levityksen jälkeen todella suuria.

Viljelijöillä on selvästi tiedon puutetta lietelannan ravinteista ja levitysaikojen vaikutuksesta käyttökelpoisten ravinteiden määrään. Ympäristön kannalta otollinen yhteiskunnan tuen kohde olisi lanta-analyysien taloudellinen tukeminen. Lannan hoito näyttää olevan voimakkaasti riippuvainen siitä, kuinka paljon tilalla syntyy lietettä suhteessa sen levitysmahdollisuuksiin. Tässä mielessä kotieläinlupia harkitessa tulee ottaa erityiseen tarkasteluun kyseisen tilan mahdollisuudet hyödyntää muodostuva liete. Investoiminen lietelantavaraston kehittämiseen näyttää olevan varsin pitkälle kiinni viljelijöiden asenteista, ei niinkään tarpeesta. Ne viljelijät, joiden lietteen käsittely oli ennestäänkin kutakuinkin kunnossa, olivat halukkaampia edelleenkin parantamaan lietteen käsittelyä.

4.2.2. Sikalat

Lietteeltä nykyisin vaadittava varastointiaika (8 kk) on riittävä. Tämän tutkimuksen mukaan emakko tuottaa vuodessa keskimäärin 3,6 m³ lietettä ja vaikeimmissa tapauksissa lietettä muodostuu korkeintaan 6,1 m³. Tässä määrässä on otettu huomioon joutilas- ja imetyskausien osuus vuodesta. Maatilahallituksen rakentamisohjeiden (ANON. 1989 s. 3) mukaan varastointitilavuuden tulee olla vuoden varastointikautta varten vähintään 7,2 m³. Edellä mainituissa ohjeissa ei ole tarkistamisen tarvetta suuremmaksi. Sen sijaan lihasikojen lietteen ohjeen mukainen varastointitilavuus täyttää vain keskimääräisen varastointitilan tarpeen, ei vaikeimpia tapauksia. Ohjeessa pitäisi vaatia 3,8 m³ varastointitilavuutta vuotta ja lihasikapaikkaa kohden. Kun otetaan huomioon, että tarvittava varastointikausi on korkeintaan vajaa 8 kuukautta, emakkopaikkaa kohti tarvitaan vain 2,6 m³

varastointitilaa ja lihasikapaikkaa kohti $1,9 \text{ m}^3$. Nykyisten ohjeiden (ANON. 1989 s. 3) mukaan rakennetuista emakkosikaloiden lietesäiliöistä tulee riittävän suuria aina ja lihasikaloiden lietesäiliöistä, mikäli niiltä on vaadittu erityisvesialueen 12 kuukauden varastointiaikaa.

Patoluukun suurin pinta-ala lietteen alla on noin $0,2 \text{ m}^2$. Muutoin patoluukua ei jakseta nostaa miesvoimin ylös, eikä sitä tule käytetyksi, vaan viljelijät siirtyvät vähitellen valutukseen. Rakentamisohjeissa tulisi puuttua patoluukun kokoon ja sen käytön helppouteen. Valutusjärjestelmien vesilukko tulisi tarkastaa rakennuksen lopputarkastuksessa.

Sikaloiden rakentajilta pitää lopputarkastuksessa vaatia myös selvitys kunnollisesta sekoitus- ja levityskalustosta. Kunnollisen sekoittimen tehontarve on vähintään noin 30 kW. Potkurisekoittimen potkurin halkaisija on noin 60 cm. Sähkökäyttöisillä laitteilla päästään harvoin kohtuulliseen tulokseen.

4.2.3. Navetat

Parsinavetoiden lietesäiliöiltä nykyisissä ohjeissa vaadittava 8 kuukauden varastointiaika on lähes riittävä. Sen tulisi olla kuitenkin noin 9,5 kuukautta. Sikaloihin verrattuna pitkä varastointikausi johtunee siitä, että lietettä ei nykykäsityksen mukaan voida levittää kasvavalle nurmelle. Tutkimustiloista muutama oli tätä menettelyä kuitenkin käyttänyt ilman haittavaikutusten ilmenemistä. Lietteen kuiva-ainepitoisuuden on kuitenkin tällöin oltava varsin alhainen, alle 2%.

Parsinavetan lietesäiliön koon tulee olla vähintään $20,2 \text{ m}^3/\text{ny}$. Vuodessa syntyvä lietemäärä on parsinavetoissa keskimäärin $25,5 \text{ m}^3/\text{ny}$, enintään $42,6 \text{ m}^3/\text{ny}$. Rakennusohjeiden (ANON. 1989 s. 3) mukainen varasto ($24 \text{ m}^3/\text{ny}$) vuoden varastointiajalle riittää keskimääräisen tilanteen mukaan, mutta ei suurimmille lietteen tuottajille. Ne varastointitilavuudet, joita on vaadittu erityisvesialueilla, ovat kuitenkin riittävän suuria ottaen huomioon todellinen tarvittava varastointiaika.

Lihakarjanavetoiden nykyinen lietteen varastointiaikaohje (ANON. 1989 s. 3) osoittautui riittäväksi. Lihakarjanavetan lietesäiliön koon tulee olla vähintään $18,2 \text{ m}^3/\text{ny}$. Vuodessa muodostuu keskimäärin $17,8 \text{ m}^3/\text{ny}$, enintään $33,6 \text{ m}^3/\text{ny}$. Tässä tutkimuksessa lihaeläimen laskettiin olevan keskimäärin 0,5 nautayksikköä. Näin ollen maatilahallituksen rakennusohje edellyttää nautayksikölle 14 m^3 :n lietevarastoa kahdeksan kuukauden varastointia varten. Myös tämä arvo on siten liian pieni, koska se riittää

ainoastaan keskimääräistä lietemäärää varten. Erityisvesialueille vaadittu lietevaraston koko riittää lähes aina.

4.3. Jatkotutkimuksen tarve

Pihatoissa lietemäärät ovat parsinavetoiden lietemääriä huomattavasti suurempia. Rakennusohjeissa ei kuitenkaan tehdä niiden välille eroa. Ilmeistä on kuitenkin, että pihatoissa käytetään pesuvesiä runsaasti enemmän kuin parsinavetoissa. Selvää syytä tälle on vaikea löytää, koska samantasoisesti parsinavetan kanssa varustellussa pihatossa ei pesuvesiä pitäisi syntyä enempää kuin parsinavetassakaan. Tämän tutkimuksen pohjalta eron mahdollinen syy voisi olla, että pihatoiden lypsypaikka ja lehmien utareet pestään juoksevalla vedellä kahdesti päivässä. Vaikka pihatoiden lietteen tarvitsemaa varastointikautta ei voitu selvittää, voidaan olettaa, että se on sama kuin parsinavetoiden. Näin ollen rakennusohjeiden (ANON. 1989 s. 3) mukainen varastointiaika voidaan pihatoissakin katsoa lähes riittäväksi. Pihaton lietesäiliön tulee tämän tutkimuksen mukaan olla vähintään $33,8 \text{ m}^3/\text{ny}$. Vuodessa syntyvä lietemäärä on keskimäärin $37,7 \text{ m}^3/\text{ny}$, enintään $59,3 \text{ m}^3/\text{ny}$. Rakennusohjeen (ANON. 1989 s. 3) mukainen varastotilavuus ei siten riitä alkuunkaan pihatoissa. Edellä mainitun suuruisten lietemäärien mukaisia lietesäiliöitä tuskin voidaan vaatia rakennettavaksi tässä tutkimuksessa mukana olleista vain neljästä pihatosta saatujen tietojen perusteella, vaikka pihatoiden lietemäärät ilmeisen selvästi ovat parsinavetoiden lietemääriä suurempia. Sen sijaan tulos antaa aiheita pyrkiä pienentämään turhien pesu- ja muiden vesien määrää pihatoiden lietesäiliöissä. Tämän pohjaksi olisi selvitettävä vedenkäyttöä muutamissa parsinavetoissa ja pihatoissa asentamalla vesimittarit kaikkiin hanoihin ja kirjaamalla määräväleihin kuhunkin tarkoitukseen käytettävä vesimäärä.

Navetoiden viemärikanalointia ei ollut mahdollista tässä tutkimuksessa tutkia, koska yhtään kohdetta ei löydetty. Lähitulevaisuudessa niitä kuitenkin varmaan rakennetaan, joten niiden toimivuus olisi muutaman vuoden kuluttua selvitettävä, koska viemärikanalointi antaa joustavimmat mahdollisuudet käyttää hyväksi vanhoja hyväkuntoisia rakennusten osia, jotka olisivat peruskorjauskelvottomia, jos lannanpoistoon käytettäisiin perinteisiä lietejärjestelmiä.

4.4. Lietelantajärjestelmien virheiden korjaamismahdollisuudet

Lietelantajärjestelmien rakenteellisia virheitä on useasti vaikea korjata, koska ne on kiinteästi valettu betoniin. Vaikeimmin korjattavat virheet ovat lietekanavissa. Väärään suuntaan kallistettua pohjaa voidaan korjata kynnyksen tai uuden pohjavalun avulla, mikäli kanavan korkeus on riittävä. Liian leveä kanava voidaan jakaa kahtia tekemällä siihen väliseinä. Tällöin saattaa kuitenkin olla vaikeuksia saada väliseinä pysymään pystyssä, sillä väliseinä pitää olla raudoituksella sidottu lietekanavan pohjaan. Liian kapeaa lietekanavaa on lähes mahdoton korjata, koska leventäminen edellyttäisi koko lattian rikkomista. Eräs vaihtoehto saattaisi tällöin olla lantakoneen asentaminen kanavaan. Sama pätee liha- ja nuorkarjan lantaan, joka on liian kuivaa juostakseen kunnolla. Tällöin rakenteellisia muutoksia halvempi tapa on kuitenkin veden lisääminen lietteeseen. Tutkimuksen pohjalta näyttää turvallisemmalta, että nautakarjalla käytetään valutusjärjestelmää ja sikaloissa padotusta. Kumpikin järjestelmä oikein rakennettuna toimii hyvin molemmissa. Lisäksi järjestelmästä voidaan siirtyä toiseen suhteellisen pienin muutoksin. Ainakin sikaloissa korjaamista helpottaa se, että niissä voidaan siirtyä viemäriastianpoistoon, jolloin pitkistä yhtenäisistä lietekanavalinjoista voidaan luopua. Tukkoiset kanavat voidaan jakaa osiin ja poistaa liete viemäriin kautta. Samaa mahdollisuutta nautapuolella ei ehkä ole, koska naudanliete vaatii tiheämmin purkuaukkoja, joiden pitää lisäksi olla vielä suurempia kuin sikaloissa.

Ongelmallisimpia tapauksia sekä sikalassa että navetoissa ovat kellarilantalat. Niistä nousee jatkuvasti, mutta erityisesti sekoittamisen yhteydessä haitallisia kaasuja karjasuojaan. Tätä haittaa ei pystytä riittävästi torjumaan edes voimakkaalla ilmanvaihdolla. Lisäksi sekoittamiseen kuuluu täysin kohtuuton aika, eikä kellarilantalaa yleensä saada koskaan riittävän sekaisin ja täysin tyhjäksi. Olisikin harkittava kellarilantaloiden tyhjentämistä kokonaan seisokin tai laidunkauden yhteydessä, kellarin täyttämistä maa-aineksella, kunnollisten kanavien rakentamista ja riittävän suuren lietesäiliön rakentamista rakennuksen ulkopuolelle. Korkeusongelmistakin päästään suhteellisen helposti välikaivon avulla.

Betoniritilä on edelleen paras vaihtoehto lihasikaloiden ja nautakarjarakennusten lantakäytävään. Toinen vaihtoehto on vasta Suomen markkinoille tullut valurautaritulä. Porsitusosastolla parhaita ovat muovi- tai metalliritilät, koska pikkuporsaat välttelevät rakolattiaa ja telovat siinä itsensä. Rakolattiapalkkien asentaminen vanhojen epäkelvojen ratkaisujen tilalle ei liene

vaikea, joskin ehkä kallis toimenpide. Kunnollisten rakolattiapalkkien ja muovi- tai metalliritilöiden löytäminen saattaa sen sijaan tuottaa vaikeuksia. Niiden suhteen pitää olla ehdottoman kriittinen ja suorittaa vertailuja eri valmistajien tuotteiden välillä kyselymällä esimerkiksi muilta viljelijöiltä. Betonisissa rakolattiapalkeissa on tärkeää niiden poikkileikkaus, rako ja betonin laatu. Metalliritilöiden ongelmana on kestävyys ja muoviritilät ovat myös alttiita tukkeutumaan. Rakolattioiden ja ritilöiden toimintaa on tarkasteltu lähemmin kohdissa 1.3.2. ja 1.3.3..

Karjasuojan sisällä päästään kaasuongelmista korjaamalla vesilukko ja tyhjentämällä padotus- ja viemäroidyt altaat vähintään kerran viikossa ja luopumalla kellarilantalasta. Vesilukon korjaamisella estetään kaasujen tulo karjasuojaan lietesäiliön sekoittamisen yhteydessä. Tyhjentämällä altaat vähintään kerran viikossa estetään rikkivedyn muodostuminen altaassa.

Tutkimuksessa havaittiin, että lietesäiliöt ovat hyvin yleisesti liian pieniä. Muodostuvat lietemäärät ovat tämän tutkimuksen mukaan selvästi eurooppalaisessa kirjallisuudessa mainittuja suurempia. Kirjallisuudesta saatavat tiedot lienevät jääneet jälkeen ruokinnan muuttumisen johdosta.

Liian pienen lietesäiliön laajentamista voivat vaikeuttaa useat seikat. Tärkeimpiä syitä lienevät pihapiirin tilan ahtaus ja rakennettavan lietesäiliön korkeusasema. Näistä korkeusasema on helpommin ratkaistavissa oleva ongelma, joka voidaan poistaa välikaivon rakentamisella. Vanhaa matalaa lietesäiliötä voidaan laajentaa korottamalla. Tilanahtaus on vaikeampi ongelma. Mikäli tilanahtaus koskee vain karjasuojan välitöntä läheisyyttä asia voidaan ratkaista rakentamalla uusi säiliö hieman kauemmas ja siirtämällä liete uuteen vanhasta pumppuamalla. Mikäli kuitenkin tilan pelloista osa sijaitsee kaukana talouskeskuksesta, harkittavaksi tulee, vaikka varsinaista tilanahtautta pihapiirissä ei olisikaan, lietesäiliön rakentaminen kauempana sijaitsevien peltojen yhteyteen. Liete voidaan siirtää tähän uuteen säiliöön ajamalla talvella, jolloin peltotietkin ovat kantavampia ja ajamiseen on paremmin aikaa kuin kylvöaikana. Säiliön tyhjentämiseen ja täyttämiseen kuluva aika on mitätön pitkiin ajomatkoihin kuluvaan verrattuna. Kylvöaikana levitys käy nopeasti pellon yhteydessä olevasta lietesäiliöstä.

Lietesäiliön pohjan tulee olla tasainen, pelkällä pumppuamiskuilulla varustettu. Tällöin säiliö saadaan tarkimmin tyhjäksi ja parhaiten sekoitetuksi. Viettävä lietesäiliön pohja voidaan korjata valamalla siihen uusi tasainen

pohja. Samalla vanhaan syvänteeseen tehdään mahdollisuuksien mukaan pumppuamiskuilu.

Lietesäiliöiden aitaaminen on useasti varsin rempallaan. Sikalaliete voidaan ja se tulee voida sekoittaa lietesäiliön yhdestä kohdasta riittävän tehokkaalla sekoittimella nopean sakan laskeutumisen ja levityksen aikaisen jatkuvat sekoittamistarpeen takia. Näin ollen sikalan lietesäiliön aidassa ei tarvita kuin yksi aukko sekoitinta ja kuormausta varten. Naudanliete säilyy sekoittuneena suhteellisen pitkän aikaa, joten saattaa olla tarkoituksenmukaista tehdä useita sekoituspaikkoja, jolloin tullaan toimeen pienemmällä sekoittimella. Tällöinkään aita ei tarvitse kokonaan poistaa sekoittamista varten, vaan 2 - 3 sekoituspaikkaa riittää. Näitä varten voidaan lietesäiliön aitaan tehdä lukittavat portit. Aidan rakentaminen jälkikäteen ei ole merkittävästi vaikeampaa kuin uuteenkaan säiliöön.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimus perustuu pääosin viljelijöiden haastatteluihin. Lietelantajärjestelmiin ja niihin liittyviin tuotannon voimaperäisyyttä kuvaaviin ja syntyvän lietteen määrää selittäviin muuttujiin liittyy varsin suurta hajontaa. Tämän takia tutkimuksessa on kuvattu erilaisia suureita ilmoittamalla ne tietyllä tilastollisella riskillä.

Tutkimuksessa havaittiin, että liotelantajärjestelmä toimii varsin erilaisin mitoituksin, kunhan vain tietyt perusasiat ovat kunnossa. Kellarilantalat sen sijaan toimivat harvoin tyydyttävästikään, lähinnä sekoittamisvaikeuksia. Pienen lietekanavan syvyys voi olla vain hieman leveyttä pienempi. Navetassa lietekanavan pohjan on vietettävä niin, että sen korkeampi pää on tyhjentymisaukolla, tai pohjan on oltava vaakasuorassa. Lisäksi tarvitaan asianmukainen kynnys ennen kaikkia kanavien risteyskohtia ja kapenemia. Pesuvedet on syytä johtaa nuoren ja lihakarjan kanavien yläpäähän. Sikalassa pohjan on vietettävä alas kanavan suulle päin tai pohjan on oltava vaakasuorassa. Kynnystä ei käytetä, mutta risteyksissä pitää silti olla pudotusta. Käytettäessä padotusta sikalassa patoluukun suurin lietteen alle jäävä pinta-ala saa olla korkeintaan $0,25 \text{ m}^2$. Sianlietteen sekoittamiseen tarvitaan yleensä sekoitin, jonka tehontarve on vähintään noin 30 kW.

Lieteväarausten kokovaatimuksissa on edelleen navetoiden osalta tarkistamisen varaa suuremmaksi. Sikaloiden lietesäiliöiltä vaadittava 8 kuukauden varastointiaika on riittävä. Vaadittavan varastointitilan tulisi olla normaalitapauksessa emakkopaikkaa kohti $2,6 \text{ m}^3$ ja lihasikapaikkaa kohti $1,9 \text{ m}^3$. Navetoilta vaadittava lietteen varastointiajan tulisi olla nykyisen 8 kuukauden sijasta noin 9,5 kuukautta, koska lietettä ei voida yleisen käytännön mukaan levittää nurmelle muuta kuin sen perustamisen yhteydessä. Parsinavetoiden lietesäiliön koon tulisi olla vähintään $20 \text{ m}^3/\text{ny}$, pihatoiden lietesäiliön tilavuuden tulisi olla vähintään $34 \text{ m}^3/\text{ny}$ ja lihakarjanavetoiden $18 \text{ m}^3/\text{ny}$. Pihatoissa muodostuu paljon lietettä suurien pesuvesimäärien takia. Osa pesuvesistä tulisi johtaa muualle kuin lietekanaviin tai -säiliöön turhan veden kuljetuksen ja varastoinnin välttämiseksi.

Edellä esitetyt varastovaatimukset johtavat helposti kohtuuttomuuksiin. Sen tähden syntyvän lietteen määrästä ja käsittelystä annetun luotettavan selvityksen (jätehuoltosuunnitelma) perusteella yksittäisille tiloille voitaisiin sallia huomattavasti edellisiä pienempiäkin lietesäiliöitä.

Naudan lietteestä ei aiheudu tutkimuksen mukaan merkittävää hajuhaittaa. Sen sijaan sian lietteestä haittaa on jonkin verran aiheutunut. Säiliön

kannesta saatava hyöty ei ole riittävä sen haittoihin nähden. Parempi ratkaisu on lietteen pinnalle asennettava kelluva kate.

Viljelijöillä oli eniten tiedon puutetta lietelannan ravinteista. Ympäristön hoidon kannalta olisi toivottavaa, että yhteiskunta tukisi lanta-analyyysien tekoa. Lannan hoitaminen oli pahiten retuperällä niillä tiloilla, joilla lietettä muodostui liikaa käytettävissä olevaan peltoalaan nähden.

Lietelantajärjestelmän korjaaminen on usein hankalaa, koska virheet on valettu betoniin. Kysymykseen tulee lähinnä lietekanavien sisällä tehtävät täydennysvalut ja -rakenteet sekä lantakoneiden asennus. Sikaloissa peruskorjausta helpottaa siirtyminen viemärikanavanpoistoon. Uutta lantaritilää ja rakolattiaa valittaessa on syytä erityiseen harkintaan. Karjasuojan sisäiset kaasuongelmat ratkeavat yleensä vesilukon korjauksella ja riittävän usein tapahtuvalla kanavan tyhjentämisellä. Tilanahtaus voidaan ratkaista rakentamalla uusi lietesäiliö tai korottamalla vanhaa ja tarvittaessa täyttämällä säiliö pumpulla. Saattaa olla kannattavaa rakentaa uusi lietesäiliö kauempana olevien peltojen yhteyteen. Lietesäiliöiden aidat kaipasivat yleisesti korjaamista.

6. SAMMANFATTNING

Flytgödselsystemens funktionsduglighet

Undersökningen är i huvudsak baserad på intervjuer med lantbrukare. Det förekommer synnerligen stor variation i flytgödselsystemen, samt i de variabler som beskriver husdjursproduktionens intensitet och mängden flytgödsel som uppstår. Därför har olika storheter i undersökningen presenterats genom att ange dem med en viss statistisk signifikans.

I undersökningen observerades att flytgödselsystemen kan fungera med de mest speciella dimensioneringar, om bara vissa grundläggande förhållanden är i ordning. Undantag är flytgödselkällare belägna under djurstallet, vilka sällan fåtts att fungera ens nöjaktigt, närmast pga omblandningssvårigheter. Djupet på en liten flytgödselkanal kan vara endast litet mindre än dess bredd. I nötstall skall flytgödselkanalernas botten slutta så att den högre ändan är vid tömningsöppningen, eller så skall botten vara vågrät. Dessutom behövs en tröskel före alla korsningar och avsmalningar i kanalerna. Tvättvatten är det skäl att leda till övre ändan av kanalerna för ungdjur och köttdjur. I svinstall skall kanalbotten slutta neråt mot tömningsöppningen eller vara vågrät. Trösklar används inte, men i korsningar bör det likväl finnas fallhöjd. Vid bruk av flytgödselkanaler med dämmningsluckor i svinstall får den del av dämmningsluckan som befinner sig under flytgödseln vara högst 0,25 m². För omblandning av svinflytgödsel behövs i allmänhet en omrörare, vars effektbehov är minst ca 30 kW.

Beträffande kraven på flytgödsellagrens storlek finns det till största delen fortfarande rum för justering uppåt. Av svinstallar med flytgödselsystem krävs att flytgödseln skall kunna lagras i 8 månader, och detta krav är tillräckligt. I normalfall behövs då 2,6 m³ behållarvolym per suggplats och 1,9 m³ behållarvolym per gödsvinsplats. Lagringstiden som krävs för nötstallars flytgödsel borde i stället för den nuvarande 8 månader vara ca 9,5 månader, eftersom flytgödsel med nuvarande praxis inte kan spridas på vall andra gånger än när vallen anläggs. Båsladugårdars flytgödselbehållarvolym borde vara minst 20 m³/nötenhet¹⁾, lösdriфтsladugårdars minst 34 m³/ne och köttdjursstallars minst 18 m³/ne. I lösdriфтsladugårdar uppstår mycket flytgödsel på grund av stora mängder tvättvatten. En del av tvättvattnet

1) nötenhet = 1 fullvuxen ko, 2 kvigor eller 4 kalvar.

borde ledas annanstans än till flytgödselkanalerna eller -behållaren, för att undvika onödig lagring och transport av vatten. De ovan presenterade kraven på lagringskapacitet leder dock lätt till orimligheter. Därför skulle man kunna tillåta enskilda gårdar att ha betydligt mindre flytgödselbehållare än de ovannämnda om de gör upp en tillförlitlig utredning om mängden flytgödsel som uppkommer och hur den hanteras (avfallshanteringsplan).

Av nötflytgödsel uppstår enligt vad man fann i undersökningen inga nämnvärda olägenheter med lukt. Däremot har svinflytgödsel i någon mån orsakat luktolägenheter. Att lösa dessa med att bygga ett tättslutande lock över behållaren ger inte tillräckligt stor nytta i förhållande till nackdelarna. En bättre lösning är att lägga en täckning av lättklinker, halm eller annat lämpligt flytande material direkt på flytgödselns yta.

Lantbrukarna hade mest okunskap om flytgödselns näringsinnehåll. För miljövårdens skull vore det önskvärt, att samhället skulle stöda utförande av stallgödselanalys. Sämst i ordning var gödselhanteringen på gårdar där det uppkom mer flytgödsel än vad som kunde spridas på gårdens disponibla åkerareal.

Att rätta till fel i ett flytgödselsystem är ofta besvärligt, för felen är bokstavligen gjutna i betong. Det som kommer i fråga är närmast kompletteringsgjutningar och -konstruktioner inuti flytgödselkanalerna samt installation av utgödslingsmaskiner, t.ex. skrapor. I svinstallar underlättas ombyggnaden om man övergår till utgödsling via avloppsrör, endera med självrinning eller vacuumassisterad. Vid val av nytt gödselgaller och spaltgolv är det skäl att överväga speciellt noggrant. Gasproblem i djurstallet löses i allmänhet med ombyggnad av gaslåset och med tillräckligt frekvent tömning av kanalerna. Utrymmesbrist kan lösas med att bygga ny behållare eller att höja på den gamla. Där behållaren tidigare fyllts med självrinning kan fyllnadsgraden ofta ökas genom fyllning med pump. Byggs en ny behållare som komplement till den gamla kan det löna sig att placera den nya vid de mer avlägset belägna åkrarna. Flytgödselbehållarnas skyddsstängslen var ofta bristfälliga.

7. SUMMARY

The study is based mainly on interviews with farmers. There is a very great variation in the systems with liquid manure and in the variables which describe the intensity of the animal production and the quantities of slurry produced. Therefore different results in the study are presented with a certain statistical significance.

It was observed that systems with liquid manure function with the most peculiar dimensions, if only certain basic conditions are in order. An exception was slurry cellars situated under the livestock room. They have seldom functioned satisfactorily, mostly due to problems with the agitation, i.e. the homogenization. The depth of a small slurry channel can be only a little smaller than its width. In cow barns the bottom of the channels shall slope so that the higher end is at the outflow, or otherwise be horizontal. There shall also be a threshold before all crossings and narrowings in the channels. It is advisable to lead waste water from washing to the upper end of the channels for young cattle and beef cattle. In piggeries the bottom of the channels shall slope down to the outflow or be horizontal. Thresholds are not used, but there should still be drop in the crossings. If sluice-valves are used in the slurry channels of piggeries, the part of the valve which is under the slurry should be at the most 0.25 m^2 . For agitation of slurry from pigs is usually needed an agitator with a power demand of at least 30 kW.

The requirements on the size of slurry stores should still in most cases be adjusted upwards. It is now required that piggeries shall be capable of storing their slurry for 8 months, and that is also enough. In normal cases is then needed 2.6 m^3 storage volume per sow and 1.9 m^3 storage volume per fattening pig. The storage time required for slurry from cow barns should be about 9.5 months instead of 8 months as it is now, because it is not advisable to spread slurry on grassland other times than when it is established. The slurry store volume should in stanchion barns be at least $20 \text{ m}^3/\text{nu}^1$, in cubicles at least $34 \text{ m}^3/\text{nu}^1$ and in beef cattle barns at least $18 \text{ m}^3/\text{nu}^1$. In cubicles large quantities of slurry is produced due to large quantities of waste water from washing. Part of the waste water should be lead somewhere else than to the slurry store, to avoid unnecessary storage and transportation of water. The storing requirements presented above will,

1) "nu" = 1 neat unit = 1 mature cow, 2 heifers or 4 calves.

however, easily lead to exorbitances. Therefore farms could be allowed to have considerably smaller slurry stores than those mentioned above if they make a reliable plan about the quantities of slurry produced and how it is disposed of.

Liquid manure from neat cattle does not cause odour problems to any significant extent, according to what was found in the study. Liquid manure from pigs, on the other hand, has to some extent caused odour problems. To solve these by building a tight, rigid cover over the slurry store does not give enough advantage in relation to its disadvantages. A better solution is to lay a cover of granules of expanded clay, straw or other suitable floating material directly on the slurry surface.

The farmers had least knowledge about the content of nutrients of liquid manure. For the environmental control's sake it would be desirable that society supported making of manure analysis. Manure handling was worst in order on such farms, where more manure was produced than what could be spread on the available land.

To repair malfunctions in a system with liquid manure is often difficult, because the mistakes are literally laid in concrete. Possible methods are primarily to build complementary concrete and other structures inside the slurry channels and to install manure disposal machinery, e.g. scrapers. In piggeries the reconstruction is easier if one changes over to manure disposal through sewers, either with gravity drain or vacuum assistance. New grids and slatted floors should be chosen with special carefulness. Gas problems in the barn can in most cases be solved with reconstruction of the train-trap and with enough frequent emptying of the channels. Too little storage space can be solved by building a new store or increasing the height of the old one. Where the store has been filled by gravity the filling degree can often be increased by filling with pump. If a new store is built as complement to the old one, it can be advantageous to place the new one by the more distant fields. The fences of the slurry stores were often defective.

8. KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALAKOMI, T. 1989. Lantavarastot peruskorjaamalla helppokäyttöisiksi. Maito ja Me 6: 36.
- ANON. 1975. Parsinavettatutkimus 1973 - 75. VAKOLAn tiedote 24: 1 - 41.
- " 1976a. Agricultural Code of Practice. Ministry of Agriculture and Food, Ministry of the Environment and Ministry of Housing. 42 s.
- " 1976b. Parsinavettatutkimus 1973 - 75. VAKOLAn tiedote 24: 1 - 41.
- " 1979. Swine waste handling systems. United Nations Economical and Social Council. Economic Commission for Europe. Committee on Agricultural Problems. FAO/ECE Working Party On Mechanization of Agriculture. FAO/ECE/AGRI/WP.2/R. 34: 1 - 26.
- " 1981. Lame T-500-4 ja T-600-4 -lietelannansekoitin. VAKOLAn koetuselostus 1036: 1 - 4.
- " 1986. Suunnitteluvirheitä lietelantajärjestelmässä. Karjatalous 9: 14 - 15.
- " 1988a. Bauliche Auswirkungen der Schweinehaltungsverordnung. Landtechnik 7/8: 334.
- " 1988b. Leca-nødder som flydelag i gyllebeholdere. SjøF-prøverapport 668: 1 - 4.
- " 1989a. Kotieläinrakennusten jätehuolto. Maatilahallituksen rakentamishje C 4: 1 - 7.
- " 1989b. Maatilatilastollinen vuosikirja 1988. Suomen virallinen tilasto. Maatilahallitus. Maa- ja metsätalous 5: 1 - 256
- " 1990. Eläinsuojien vesiensuojelua ja jätevedenkäsittelyä koskeva valvontaohje. Luonnos 5. Vesi- ja ympäristöhallitus. 11 s.
- BERGE, E. 1988. Seepage from Manure Storage Structures; Extent, Cause, and Prevention. Jordbrukstekniska Institutet, rapport 96, 1: 1 - 7.
- " 1989. Tekniske problem med betongspaltegolv. NJF-seminar 160: 230 - 233.
- BRANDT, J. 1988. Concrete for manure tanks. Jordbrukstekniska Institutet. Rapport 96, 1: 1 - 7.
- BRØNDBO, K. 1989. Bruksutbyggjar med "vakuumutgjødsling". Norsk Landbrug 13: 4 - 7.
- CASTRÈN, H. 1987. Eläinten terveyteen liittyvät näkökohdat. Käyttökokeuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. VAKOLAn tutkimuselostus 46: 40 - 57.

- CHEN, Y.R. & HASHIMOTO, A.G. 1976. Pipeline transport of livestock waste slurries. Transactions of the ASEA 19, 5: 898 - 902, 906.
- COLLINS, W. & COLLINS, E. 1984. Low energy/capital manure management systems. ASEA Paper 84 - 4079: 1 - 8.
- EKESBO, I. 1962. Synpunkterna på hygienien och djurhälsa i stallar för bundna och lösgående mjölkkor. Norges lantbrukshøgskole. Inst.f.bygningsteknikk. Særtrykk 53: 213 - 219.
- EMGARDSSON, P. 1989. Vattnar vallen med gödsel. Lantmannen 9: 6 - 7.
- GLENDE, P., SCHMIDT, C. & DEIMER, G. 1989. Neue Erkenntnisse bei der Produktion und Förderung trockensubstanzreicher Gülle. Agrartechnik 5: 225 - 227.
- GOLDENSTERN, H. 1986. Erfahrungen mit der Rohrentmistung. Top Agrar 2: 112 - 113.
- GREIF, G. 1983. Wie ein guter Betonspaltenboden für Schweine aussehen soll. Top Agrar Spezial 1: 9.
- HALONEN, J. 1985. Tuotantorakennusten palautetarkastuksista vinkkejä rakentajille. Karjalalais 10: 15 - 17.
- HANSEN, B. 1989. Gjødselsjakt øker lagerkapasiteten. Norsk Landbruk 7: 65, 72.
- HOJOVEC, J. 1983. Animal manure handling and its interaction with animal hygiene and health. Cooperative network on animal waste utilization consultation 4: 19 - 41. Budapest.
- HÜFFERMEIER, H. 1985. Flüssigmist - Zwischen Ökologie und Ökonomie. Bauen für die Landwirtschaft 1: 3 - 6.
- ISOTALO, E. 1989. Uudet mallit sikalarakentamisessa. Farmanomat. Varsinais-Suomen maatalouskeskus. 3: 8 - 9.
- JANSSON, I. 1988. Storage tanks - a flashback on changing constructions. Jorbrukstekniska Institutet, rapport 96, 1: 1 - 9.
- JEBAUTZKE, W & POHLMANN, H. 1966. Rindviehställe. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. 123 s. Hamburg.
- JOHANSEN, P. 1989. Opbygning af betongulve. NJF-seminar 160: 197 - 202.
- KAHRS, D. 1980. Wenn der Güllebehälter stinkt. Top Agrar 9: 42 - 47.
- KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1988. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. VAKOLAn tutkimusjulkaisu 51: 1 - 94 + 19 liitettä. Summary: Special requirements for the ventilation in small free stalls.

- KARHUNEN, J. 1982. Pumppu- ja potkurisekoittimien sekoitusetäisyys ja -teho. Käsikirjoitus 2 s. Saatavana VAKOLasta.
- " , AARNIO, K. & MYKKÄNEN, U. 1988. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. VAKOLAn tutkimusselostus 50: 1 - 51.
- " , J., PYYKKÖNEN, M., MYKKÄNEN, U., NIEMINEN, L. & SALONIEMI, H. 1979. Pihattotutkimus 1976 - 1978. VAKOLAn tiedote 29: 1 - 35.
- KEMPPAINEN, E. 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluun. SITRAn julkaisu 11: 1 - 80 + 7 liitettä.
- KOIVISTO, K. & KEMPPAINEN, E. 1987. Kompostoinnin vaikutus sian lannan laatuun ja käsiteltävyyteen. VAKOLAn tutkimusselostus 45, 1: 1 - 25.
- MÅRTENSSON, L. 1989. Kemisk och fysikalisk miljö i golvnivå. NJF-seminar 160: 175 - 180.
- NIELSEN, V. C. 1983: Odour complaints caused by agricultural enterprises in the United Kingdom and some control procedures. Cooperative network on animal waste utilisation consultation 4: 42 - 60. Budapest.
- NILSSON, C. 1974. Lagringsbehållare for flytgyødsel. Aktuelt från lantbrukshögskolan 203.
- NORDBØ, H. 1962. Mjølkekyr på spaltgolv. Norges lantbrukshøgskole. Inst.f.bygningsteknikk. Særtrykk 53: 187 - 201.
- NOSAL, D. & STEINER, T. 1986. Flüssigmistsysteme: Funktion und Schadgasentwicklung. FAT- Berichte 292: 1 - 7.
- NURMISTO, U. toim. 1985. Maatalouden rakennusoppi. Mänttä. 279 s.
- NYSTRÖM, B. 1962. Jämførelse mellan olika ladugårdstyper för mjølkkor inför om- eller nybyggnad. Norges lantbrukshøgskole. Inst.f.bygnings- teknik. Særtrykk 53: 202 - 212.
- ORAVA, R. 1980. Maataloustöiden standardiaikajärjestelmä. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston moniste 1.
- PIETIKÄINEN, T. 1988. Lietelantajärjestelmä on hyväksi koettu. Käytännön maamies 9: 83 - 85.
- PUUMALA, M., MANNI, J. & SARIN, H. 1988. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. VAKOLAn tutkimusselostus 52: 1 - 127 + 1 liite.
- PYYKKÖNEN, M. 1987a. Miten pihatot toimivat? Karjatalous 2: 8 - 10.

- PYYKKÖNEN, M. 1987b. Toimintaan liittyvät näkökohdat. Käyttökokeuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. VAKOLAn tutkimuselostus 46: 28 - 39.
- REINHARD, H. 1987. Bauweisen und Anforderungen an Güllebehälter. Schweinezucht und Schweinemast 3: 93 - 95.
- REXILIUS, R. & RÜPRICH, W. 1989. Feststoffabtrennung aus Flüssigmist. Landtechnik 9: 331 - 333.
- SARIN, H. 1987. Rakennukseen liittyvät näkökohdat. Käyttökokeuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. VAKOLAn tutkimuselostus 46: 58 - 84.
- SKJELHAUGEN, O.J. & GRONG, I. 1986. Kjellerventilasjon uten kjellervifte. Norsk Lantbruk 9: 18.
- STEINER, T., HILTY, R. & NOSAL, D. 1987. Bau und Betrieb von Flüssigmistsystem. FAT-Berichte 327: 1 - 12.
- TOROPAINEN, Y. 1987. Sikaloiden lannanpoistojärjestelmät ja niiden toimivuus. Sika 5: 6 - 7.
- VANHALA, V. 1982. Isännän rakennusopas. 174 s. Rauma.
- VOGT, C. 1976. Technische Einrichtungen für neuzeitliche Milchvieh-Ställe. 165 s. Frankfurt am Main van den WEGHE, H. 1983. Flüssigmistverfahren kritisch unter der Lupe genommen. dlz 10: 1362 - 1366.
- WENZLAFF, R. 1987. Stand der Gülletechnik in der Schweinehaltung. Schweinezucht und Schweinemast 1: 10 - 14.

LIETELANTAJÄRJESTELMIEN TOIMIVUUS -TUTKIMUKSEN LIETENÄYTTEIDEN ANALYYSITULOKSIA SEKOITETUISTA LIETESÄILIÖISTÄ KERROKSITTAIN OTETTUNA NAUTAKARJA-, SIKA- JA KANATILOILLA

Tulokset perustuvat Maatalouden tutkimuskeskuksessa tehtyihin analyysituloksiin, jotka on muunnettu käyttökelpoisempaan muotoon.

PARSINAVETAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
7.1	4.4	2.5	1.2	3.9	2.0	0.8	9.9
7.2	5.0	3.8	1.4	4.6	2.4	1.0	10.7
7.3	4.9	2.8	1.6	4.3	2.8	1.1	11.7
9.1	4.0	2.0	0.8	3.2	0.7	0.5	12.0
9.2	4.0	1.8	0.7	3.1	0.7	0.6	12.2
9.3	3.9	1.9	0.6	3.1	0.5	0.5	11.5
15.1	2.9	1.6	0.7	2.6	0.7	0.5	6.9
15.2	2.8	1.5	0.7	2.5	0.7	0.5	7.1
15.3	3.1	1.6	0.8	2.6	0.8	0.5	8.6
18.1	1.5	0.8	0.4	0.8	0.4	0.2	4.8
18.2	1.1	0.6	0.3	1.2	0.2	0.2	1.5
18.3	2.0	0.9	0.6	1.0	0.6	0.3	7.4
19.1	1.2	0.6	0.2	1.0	0.3	0.2	2.6
19.2	1.5	0.8	0.4	1.1	0.4	0.2	4.3
19.3	1.5	0.7	0.3	1.0	0.4	0.2	4.0
20.1	1.4	0.9	0.2	1.8	0.7	0.1	1.6
20.2	1.8	1.1	0.5	1.8	1.0	0.3	3.7
20.3	1.6	1.1	0.4	1.8	0.9	0.2	2.4
21.1	2.9	1.9	0.7	2.0	0.9	0.4	5.1
21.2	3.0	1.7	0.6	2.2	0.9	0.4	5.2
21.3	3.1	1.9	0.6	2.2	0.8	0.3	5.6
22.1	1.9	1.2	0.3	1.9	0.4	0.1	2.3
22.2	1.9	1.2	0.3	1.8	0.4	0.2	2.4
22.3	2.0	1.2	0.4	1.9	0.5	0.2	3.1
23.1	1.8	0.9	0.6	1.6	0.8	0.4	5.1
23.2	1.9	1.0	0.6	1.0	0.7	0.4	5.0
23.3	2.2	1.0	0.7	1.4	0.9	0.4	6.3
25.1	4.1	2.7	1.0	3.9	1.2	0.6	8.6
25.2	4.2	2.7	1.0	3.6	1.2	0.6	8.5
25.3	4.2	2.7	1.0	4.1	1.3	0.7	9.0
27.1	2.2	1.2	0.4	2.2	0.5	0.3	5.3
27.2	2.5	1.4	0.5	2.3	0.7	0.3	6.8
27.3	2.6	1.5	0.6	2.1	0.7	0.4	8.0
Keskiarvo	2.7	1.5	0.6	2.3	0.9	0.4	6.3
Otoskeskihajonta	1.1	0.8	0.3	1.1	0.6	0.2	3.2
Min 5 %:n riski	0.4	-0.0	-0.0	0.1	-0.3	-0.1	-0.2
Max 5 %:n riski	5.0	3.1	1.3	4.5	2.0	0.9	12.8

PIHATOT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
13.1	2.8	1.5	0.7	2.7	1.4	0.4	7.2
13.2	2.7	1.4	0.7	2.8	1.4	0.3	7.3
14.1	2.2	1.3	0.7	1.3	0.8	0.4	5.1
14.2	2.2	1.3	0.8	1.7	0.9	0.4	5.4
14.3	2.4	1.3	0.8	1.4	0.9	0.4	5.5
16.1	1.1	0.8	0.1	1.3	0.3	0.1	1.3
16.2	1.3	0.9	0.2	1.3	0.3	0.1	1.8
16.3	1.6	1.0	0.3	1.2	0.4	0.2	2.6
26.1	2.2	1.2	0.7	1.8	1.3	0.3	5.4
26.2	2.1	0.9	0.7	1.5	1.3	0.3	5.5
Keskiarvo	2.4	1.4	0.6	2.0	0.8	0.3	5.2
Otoskeskihajonta	1.0	0.7	0.3	1.0	0.4	0.2	2.7
Min 5 %:n riski	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.8
Max 5 %:n riski	4.6	2.9	1.2	4.2	1.8	0.8	11.2

LIHAKARJANAVETAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
2.1	4.3	3.1	0.7	3.5	1.1	0.5	5.6
2.2	6.8	3.2	2.0	5.9	3.3	1.3	15.4
2.3	5.9	2.8	2.1	3.4	2.9	1.3	12.9
11.1	5.6	4.0	1.2	3.7	1.7	0.5	8.3
11.2	5.8	3.9	1.2	3.8	1.7	0.5	8.4
11.3	5.8	4.0	1.3	3.9	1.8	0.6	9.0
Keskiarvo	5.7	3.5	1.4	4.0	2.1	0.8	9.9
Otoskeskihajonta	0.8	0.5	0.5	0.9	0.8	0.4	3.6
Min 5 %:n riski	3.6	2.1	0.1	1.6	0.0	-0.2	0.8
Max 5 %:n riski	7.8	4.9	2.8	6.4	4.2	1.8	19.1

EMAKKOSIKALAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
10.1k	2.8	2.5	0.2	0.9	0.0	0.0	0.7
10.2k	2.8	2.2	0.2	1.0	0.0	0.0	0.8
10.3k	2.8	2.4	0.2	1.0	0.2	0.1	0.9
10.1p	3.4	2.8	0.3	1.5	0.1	0.1	1.6
10.3p	3.9	3.1	0.6	1.5	0.2	0.0	2.4
10.1s	4.4	3.6	0.8	1.3	0.2	0.0	2.7
10.2s	5.2	3.8	1.0	1.5	1.6	0.4	4.7
10.3s	6.5	4.0	2.4	1.4	1.4	0.2	9.5
12.1j	1.3	1.2	0.2	1.2	0.1	0.0	0.8
12.2j	4.7	3.9	1.7	1.3	2.6	0.4	6.3
12.3j	1.9	1.4	0.8	1.6	0.7	0.3	2.0
Keskiarvo	3.6	2.8	0.8	1.3	0.7	0.1	2.9
Otoskeskihajonta	1.5	1.0	0.7	0.2	0.8	0.1	2.8
Min 5 %:n riski	0.2	0.6	-0.8	0.8	-1.2	-0.2	-3.3
Max 5 %:n riski	7.0	5.0	2.4	1.8	2.5	0.5	9.2

LIHASIKALAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
3.1v	4.8	4.0	0.9	1.6	0.8	0.2	2.9
3.2v	6.4	4.3	3.3	1.5	4.0	0.8	12.3
3.3v	7.0	4.2	4.6	1.3	5.6	1.3	15.4
3.1o	5.7	4.5	1.0	1.7	1.2	0.3	3.8
3.2o	6.7	4.4	2.4	1.1	3.0	0.5	8.7
3.3o	6.1	3.7	4.3	1.3	5.8	0.8	15.2
4.1	5.2	3.8	1.1	1.5	1.3	0.4	4.3
4.2	6.2	4.4	1.7	1.8	1.8	0.6	6.9
4.3	6.6	4.4	2.0	1.7	2.4	0.7	8.1
5.1u	8.4	6.2	2.3	2.3	1.9	0.7	8.1
5.2u	8.2	6.2	1.9	2.3	1.6	0.6	6.9
5.3u	8.2	6.1	2.1	2.3	1.8	0.7	7.5
5.1v	8.3	6.9	1.4	3.7	1.1	0.5	5.1
5.3v	9.4	7.0	2.9	3.4	2.9	1.1	12.1
8.1	4.9	3.6	1.2	1.7	1.1	0.4	4.3
8.2	4.9	3.5	1.2	2.2	1.1	0.5	4.5
8.3	5.0	3.4	1.1	2.2	1.4	0.5	4.8
12.1l	5.2	4.0	1.4	1.3	1.5	0.4	5.7
12.2l	5.7	4.1	1.6	1.5	1.6	0.4	6.7
12.3l	7.5	5.4	2.3	2.6	2.6	0.5	8.7
Keskiarvo	6.5	4.7	2.0	2.0	2.2	0.6	7.6
Otoskeskihajonta	1.4	1.1	1.1	0.7	1.4	0.3	3.6
Min 5 %:n riski	3.6	2.3	-0.2	0.5	-0.8	0.1	-0.0
Max 5 %:n riski	9.4	7.1	4.3	3.4	5.2	1.1	15.2

KAIKKI SIKALAT

Keskiarvo	5.0	3.7	1.4	1.6	1.4	0.4	5.3
Otoskeskihajonta	4.9	3.1	2.3	0.8	2.7	0.5	9.1
Min 5 %:n riski	-4.9	-2.7	-3.3	0.1	-4.1	-0.6	-13.3
Max 5 %:n riski	15.0	10.2	6.1	3.2	7.0	1.3	23.8

KANALAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
29.1	11.9	9.1	3.0	5.0	11.5	1.2	16.0
29.2	11.9	9.1	3.5	4.8	14.5	1.3	17.5
29.3	11.5	8.9	3.6	4.7	15.8	1.4	19.4
Keskiarvo	11.8	9.1	3.4	4.8	13.9	1.3	17.6
Otoskeskihajonta	0.2	0.1	0.3	0.2	2.2	0.1	1.7
Min 5 %:n riski	10.7	8.6	2.0	4.1	4.3	0.7	10.4
Max 5 %:n riski	12.8	9.5	4.7	5.5	23.5	1.9	24.9

Ravinne- ja kuiva-ainepitoisuuksien keskiarvot ja jakaumat tiloittain:

PARSINAVETAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
7							
Keskiarvo	4.8	3.0	1.4	4.3	2.4	0.9	10.8
Otoskeskihajonta	0.3	0.7	0.2	0.4	0.4	0.1	0.9
9							
Keskiarvo	4.0	1.9	0.7	3.1	0.6	0.5	11.9
Otoskeskihajonta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.4
15							
Keskiarvo	2.9	1.6	0.7	2.5	0.8	0.5	7.5
Otoskeskihajonta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.9
18							
Keskiarvo	1.5	0.8	0.4	1.0	0.4	0.2	4.6
Otoskeskihajonta	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	3.0
19							
Keskiarvo	1.4	0.7	0.3	1.0	0.3	0.2	3.7
Otoskeskihajonta	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	2.0
20							
Keskiarvo	1.6	1.0	0.4	1.8	0.9	0.2	2.6
Otoskeskihajonta	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.9
21							
Keskiarvo	3.0	1.8	0.7	2.1	0.9	0.4	5.3
Otoskeskihajonta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
22							
Keskiarvo	1.9	1.2	0.3	1.9	0.4	0.2	2.6
Otoskeskihajonta	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
23							
Keskiarvo	2.0	1.0	0.7	1.3	0.8	0.4	5.5
Otoskeskihajonta	0.2	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.7
25							
Keskiarvo	4.2	2.7	1.0	3.9	1.2	0.6	8.7
Otoskeskihajonta	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3
27							
Keskiarvo	2.5	1.4	0.5	2.2	0.6	0.3	6.7
Otoskeskihajonta	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3

PIHATOT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
13							
Keskiarvo	2.8	1.4	0.7	2.8	1.4	0.4	7.3
Otoskeskihajonta	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
14							
Keskiarvo	2.3	1.3	0.7	1.5	0.9	0.4	5.3
Otoskeskihajonta	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2
16							
Keskiarvo	1.3	0.9	0.2	1.2	0.3	0.1	1.9
Otoskeskihajonta	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7
26							
Keskiarvo	2.2	1.0	0.7	1.6	1.3	0.3	5.4
Otoskeskihajonta	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1

LIHAKARJANAVETAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
2							
Keskiarvo	5.7	3.0	1.6	4.3	2.4	1.0	11.3
Otoskeskihajonta	1.3	0.2	0.8	1.4	1.1	0.5	5.1
11							
Keskiarvo	5.7	4.0	1.2	3.8	1.8	0.6	8.5
Otoskeskihajonta	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4

EMAKKOSIKALAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
10k							
Keskiarvo	2.8	2.4	0.2	1.0	0.1	0.0	0.8
Otoskeskihajonta	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
10p							
Keskiarvo	3.6	2.9	0.4	1.5	0.2	0.1	2.0
Otoskeskihajonta	0.4	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.5
10s							
Keskiarvo	5.4	3.8	1.4	1.4	1.1	0.2	5.6
Otoskeskihajonta	1.1	0.2	0.9	0.1	0.7	0.2	3.5
12j							
Keskiarvo	2.6	2.1	0.9	1.4	1.2	0.2	3.0
Otoskeskihajonta	1.8	1.5	0.7	0.2	1.3	0.2	2.9

LIHASIKALAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
3v							
Keskiarvo	6.1	4.1	2.9	1.5	3.5	0.8	10.2
Otoskeskihajonta	1.1	0.2	1.9	0.1	2.5	0.5	6.5
3o							
Keskiarvo	6.2	4.2	2.6	1.3	3.3	0.5	9.2
Otoskeskihajonta	0.5	0.4	1.7	0.3	2.3	0.3	5.7
4							
Keskiarvo	6.0	4.2	1.6	1.7	1.8	0.6	6.4
Otoskeskihajonta	0.7	0.3	0.5	0.1	0.6	0.2	2.0
5u							
Keskiarvo	8.3	6.1	2.1	2.3	1.8	0.7	7.5
Otoskeskihajonta	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.6
5v							
Keskiarvo	8.8	6.9	2.2	3.5	2.0	0.8	8.6
Otoskeskihajonta	0.8	0.1	1.1	0.2	1.3	0.4	4.9
8							
Keskiarvo	4.9	3.5	1.2	2.0	1.2	0.5	4.5
Otoskeskihajonta	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.3
12l							
Keskiarvo	6.1	4.5	1.8	1.8	1.9	0.4	7.1
Otoskeskihajonta	1.2	0.8	0.5	0.7	0.6	0.0	1.5

KANALAT

Pitoisuudet g/kg tuoretta lantaa

Näyte	kok. N	liuk. N	P	K	Ca	Mg	ka %
29							
Keskiarvo	11.8	9.1	3.4	4.8	13.9	1.3	17.6
Otoskeskihajonta	0.1	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	0.6

TULKINTAOHJEITA

Lietenäytteiden ravinteet ja kuiva-ainepitoisuus analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen laboratoriossa Jokioisissa. Analysoitavat ravinteet olivat kokonaistyyppi, liukoinen tyyppi, fosfori, kalium, kalsium ja magnesium. Lietelantajärjestelmien toimivuuden kannalta mielenkiintoisin analyysituloksena oli näytteiden kuiva-ainepitoisuus. Ravinteet analysoitiin lähinnä yhteistutkimuksen ravinteiden hyväksikäyttöä tutkivan osan takia. Kuiva-aineanalyysien

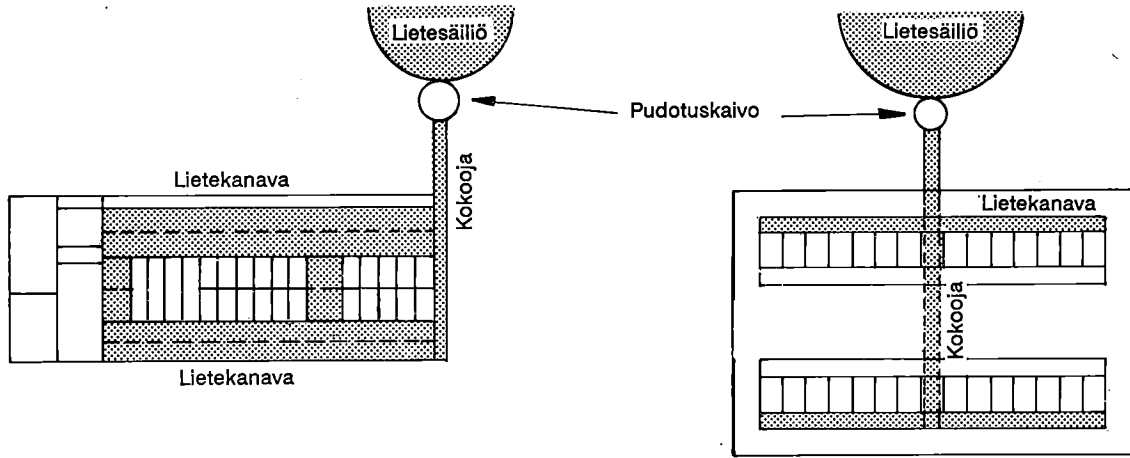
perusteella määriteltiin kunkin kotieläinrakennuksen tuottaman lietteen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus, ja saatiin siten selvitystä lietteenkäsittelyssä ilmenneisiin ongelmiin sekä yleensä ottaen viitteitä kyseisessä rakennuksessa käsiteltävän lietteen ominaisuuksista. Lisäksi näytteiden kuiva-ainepitoisuuksien otoskeskihajonnan perusteella määriteltiin sekoituksen onnistuneisuus taulukon 1 mukaan. Käytetyn määrittelyn havaittiin tutkimuksen yhteydessä hyvin kuvaavan sekoituksen onnistuneisuutta. 5 %:n otoskeskihajonta vastaa sekoitusasteeltaan täysin sekoittamatonta lietettä. Käytännössä tämä merkitsee, että keskimääräisen kuiva-ainepitoisuuden ollessa 10 % lietteen kuiva-ainepitoisuus on vaihdellut noin 0 %:sta 20 %:iin levityksen kuluessa. Vastaavasti 0 % vastaa täysin homogeenistä lietettä. Tulos olisi ollut luonnollisesti tarkempi, jos olisi voitu ottaa useampia näytteitä kultakin tilalta. Nyt saattoi näytteenotto hetkien osuminen poikkeukselliseen kohtaan johtaa liian suureen hajontaa. Kokonaisuutena aineisto kuitenkin kuvaa hyvin sekoituksen onnistuneisuutta suomalaisilla kotieläintiloilla.

Taulukko 1. Sekoituksen onnistuneisuuden arviointi levitetyn lietteen kuiva-ainepitoisuuden otoskeskihajonnan mukaan.

Erittäin hyvä	0,0 - 0,4
Hyvä	0,5 - 0,9
Tyydyttävä	1,0 - 1,4
Välttävä	1,5 - 1,9
Huono	2,0 -

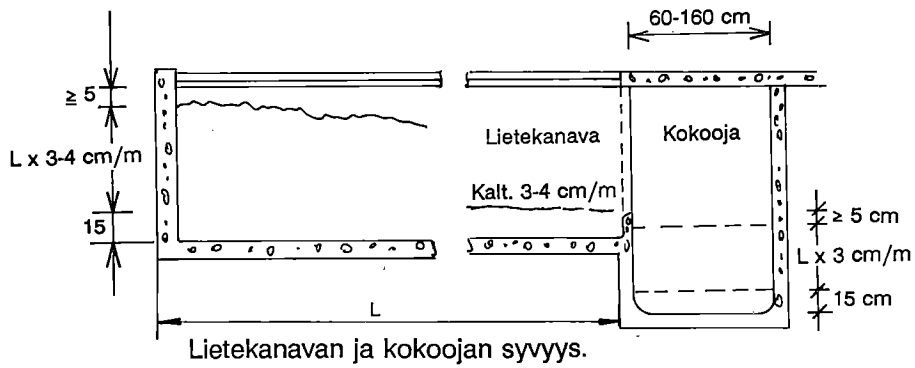
Lietejärjestelmien esimerkkejä

1. Valutus

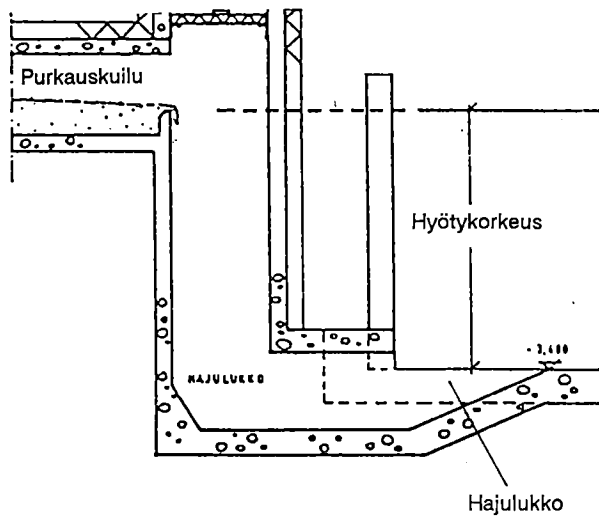


1.1
Pihattoon

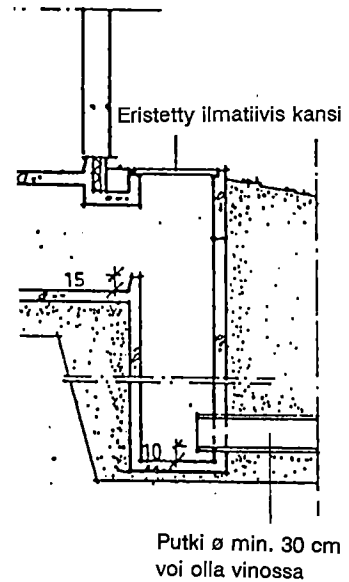
1.2
Parsinavettaan



- * Mutkiin ja kavennuksiin kynnykset
- * Kynnysväli enintään 15-25 m
- * Syvyys vähintään 60 cm
- * Hajulukko välttämätön



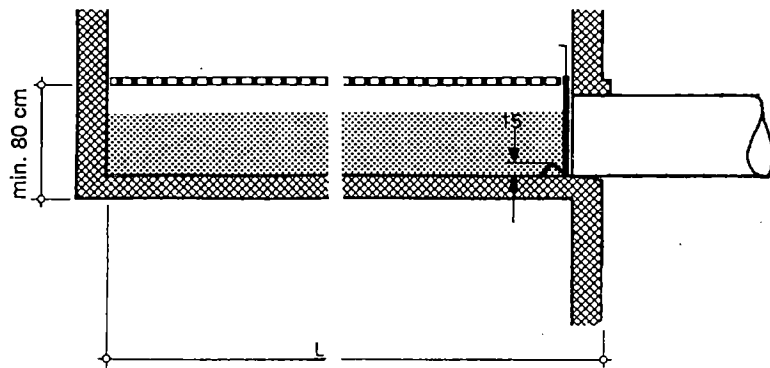
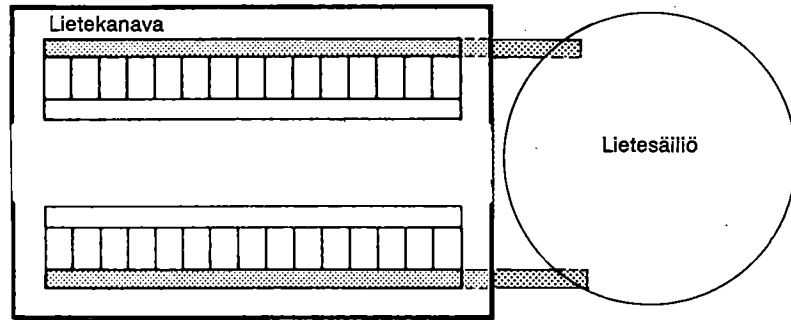
Pudotuskaivo



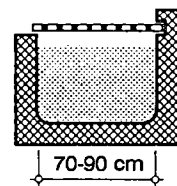
Pudotuskaivo

2. Padotus

2.1 Parsinavettaan



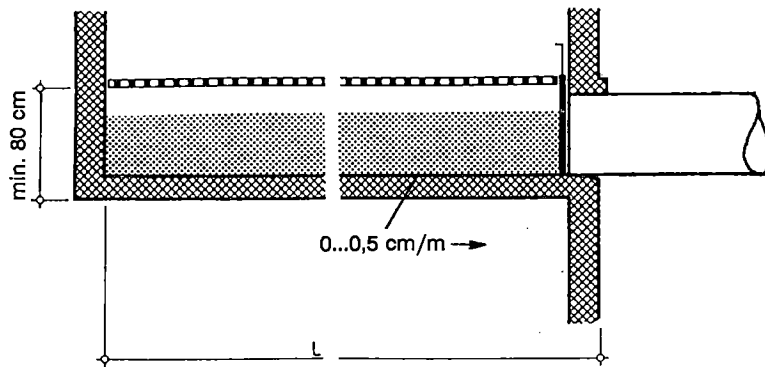
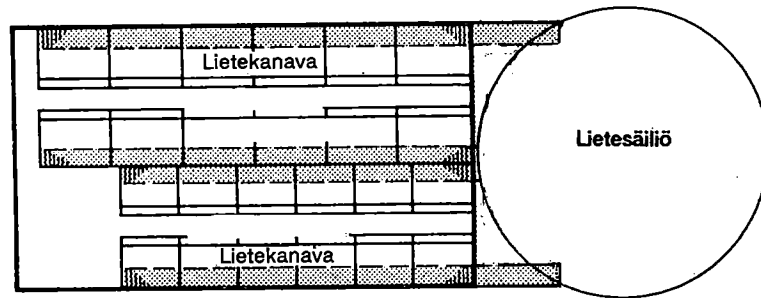
Lantakanavan pituusleikkaus



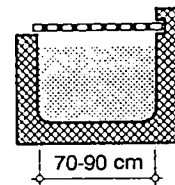
poikkileikkaus

- * Ennen patoa kynnys tai kanavassa vastakallistus
- * Patojen väli enintään 20 m
- * Pohja vaakasuora
- * Patoluukun läpimitta enintään 50 cm
- * Pato ilmatiivis, vesilukkoa ei tarvita
- * Mahdolliseen välikaivoon on sovittava pisin pato-
väli lantaa
- * Kanavan syvyyttä lisätään 20 cm, jos ilmanpoisto on alakautta

2.2 Lihaskalaan



Lantakanavan pituusleikkaus



poikkileikkaus

- * Patojen väli enintään 20 m
- * Patoluukun läpimitta enintään 50 cm
- * Pato ilmatiivis, vesilukkoa ei tarvita
- * Mahdolliseen välikaivoon on sovittava pisin pato-
väli lantaa

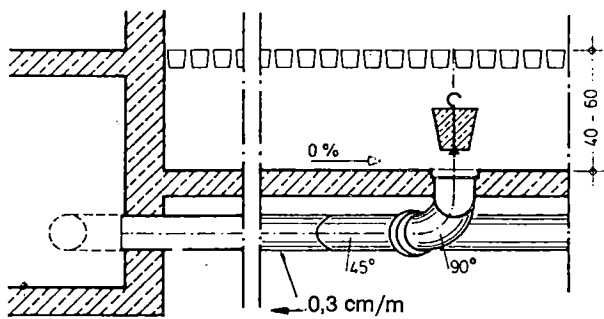
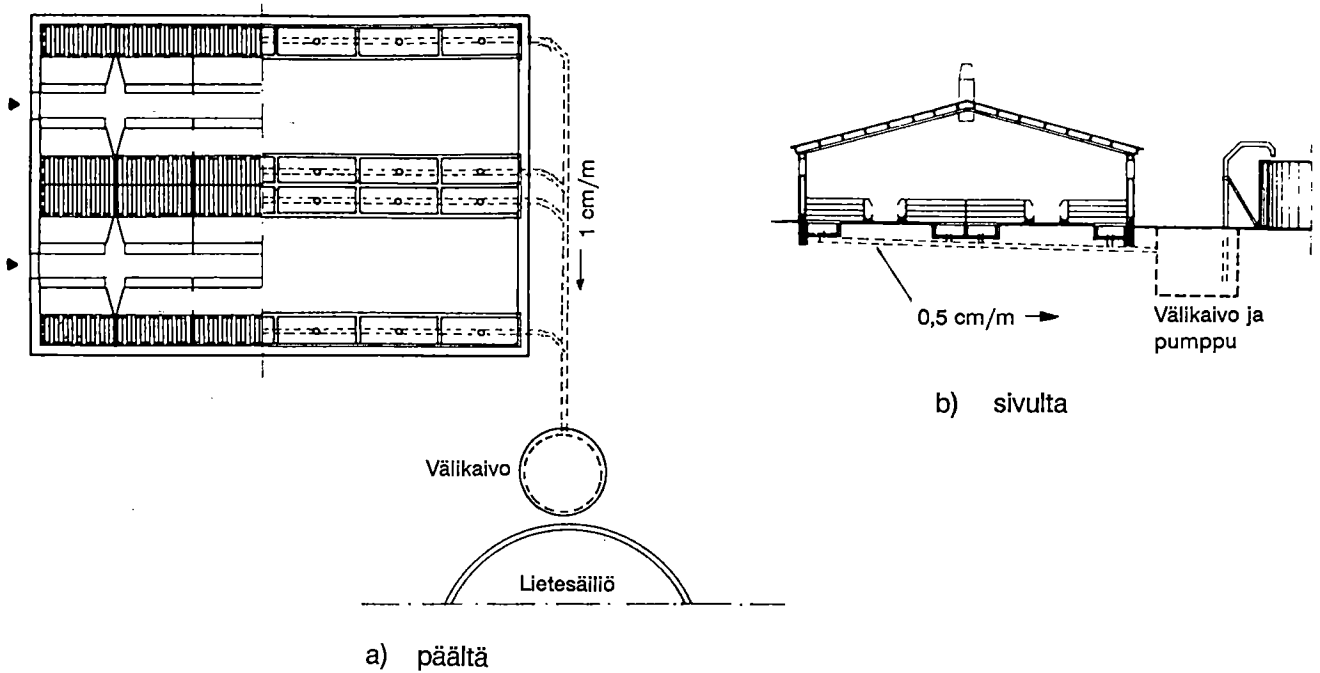
2.3 Sikalan valutus

- * Lannan voidaan antaa valua ilman patoluukkoa, jos pohja on vaakasuora.
- * Silloin tarvitaan vesilukko.
- * Kanavan syvyyttä lisätään 20 cm, jos ilmanpoisto on alakautta.

3. Viemärijärjestelmä

3.1

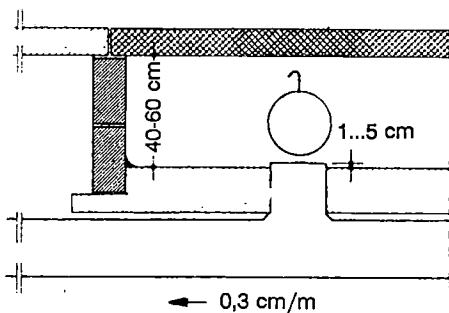
Sikalan viemärijärjestelmä, jossa lietesäiliö on lietealtaita ylempänä.



- * Tyhjennysaukkoja vähintään 4 m välein
- * Tyhjennysaukko 0,5-1 m altaan reunasta
- * Putki \varnothing 200...250 mm lihasikalaan
- * Putki \varnothing 315 mm emakkosikalaan
- * Altaan korkeus 40 cm, mutta 60 cm, jos ilmanpoisto on alakautta
- * Tulpan painon on oltava vähintään 4 kg \varnothing 200 mm putkessa

3.2

Navetan lieteallas



- * Tyhjennysaukkoja 2 m välein
- * Putki \varnothing 160...400 mm kuivikkeen ja rehunjätteiden määrän mukaan
- * Altaan korkeus 40 cm, mutta 60 cm, jos ilmanpoisto on alakautta
- * Tulpan painon on oltava vähintään 4 kg \varnothing 200 mm putkessa

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUKSIA

- | No | Nimi |
|-----|--|
| 47. | Mäkelä, J., Mikkola, H., Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987. |
| 48. | Puumala, M., Karhunen, J., Louhelainen, K., Vilhunen, P., Jauhauksen tilantarve ja Pölyhaittojen vähentäminen. 1987. |
| 49. | Schäfer, W., Ahokas, J., Maatalouskoneiden tietokanta. 1988. |
| 50. | Karhunen, J., Aarnio, K., Mykkänen, U., Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988. |
| 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. |
| 56. | Kapuinen, P., Karhunen, J., Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989. |
| 57. | Sariola, J., Tuunanen, L., Paavola, J., Ahokas, J., Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. |
| 58. | Mäkelä, J., Laurola, H., Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990. |
| 59. | Kapuinen, P., Karhunen, J., Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990. |

