

PETRI KAPUINEN

**LANNANKÄSITTELYN TALOUDELLISUUDEN  
JA LANNAN RAVINTEIDEN HYVÄKSIKÄYTÖN  
PARANTAMINEN**



**VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 68**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

VIHTI 1994

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Agricultural Research Centre of Finland

**VAKOLA**

**Maatalousteknologian tutkimuslaitos**

Osoite	Puhelin
Vakolantie 55	(90) 224 6211
03400 VIHTI	Telefax
	(90) 224 6210

**Institute of Agricultural Engineering**

Address	Telephone int. +
Vakolantie 55	358-0-224 6211
FIN-03400 VIHTI	Telefax int. +
FINLAND	358-0-224 6210

**PETRI KAPUINEN**

**LANNANKÄSITTELYN TALOUDELLISUUDEN  
JA LANNAN RAVINTEIDEN HYVÄKSIKÄYTÖN  
PARANTAMINEN**

**VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 68**

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**VIHTI 1994**

**ISSN 0782-0054**

## SISÄLLYSLUETTELO

### KUVAILULEHTI

### ALKULAUSE

JOHDANTO . . . . .	8
--------------------	---

SYYYT MAATALOUDEN RAKENNEMUUTOKSEEN JA MUUTOKSEN VAIKUTUS TUOTANTORAKENNUKSIIN . . . . .	10
---	----

3. TUOTANTORAKENTEEN MUUTOS . . . . .	11
3.1. Tilakoon kasvu ja lannankäsittelymenetelmät . . . . .	11
3.2. Maatalouden rakennerationalisoinnin vaikutus kotieläintuotannon ja peltoviljelyn yhteen sovittamiseen . . . . .	12
3.3. Tulevaisuuden tila Suomessa . . . . .	14
3.4. Maatalouden rationalisoitumisen vaikutus rakentamistarpeeseen ja siitä aiheutuva tutkimustarve . . . . .	16
3.4.1. Tuotantoresurssien ohjaaminen . . . . .	16
3.4.2. Rakentamis- ja tutkimustarve eri tuotannon haaroissa . .	17
3.4.2.1. Eri tuotannonhaarojen merkitys . . . . .	17
3.4.2.2. Navetat . . . . .	18
3.4.2.3. Sikalat . . . . .	20
3.5. Maatalouden tuotantorakennusten rakentaminen . . . . .	21
4. ELÄIN- JA LANTAMÄÄRÄT LÄHITULEVAISUUDESSA . . . . .	23
4.1. Eläinmäärissä tapahtuvien muutosten vaikutus lannantuotantoon ja eri eläinlajien osuus lannantuotannosta sekä lantalajien välisen suhteen muutos . . . . .	23
4.2. Tuotantoeläinten tuottaman lannan sisältämät ravinnemäärät ja niiden arvot ja ravinnetappioiden aiheuttamat taloudelliset menetykset . .	26
4.3. Tuotantoeläinten tuottaman lannan ravinteiden ja niiden arvon jakaantuminen eläinlajeittain . . . . .	29
4.4. Tuotettavat lantamäärät suhteessa peltoalaan . . . . .	31
5. EUROOPAN INTEGRAATIO JA LANTATUTKIMUKSET . . . . .	34
6. KARJANLANNAN KÄYTTÖ LANNOITTEENA . . . . .	35
6.1. Kompostoitumisen vaikutus karjanlannan ravinteiden käyttö- kelpoisuuteen . . . . .	35
6.2. Karjanlannan ja väkilannoitteiden vastaavuus . . . . .	36
6.3. Ravinnetappioiden vaikutus mielekkäisiin lannankäsittelytapoihin .	37
7. LANNANKÄSITTELYJÄRJESTELMÄT JA NIIDEN VALINTA . . . . .	40
7.1. Lannankäsittelyjärjestelmä . . . . .	40
7.1.1. Lietelantajärjestelmä . . . . .	40

7.1.2.	Kuivalantajärjestelmä . . . . .	41
7.1.3.	Kuivikelantajärjestelmä ja perinteinen kuivikepohja . .	42
7.1.4.	Vinokuivikepohja . . . . .	45
7.1.5.	Kestokuivikepohja . . . . .	45
7.2.	Lannankäsittelyjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät . . . . .	49
7.2.1.	Lannankäsittelyjärjestelmien rakennuskustannus ja siitä aiheutuva vuosikustannus . . . . .	49
7.2.2.	Lannan arvo eri lannankäsittelyjärjestelmissä . . . . .	50
7.2.3.	Eri lannankäsittelyjärjestelmien ominaisuudet . . . . .	50
7.2.4.	Karjakoon ja nykyisen lannankäsittelyjärjestelmän vaikutus lannankäsittelyjärjestelmän valintaan . . . . .	52
7.2.5.	Lannankäsittelyjärjestelmien rationalisointimahdollisuudet . . . . .	54
7.2.6.	Eri lannankäsittelyjärjestelmissä muodostuvan lannan vaikutukset maassa . . . . .	57
8.	<b>YKSITTÄISTEN KÄSITTELYJEN VAIKUTUS LANNANKÄSITTELYJÄRJESTELMÄSSÄ . . . . .</b>	<b>59</b>
8.1.	Mädätys biokaasureaktorissa . . . . .	59
8.2.	Nestekompostointi . . . . .	61
8.3.	Kelluva kate . . . . .	64
8.4.	Lannan imeyttäminen kuvikkeeseen . . . . .	64
8.5.	Lannanpoistokoneet kylmäkasvattamon lantakäytävällä . . . . .	66
8.6.	Kuivikeseoksen valinta ja kuivikkeiden saatavuus . . . . .	67
8.7.	Pesuvesien käsittely . . . . .	68
8.8.	Lietelannan laimennus . . . . .	68
8.9.	Lietelannan kiinteän ja nestemäisen osan erottaminen toisistaan .	70
9.	<b>LANTALAT JA VIRTSAÄILIÖT . . . . .</b>	<b>74</b>
9.1.	Avolantala . . . . .	74
9.2.	Lietelantala . . . . .	75
9.3.	Peltopatterit . . . . .	77
9.4.	Virtsasäiliöt . . . . .	77
10.	<b>LEVITYS KASVUSTOON . . . . .</b>	<b>77</b>
10.1.	Lietelannan levitys nurmelle . . . . .	77
10.2.	Lietelannan sijoitus . . . . .	78
10.3.	Lietelannan levitys kasvustoon letkulevityksessä . . . . .	78
10.4.	Lietelannan levitys syöttöletkulevittimellä . . . . .	79
10.5.	Lietelannan sadetus . . . . .	79
11.	<b>JOHTOPÄÄTÖKSIÄ . . . . .</b>	<b>81</b>
12.	<b>KIRJALLISUUSLUETTELO . . . . .</b>	<b>84</b>

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun laji <b>Tutkimusselostus</b>	
Petri Kapuinen		Toimeksiantaja <b>Maatilatalouden kehittämisrahasto</b>	
		Toimielimen asettamispvm <b>6.5.1993</b>	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen) <b>Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen</b>			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä			
<p>Selkeästi paras hyöty lannankäsittelyyn liittyvissä tutkimuksissa saavutetaan keskittymällä kansallisiin ongelmakysymyksiin, jotka johtuvat tila- ja tuotantorakenteestamme sekä sen kehityksestä lähitulevaisuudessa ja kylmästä ilmastostamme. Ensin mainittu alue on selkeästi hyödyllisempi kuin jälkimmäinen, koska kyseisen laatuista tutkimuksesta koituu hyötyä ainoastaan Suomelle ja siten sitä ei tee kukaan muu. Kylmä ilmastomme rajoittaa keskieuropalaisten tutkimusten soveltuvuutta suomalaisiin olosuhteisiin, mutta esimerkiksi Ruotsi ja Norja ovat ilmastollisesti varsin samanlaisia. Lisäksi niiden tila- ja tuotantorakenne on lähellä suomalaista. Ilmastollisten seikkojen aiheuttamiin erityiskysymyksiin on siten saatavissa tietoa ainakin toisista pohjoismaista ja Pohjois-Amerikasta. Muutoin lantakysymyksiä on tutkittu ja tutkitaan varsin laajasti ympäri maailmaa. Kaikkein edullisimmin lantatutkimusta voidaan Suomessa viedä eteenpäin painottamalla kirjallisuustutkimusta, jossa ulkomaisilla saatuja tutkimustuloksia sovelletaan suomalaisiin olosuhteisiin täydennettynä välttämättömällä kokeellisella tutkimuksella silloin, kun ulkomaiset tulokset eivät ole sovellettavissa Suomen olosuhteisiin.</p> <p>Kiireellisimmät lantatutkimustarpeet liittyvät lietevarastojen rakentamiseen. Myös kuiva- ja kuivikelantavarastojen sekä virtsasäiliöiden rakennuskustannusten alentamiseen tähtäävät tutkimukset ovat tärkeitä. Nykyisin käytössä olevien tuotantoyksiköiden lannankäsittelyjärjestelmät ja lantavarastojen koot suhteessa eläinmääriin tulisi selvittää eläinlajeittain ja tuotantoyksikkökoottain, jotta voitaisiin arvioida eri lantalajien osuudet tulevaisuudessa tuotannon rationalisoidussa ja kohdistaa ympäristöavustukset tarkoituksenmukaisella tavalla. Lannankäsittelyyn varsinaisen tuotantorakennuksen sisällä liittyvät tutkimukset voidaan siirtää tämän vuosikymmenen jälkipuolialle elleivät ne suoraan kohdistu lannan varastointitarpeen pienentämiseen. Varastointitarpeen pienentämiseen tähtäviä tutkimuksia ovat esimerkiksi perinteiseen kuivikepohjaan ja kestokuivikepohjaan liittyvät tutkimukset. Lannan käsittelyyn liittyvä rakennustutkimus tulisi kohdentaa nautakarjarakennuksiin. Tämä koskee myös lantavarastoja. Lietelantajärjestelmä on entistä edullisempi vaihtoehto, kun lypsykarjojen koko kasvaa. Lantatutkimukset, sekä rakennustutkimuksen että lannan ravinteiden hyödyntämistutkimuksen osalta, tulee keskittää naudan lietalantaan. Lietelannan jatkokäsittelyyn liittyvät tutkimukset voidaan separointia ja ilmastusta lukuunottamatta siirtää vuosikymmenen jälkipuoliskolle, koska ne eivät merkittävästi edesauta varastointitarpeen vähentämisessä eikä niitä voida soveltaa nykyisessä tuotantorakenteessa. Jatkuvatoimisen pienen lieteseparattorin, jonka teho riittää noin 45 nautayksikön karjalle, kehittäminen olisi varsin kannattava tutkimushanke. Lietelannan sadetuksessa käytettävä tekniikka tulisi myös selvittää. Lietelannan ilmastuksen hygienisoiva vaikutus tulee selvitettyä jo nyt käynnissä olevissa tutkimuksissa. Lannan määrä ei ole nyt eikä tulevaisuudessa kohtuuton suhteessa peltopinta-alaan, jos lietteen levitys kasvavaan nurmeen voidaan selvittää.</p> <p>Lannan levitys kasvustoon näyttää olevan kiireellisen lantatutkimuksen aihe siinä osassa lannankäsittelyä, joka käsittelee sen hyödyntämistä peltoviljelyssä ja siitä aiheutuvia ympäristöhaittoja. Näistä selvittämättömiä kysymyksiä menellään olevien tutkimusten valmistumisen jälkeen ovat lähinnä kylmäkasvattamoiden lantakäytävien typen haihtuminen ja sen vähentäminen, laittomelle tulevan lannan ravinnetappiot sekä lannan varastointimuodon ja tarkoituksenmukaisten levitysjankkohtien yhteensovittaminen siten, että lannankäsittelystä aiheutuvat kustannukset olisivat mahdollisimman pienet saatuaan hyötyyn nähden.</p> <p>Väkilannoitteet ovat lannoiteveroista huolimatta selvästi edullisempia lannoitteina kuin karjanlanta eikä tilannetta pystytä korjaamaan lannoiteverolla nostamatta maatalouden kustannuksia liikaa. Vaikutuskeinoksi näyttää jäävän hyvien lannankäsittelymenetelmien tukeminen. Lisäksi tiloilta voitaisiin periä kotieläintuotannon määrään sidoksissa olevaa jätehuoltomaksua, koska lannan ravinteiden määrät ovat suhteessa tuotetun kotieläintuotteen määrään. Maksun voisivat kerätä esimerkiksi meijerit kiintömaksujen sekä teurastamot tuotantopalkkioiden maksun ja markkinointimaksujen perimisen yhteydessä. Maksun suuruus vastaisi kustannuksia, jotka aiheutuvat lannankäsittelyjärjestelmän parantamisesta minimitasosta hyvään lannankäsittelytapaan, josta saisi alennusta lannankäsittelyjärjestelmän kehittyneisyyden perusteella. Järjestelmän luomiseksi olisi aloitettava tutkimus, jossa selvittäisiin eri toimenpiteiden tehokkuus lannan ravinteiden hyödyntämisessä ja tätä vastaava sopiva alennus jätehuoltomaksuun. Koska typen tappiot ovat keskeisimpiä karjanlannan ympäristövaikutusten kannalta, jätehuoltomaksujärjestelmän laatimisen pohjaksi on selvittävä typen häviöt karjanlannasta eri muodoissa ja niiden suhteelliset haitat toisiinsa nähden.</p> <p>Vaikka suomalainen maatalous tulee lähivuosina selvästi rationalisoitumaan, ovat suomalaiset tuotantoyksiköt edelleen varsin pieniä. Lannankäsittelyyn liittyvien koneiden kapasiteetti on tulevaisuudessakin turhan suuri yksikkökoossa nähden. Koneiden yhteiskäyttö ja yhteistyö tilojen välillä ei Suomessa ole kovin suosittua. Lannankäsittelystä aiheutuvien kustannusten pienentämiseksi olisikin tutkittava, miten tätä yhteistyötä voitaisiin lisätä. Eräänä vaihtoehtona on erityisten koneosiemien synnyn edistämien yhteiskunnan tuella. Tilojen välisen yhteistyön kehittämiseksi karjanlannan käsittelyssä olisi aloitettava tutkimus.</p>			
Avainsanat (asi sanat)			
lannankäsittelyn taloudellisuus, lannan ravinteiden hyväksikäyttö, lannankäsittelyyn liittyvien tutkimusten kohdentaminen, lannankäsittelyn muutokset, lannantuotanto, lannan ravinteiden arvo, karjanlannan vertailu väkilannoitukseen, lannan käsittelykustannus, maatalouden rakennerationalisoinnin vaikutus lannankäsittelyyn, lannankäsittelyjärjestelmän valinta, lannankäsittelyn rationalisointimahdollisuudet, lantalat, lantavarastot, lannan varastointi, lannan levitys kasvustoon, typen tappiot, typen häviöt, separointi, ilmastus, kuivikepohjat			
Muut tiedot			
Saatavana Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimuslaitokselta (MTT/VAKOLA)			
puhelin (90) 224 6211			
telekopio (90) 224 6210			
Sarjan nimi ja numero VAKOLAn tutkimusselostus 68		ISSN 0782-0054	ISBN
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi	Hinta	Luottamuksellisuus Julkinen
Jakaja VAKOLA, Vakolantie 55, 03400 VIHTI		Kustantaja	

## ALKULAUSE

Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimuslaitos (VAKOLA) sai Maatilatalouden kehittämisrahastolta Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen -nimiselle yksivuotiselle esitutkimukselle rahoituksen. Sen suuruus oli 70 000 markkaa, ja tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa maatalouden lantatutkimuksen tarvetta osana koko tuotantojärjestelmää lähinnä systeemianalyttisin menetelmin. Tutkimus alkoi heinäkuussa 1993 ja päättyi helmikuussa 1994.

Tutkimuksen johtajana toimi ylitarkastaja Henrik Sarin, ja tutkijana toimi agr., MMK Petri Kapuinen. Tutkimuksen valvojakunnan puheenjohtajana toimi dosentti Gunnel Carlberg Helsingin yliopiston soveltavan kemian ja mikrobiologian laitokselta. Muina jäseninä oli va. professori Tarmo Luoma, vt. apulaisprofessori Markus Pyykkönen ja osastopäällikkö Antti Peltola Työtehoseuran maatalousosastolta.

Käsikirjoituksen tarkastamiseen ovat tutkimuksen johtajan lisäksi osallistuneet ylitarkastaja Jorma Karhunen, tarkastaja Matts Nysand, tarkastaja Maarit Puumala ja tutkimusassistentti Risto Sinisalo. Julkaisun ulkoasusta vastaa piirtäjä Tuovi Laaksonen.

Tutkimusselostusta lukiessaan lukijan on syytä pitää mielessään, että väkilannoitteiden typpi- ja fosforiverot poistuivat kesäkuussa 1994, käsikirjoituksen laatimisen jälkeen. Tämä pudotti väkilannoitteiden ja karjanlannan typen ja fosforin arvoa typen osalta noin 48 % ja fosforin osalta noin 13 % siitä, mitä selostuksessa on käytetty.

Tutkimuslaitos toivoo, että julkaisusta on runsaasti hyötyä tutkimusmäärärahojen myöntäjille ja että lantatutkimukseen ohjatut tutkimusmäärärahat tulevat sen ansiosta tehokkaasti ja elinkeinoa hyödyttävästi käytettyä tavalla, joka edistää ympäristön säilymistä. Se sisältää kootusti myös sellaista tietoa, josta on hyötyä maanviljelijöille, neuvonnalle, alan opetukselle ja maataloushallinnolle silloin, kun nämä tekevät päätöksiä asioista, joiden tarkoituksena on edistää lannan käytön taloudellisuutta ja lannan ravinteiden hyväksikäyttöä.

Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimuslaitos kiittää maa- ja metsätalousministeriötä sekä tutkimuksen valvojakuntaa, jotka omalta osaltaan ovat edistäneet tutkimuksen tekoa ja onnistumista.

Vihdissä, 5. elokuuta 1994

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Maatalousteknologian tutkimuslaitos

## 1. JOHDANTO

Tämä tutkimus on esitutkimus, jonka tarkoituksena on selvittää tulevien lannankäsittelyyn liittyvien tutkimusten kohdentamista varten, miten tehokkaasti eri tutkimusten tuloksia voidaan käyttää hyväksi lantakysymysten hoitamiseen koko tuotantojärjestelmän osana lannankäsittelyn taloudellisuus ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen huomioon ottaen.

Suomen mahdollinen liittyminen Euroopan yhteisön jäseneksi on luonut paineita parantaa Suomen maatalouden kilpailukykyä ja alentaa sen saamaa tukea. Euroopan yhteisön jäsenyys edellyttäisi Suomen maataloudelta kykyä kilpailla nykyisten Euroopan yhteisön maiden maataloustuotannon kanssa. Tässä tilanteessa suomalainen maatalous joutuisi muuttamaan tuotantomenetelmiään ja -tekniikkaansa. Myös maatalouden yleisiä toimintaedellytyksiä jouduttaisiin muuttamaan kilpailukykyä parantavaan suuntaan. (PEHKONEN ym. 1993, s. 1.) Tämä merkitsee sitä, että Suomen maatalouden tuotantorakenne tulee voimakkaasti muuttumaan mahdollisen EU-jäsenyyden myötä. Maatilojen määrä tulee voimakkaasti vähenemään ja jäljelle jäävien tilojen peltopinta-ala ja kotieläintuotantoyksiköiden koko kasvamaan.

Vaikka EU-jäsenyys ei toteutuisikaan, Suomen maatalous on samansuuntaisten muutosten edessä, koska maataloudesta valtiolle aiheutuvia kustannuksia on alennettava. On ajateltavissa, että Suomi saattaisi jopa kasvattaa maataloustuotannon volyyymiä nykyisestä EU:n jäsenenä, mutta tässäkin tapauksessa suomalaisen maatalouden tulee olla huomattavasti nykyistä kilpailukykyisempi. Voidaankin todeta, että kaikissa tapauksissa kehitys johtaa nykyistä suurempiin ja tehokkaampiin tuotantoyksiköihin, mutta toteutuva tuotannon kokonaisvolyymi riippuu kokonaan siitä, kuinka hyvin tuotannon tehostamisessa onnistutaan.

Tilojen ja kotieläintuotantoyksiköiden koon kasvaessa myös karjatalouden tuottaman lannan käsittely tulee kokemaan suuria muutoksia. Nykyiset tuotantorakennukset jäävät suurelta osin liian pieniksi. Osa näistä jää tyhjilleen tai joutuu muuhun käyttöön. Osa peruskorjataan ja laajennetaan vastaamaan EU-kokoa. EU-koolla tarkoitetaan sellaista tuotantoyksikön kokoa, jonka kokoisia tuotantoyksiköiden on vähintään oltava, jotta tuotanto voisi niissä olla kannattavaa siinä tapauksessa, että Suomi liittyy Euroopan yhteisöön. Tätä yksikkökokoa tarkastellaan muun muassa tämän julkaisun luvussa 3. Laajennusten määrää rajoittaa se, että niitä vastaavat tuotantokiintiöt on ensin vapauduttava pienemmistä yksiköistä ja jotain on jäätävä uudelleen jaettavaksi tuotannon kokonaisvolyymien pienemisen jälkeenkin. Toisaalta osa tuotantorakennuksista on jo EU-kokoisia. Nämä tuotantorakennukset tulevat jossain vaiheessa peruskorjattaviksi. Lisäksi tehdään jonkin verran myös kokonaan uusia tuotantorakennuksia. Tällöin kyseessä on yleensä entisen EU-kokoisen tuotantorakennuksen korvaaminen uudella, silloin kun sitä ei enää kannata peruskorjata entiseen käyttötarkoitukseensa.

Kiintiöiden ja tuotantolupien ahdingossa varsinaisten tuotantorakennusten rakentaminen jää tällä vuosikymmenellä vähäiseksi. Sen sijaan ympäristöinvestointien määrä on kasvanut vuosikymmenen alusta lähtien rajusti. Kyse on lähes pelkästään lantava-



rastojen rakentamisesta. Lantavarastojen rakennusinnostuksen syynä on niiden laajentaminen nykyisiä uudisrakennusten lantavarastojen varastointitilavuusvaatimuksia vastaaviksi, mutta myös varsin edullisen rahoituksen hyödyntäminen. Nykyisessä tuotantorakenteessa laajamittainen lantavarastojen rakentaminen aiheuttaa hukkainvestointien vaaran. Esimerkiksi ympäristöavustusta on myönnetty keskimäärin noin 15 lypsylehmän tiloille. Tällöin puolet näistä avustuksista menee tiloille, jotka lopettavat tuotantonsa viimeistään ensi vuosikymmenellä. Lantavaraston tekninen käyttöaika on toki pidempi.

Tämän tutkimuksen yhtenä tehtävänä onkin selvittää tilarakenteen ja tuotantoyksiköiden koon muutosten aiheuttama tutkimustarve lannankäsittelyyn liittyvissä kysymyksissä. Niukkojen resurssien aikana tutkimus on kohdennettava siihen alueeseen, josta on saatavissa eniten hyötyä. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa selvitetään lannantuotannon volyymit lanta- ja eläinlajeittain nykyisin ja lähitulevaisuudessa.

Lannan arvo harvoin kattaa sen varastoinnista ja käsittelystä aiheutuvia kustannuksia. Esimerkiksi HOLMAN (1975, s. 81) mukaan kiinteän lannan ravinnearvo kattaa parhaassa tapauksessa sen käsittelykustannukset. Tämä on johtanut lannan huolimattomaan käsittelyyn. Lannan huolimaton käsittely aiheuttaa kuitenkin selvän ympäristöriskin. 32 % maamme typpilaskeumista aiheutuu ammoniakkipäästöistä. Näistä kolmannes on peräisin kotimaasta. Tästä noin 80 % on peräisin kotieläinten lannasta. (PIPATTI 1990, s. 32 sekä KERÄNEN ja NISKANEN 1987, s. 33). Näin ollen noin 8 % maamme typpilaskeumista aiheutuu omasta kotieläintaloudestamme. Ammoniakki vapautuu lannan palamisen yhteydessä ja erityisesti pellon pintaan levitetystä lietteestä ilmaan. CLAESSIONin ja STEINECKin (1991, s. 38) mukaan karjanlannan alkuperäisestä kokonaistypestä ammoniakkinä haihtuu eläinsuojissa 3 - 13 %, varastossa 2 - 23 % ja levityksessä 2 - 30 % lantalaista ja sen käsittelytavoista riippuen. Pienimmillään lannankäsittelyketjun typpitappiot ovat siten 7 % ja suurimmillaan 66 %. Typen tappioiden estämisellä on siten saavutettavissa merkittäviä säästöjä, ja suurimmat säästöt voidaan saavuttaa lannan varastoinnissa ja levityksessä. Käytettävien keinojen kustannusten olisi kuitenkin oltava pienempiä kuin säästetyn typen arvo. Ravinteiden huuhtoutumat aiheutuvat pääasiassa liian suurista levitysmääristä, orgaanisen typen hajoamisesta liukoiseen muotoon syksyllä kasvustottomassa maassa ja sopimattomista levitysaikakohdista.

Investointien vaikutusajan perusteella lannankäsittelyketju voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen osa on lannankäsittelyä tuotantorakennuksessa ja lantavarastossa. Toinen osa koskee lannan hyödyntämistä peltoviljelyssä. Rakennuksiin tehtävät investoinnit ovat vaikutusajaltaan näistä kahdesta pidempiä. Koneisiin liittyvän investoinnin vaikutus on ajallisesti lyhempi, koska koneiden käyttöaika on lyhempi kuin tuotantorakennusten. Lisäksi koneet voidaan melko joustavasti myydä toisille tiloille ja hankkia tilalle entisiä sopivampia koneita. Kiinteisiin rakenteisiin liittyvien lanta-asioiden tutkiminen on erityisen tärkeää, koska niihin kohdistuvat investoinnit on käytettävä loppuun, jotta niistä saataisiin täysi hyöty. Lannan hyväksikäyttöön

peltoviljelyssä liittyvä teknologia on nopeammin muutettavissa ilman, että suuri osa jo tehdyistä investoinneista menee hukkaan. Lisäksi yhteiskunnan varoilla tehtävä tutkimus on kohdennettava sille alueelle, jolla on kansantaloudellisesti suurin merkitys. Suurin merkitys lanta-asioissa on lypsykarjarakennusten lannankäsittelyyn liittyvillä tutkimuksilla, kuten tässä raportissa tullaan osoittamaan. Rakenteelliset ratkaisut eroavat toisistaan myös eläinlajeittain varsin paljon. Lannan hyväksikäyttö peltoviljelyssä jakaantuu pääasiassa lantalajeittain, joskin lietelannan sijoitustekniikan kehittäminen on selvästikin tärkeämpi asia nautakarjatilaille kuin sikatiloille, koska nautakarjatilojen pelloista suuri osuus on nurmiviljelyssä.

## 2. SYYT MAATALOUDEN RAKENNEMUUTOKSEEN JA MUUTOKSEN VAIKUTUS TUOTANTORAKENNUKSIIN

Suomen maatalouden rakenteen muutostarve johtuu siitä, että sen suurin ongelma on kiinteiden kustannusten suuri osuus kokonaistuotantokustannuksesta. Työ, koneet ja rakennukset aiheuttavat keskimäärin noin puolet Suomen maataloustuotannon tuotantokustannuksista. Tämä johtuu suurelta osin Suomen maatalouden tuotantoyksiköiden pienestä keskikoosta. Pienen yksikkökoon takia työn, koneiden ja rakennusten muodostaman tuotantoteknologian käyttöaste jää alhaiseksi, ja niistä aiheutuva kustannus tuotettua yksikköä kohti suureksi. Toinen merkittävä tuotantokustannuksia kasvattava tekijä on Suomen useimpia Euroopan yhteisön maita maatalouden kannalta huonommat ilmastolliset olosuhteet. (PEHKONEN ym. 1993, s. 1.) Huonot sääolosuhteet sekä alentavat satotasoa että lisäävät tuotantokustannuksia tuotettua yksikköä kohti. Lähes ainoa keino tuotantokustannusten alentamiseksi on yksikkökoon kasvattaminen. Tätä kehitystä hidastaa kuitenkin ylituotanto-ongelmat (PEHKONEN ym. 1993, s. 1).

Kotieläintuotannossa Suomen useita EU-maita huonommat ilmastolliset olosuhteet näkyvät suurimmalta osin korkeana rehun hintana ja osin korkeampina rakennuskustannuksina. Rakennuskustannusten osuus esimerkiksi naudanlihan tuotantokustannuksista on kuitenkin vain noin 10 %. Noin 50 % tuotantokustannuksesta on rehu-kustannusta ja loput pääasiassa työtä. (KAPUINEN 1992, s. 11). Merkittävää kotieläintuotannon tuotantokustannusten alenemista voidaan siten saavuttaa vain nykyistä halvemmilla rehuilla ja työnkäytön tehostamisella. Niin ikään kotieläintuotannon suuret tuotantokustannukset eivät johdu suoraan Suomen pohjoisesta maantieteellisestä asemasta, vaan huonosta tilarakenteesta ja kasvinviljelyn suurista tuotantokustannuksista tuotettua yksikköä kohti. Niinpä EU-maiden kotieläintuotannon käyttämien viljarehujen hinnat ovat vain noin puolet suomalaisen kotieläintuotannon käyttämien viljarehujen hinnoista (PEHKONEN ym. 1993, s. 5).

Myös pelkästään kotieläintiloilla tuotettavan karkearehun tuotantokustannukset ovat Suomessa suhteellisen korkeat. Suomessa säilörehun tuotantokustannus oli 1989 140 - 300 p/ry, kun se esimerkiksi Tanskassa oli vastaavana aikana vain 90 p/ry (ANON. 1992f). Tehostamalla työnkäyttöä yksikkökokoja kasvattamalla ja halvan

rehun tuonnilla voi suomalainen kotieläintuotanto saavuttaa varsin kohtuullisen kilpailutilanteen EU-maiden kotieläintuotantoon nähden.

Maatilahallituksen tavoiteohjelman mukaan lypsykarjatilojen lukumäärä laskisi vuoden 1990 tasosta noin kolmannekseen, jolloin keskimääräinen yksikkökoko nousee 10,9:stä 22,5:een nautayksikköön tilaa kohti. Vastaavasti sikatilojen määrä laskisi vastaavana aikana noin 60 %, jolloin keskimääräinen yksikkökoko kasvaisi 128:sta 250:een sikaan tilaa kohti. Viljatilojen lukumäärä laskisi noin kahdenteentoista osaan, jolloin keskimääräinen yksikkökoko kasvaisi 20:sta 80:aan hehtaariin tilaa kohti. (ANON. 1991c, s. 64 - 66) Kotieläinyksiköiden koon kasvu aiheuttaa rakentamistarvetta tuotantoyksiköiden laajentamisen muodossa. Lypsykarjataloudessa keskimääräisen yksikkökoon kasvu syntyy ensivaiheessa pienempien yksiköiden toiminnan loppumisen kautta, koska lypsylehmien määrä laskee voimakkaasti. Vastaavaa ilmiötä sikataloudessa ei synny, koska sikojen määrä ei merkittävästi vähene.

### 3. TUOTANTORAKENTEEN MUUTOS

#### 3.1. Tilakoon kasvu ja lannankäsittelymenetelmät

Pienten yksiköiden koneistus ei yleensä sovi suurille elinkelpoisille yksiköille (PEHKONEN ym. 1993, s. 8). Toisin kuin tilojen koneistus yleensä lannanlevityskalusto on täysin käyttökelpoista, vaikka kotieläintilojen yksikkökoko kasvaisikin merkittävästi. Esimerkiksi KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, s. 92 - 93) mukaan lietteenlevityskalusto oli kutakuinkin saman kokoista yksikkökoosta riippumatta ja ainoastaan lietekuormien määrä kasvoi suhteessa yksikkökoon kasvuun. Tuotantoyksiköiden lukumäärän vähetessä onkin oletettavaa, että maassamme on yllin kyllin lannanlevitykseen soveltuvaa kalustoa.

Maatalouskonekanta uusiutuu myös varsin nopeasti. Lähes puolet maatalouskoneista uusitaan 10 vuoden kuluessa. Esimerkiksi viimeisten kymmenen vuoden aikana myytyjen putkilypsykoneiden määrä oli vuonna 1991 9 800 kappaletta, kun koko putkilypsykonekanta vuonna 1990 oli 22 800 kappaletta. Siten noin 43 % putkilypsykoneista oli hankittu viimeisen kymmenen vuoden aikana. (Anon. Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 8.) Kun maatalouskonekaupan järkeistymisen voidaan katsoa alkaneen vuonna 1991, voidaan merkittävää edistymistä tilarakenteessa saavuttaa vajaassa kymmenessä vuodessa vanhan pieniin yksiköihin tarkoitetun konekannan käyttämättä jäämisen taloudellisten menetysten sitä vaikeuttamatta; kunhan vastaisuudessa valtiovalan toimesta tuetaan ainoastaan kilpailukykyisten tuotantoyksiköiden muodostumista.

Laajennusten liittäminen vanhaan lannankäsittelyjärjestelmään tuo esiin kuitenkin joitakin ongelmia. Laajennuksen yhteydessä on pohdittava, voidaanko uuden osan lannankäsittelyjärjestelmä liittää vanhan osan lannankäsittelyjärjestelmään. Näiden liittymiskohtien rakentamista olisi tutkittava. Vanhat lietesäiliöt ovat yleensä entuudestaan pienet. Laajentamisen yhteydessä on ratkaistava, laajennetaanko vanhaa

lantavarastoa vai olisiko parempi tehdä uusi lisäsäiliö. Joissain tapauksissa saattaa olla järkevää käyttää laajennusosassa erilaista lannankäsittelyjärjestelmää ja joskus uusia myös vanhan osan lannankäsittelyjärjestelmä uuden mukaiseksi. Miten missäkin tapauksessa olisi toimittava, tulisi selvittää.

### **3.2. Maatalouden rakennerationalisoinnin vaikutus kotieläintuotannon ja peltoviljelyn yhteen sovittamiseen**

Lypsykarjatilalla muodostuu keskimääräistä lietettä noin 25 m<sup>3</sup>/ny vuodessa. 19 tapauksessa 20:sta lietettä muodostuu alle 43 m<sup>3</sup> vuodessa nautayksikköä kohti. (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 76.) Nurmelle sopiva 275 kg/ha kasveille käyttökelpoista typpeä saadaan noin 158 m<sup>3</sup>:stä keskimääräistä lietettä, jos oletetaan, että tappioita ei synny (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1). Nurmihettaaria kohti voisi olla siten peräti 6,3 lypsylehmää. Tämä johtaa kuitenkin selvään kalin (363 kg/ha) ylilannoitukseen suositukseen (60 - 240 kg/ha) nähden. 158 m<sup>3</sup>/ha lypsykarjan lietettä antaa 95 kg/ha fosforia. (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1.) Suositukseen nähden määrä on sopiva kasvukunnoltaan tyydyttävällä maalla. Lannanlevityksen takia 30 lehmän eurokokoisella tilalla pitäisi olla peltoa vain vajaat 5 hehtaaria. 72 m<sup>3</sup>/ha lypsykarjan lietettä sisältää viljapelloille kohtuulliset 125 kg/ha kasveille käyttökelpoista typpeä. Viljahehtaaria kohti voisi siten olla 2,9 lypsylehmää. Myös tämä johtaa kuitenkin selvään kalin (166 kg/ha) ylilannoitukseen suositukseen (10 - 60 kg/ha) nähden (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1.) Lannan mukana tulevan fosforin määrä on sopiva suhteessa suositukseen tyydyttävässä kasvukunnossa olevilla pelloilla. Eurokokoisella 30 lehmän tilalla pitäisi siten olla viljapeltoa runsaat 10 hehtaaria lannanlevityksen takia, jos kaikki lanta levitetäisiin viljapelloille. Lypsykarjatilalla on tavallisesti yhtä monta nautayksikköä nuorta karjaa kuin niillä on lypsylehmiä. Tällöin tarvittavat levitysalat lypsylehmää kohti olisivat noin kaksinkertaiset edellä esitettyihin. Lannanlevitys ei voi siten olla mikään määrällinen ongelma lypsykarjatilalla.

Lihanauta tuottaa lantaa keskimäärin 8,9 m<sup>3</sup> vuodessa ja 19 tapauksessa 20:sta alle 16,8 m<sup>3</sup> vuodessa (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 76). Nurmelle sopiva 275 kg/ha kasveille käyttökelpoista typpeä saadaan noin 70 m<sup>3</sup>:stä lihakarjan lantaa, ja viljalle 125 kg/ha kasveille käyttökelpoista typpeä saadaan noin 32 m<sup>3</sup>:stä lihakarjan lantaa. Nurmihettaaria kohti voisi siten olla 7,9 ja viljahehtaaria kohti 3,6 lihanautaa. Tämä johtaa kuitenkin nurmilla selvään kalin (280 kg/ha) ylilannoitukseen suositukseen (60 - 240 kg/ha) nähden. Lannan mukana tulevan fosforin määrä on sopiva suhteessa suositukseen tyydyttävässä kasvukunnossa olevilla nurmilohkoilla. Viljapelloille kaliumia tulee lannan mukana hieman liikaa (128 kg/ha) suhteessa suositukseen (0 - 120 kg/ha) riippuen pellon kasvukunnosta. (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1.) Fosforia tulee sopivasti suhteessa normiin tyydyttävässä kasvukunnossa olevilla lohkoilla. 120 lihanaudan tilalla pitäisi siten olla 15 ha nurmea tai 33 ha viljaa lannan levittämisen kannalta. Lannan levitys ei siten voi lihakarjatilallakaan olla mikään määrällinen ongelma.

Sianlihan tuotannossa suurin osa (noin 85 %) kustannuksista on muuttuvia. Rehun ja porsaan hinta määräävät tuotannon kannattavuuden. (PEHKONEN ym. 1993, s. 17 - 18.) Kovin merkittäviä mittakaavaetuja ei voida saavuttaa. Paineet yksikkökokojakauman muuttamiseen ovat selvästi pienemmät kuin esimerkiksi maidontuotannossa tai viljantuotannossa. Toisaalta yksi henkilö pystyisi hoitamaan noin 2000 lihasikapaikan automatisoidun lihasikalan (PEHKONEN ym. 1993, s. 28). Näin suuria lihasikaloita ei Suomessa ole lainkaan (ANON. 1992a, s. 134). Lihasikalan kokoa rajoittaa lähinnä lannanlevitykseen käytettävissä olevan pellon määrä. Lihasikapaikkaa kohti muodostuu varastoon keskimäärin 2,4 m<sup>3</sup> lietettä vuodessa. 19 tapauksessa 20:sta lietettä muodostuu alle 3,8 m<sup>3</sup> vuodessa lihasikapaikkaa kohti (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 60). Mielekkäät 125 kg/ha liukoista tyypeä saadaan noin 25 m<sup>3</sup>:stä lihasikojen lietettä. Lannan mukana tulee hieman liikaa fosforia ja kaliumia hieman liian vähän tyydyttävässä kasvukunnossa oleville viljalohkoille. (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1.) Hehtaaria kohti voi siten olla noin 10,4 lihasikaa. 2000 paikan lihasikala tarvitsisi lietteen levitystä varten peräti noin 190 hehtaaria peltoa. Sianlihantuotanto ja viljanviljely soveltuvat varsin hyvin harjoitettavaksi rinnan samalla tilalla. Lannanlevitys voi olla järjestetty myös pitkäaikaisin sopimuksin viljatilojen kanssa. Lihasikojen määrän tulee vähenemään vuoteen 2000 mennessä vajaat 3 % (PEHKONEN ym. 1993, s. 7). Merkittävää rakennemuutosta sianlihaa tuottavien yksiköiden koossa ei ole lähivuosina odotettavissa.

Emakko tuottaa liettelantaa keskimäärin 3,6 m<sup>3</sup> vuodessa ja yhdessä tapauksessa 20:sta yli 6,1 m<sup>3</sup> vuodessa (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 60). Noin 45 m<sup>3</sup>/ha emakkojen lietettä merkitsee kohtuullista 125 kg/ha liukoista tyypeä. Fosforia ja kaliumia tulee lannan mukana sopivasti tyydyttävässä kasvukunnossa olevalle viljalohkolle. (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1.) Hehtaaria kohti voi olla siten noin 12,5 emakkoa. Suomessa oli yli 200 emakon emakkosikaloita vuoden 1990 maatalouslaskennan (ANON. 1993a, s. 136) mukaan vain kaksi. Toisessa oli 230 ja toisessa 295 emakkoa. 200 emakon lietteen levittämistä varten tarvitaan vain 16 hehtaaria peltoa. Lannanlevitys ei voi olla mikään määrällinen ongelma porsastuotantotiloilla. Yhden emakkopaikan ja lihasikapaikan tarvitsema peltoala levitystä varten on kutakuinkin sama, joten sikatilojen lantakuormaa peltohehtaaria kohti voidaan verrata pelkästään vertaamalla sikojen (poislukien vieroittamattomat porsaat) lukumäärä tiloilla keskenään. NIEMEN ja MARTTILAN (1992, s. 54) mukaan nykyaikainen 100 emakon ja 600 lihasian yhdistelmäsiikala voidaan hoitaa yhden henkilön 7 - 8 tunnin työpanoksella. Tämän kokoinen siikala vaatisi noin 2 600 tunnin työpanoksen vuodessa, mitä on pidettävä kohtuuttomana. Tämän kokoinen siikatila vaatisi lannanlevitystä varten noin 66 hehtaaria peltoa, mikä vaatisi lisäksi ainakin 450 tunnin työpanoksen vuodessa.

Vuoden 1990 maatalouslaskennan mukaan Suomessa oli noin 4800 tilaa, joilla oli peltoa 50 hehtaaria tai enemmän. Peltoa näillä tiloilla oli yhteensä noin 345 000 hehtaaria eli keskimäärin vajaat 72 hehtaaria. Noin 45 %:lla näistä tiloista ei ollut

lainkaan kotieläimiä ja vain noin kolmanneksella näistä tiloista oli lypsylehmiä maatalouslaskennan 1990 aikaa. (ANON. 1992a, s. 132 - 133.) PEHKOSEN ym. (1993, s. 6) esittämä tavoite, että vuonna 2000 olisi 4600 viljatilaa, joiden keskipinta-ala on noin 80 hehtaaria, edellyttäisi sitä, että Suomeen syntyisi noin 2 500 uutta yli 50 ha:n viljatilaa, joiden keskikoko olisi yli 80 ha. Tämä tapahtuisi todennäköisesti siten, että pienempiä viljaitiloja yhdistyisi osin tilakauppojen, osin vuokrauksen kautta. Epätodennäköistä on että uudet isot viljaitilat muodostuisivat vanhoista suuren peltopinta-alan omaavista karjaitiloista. Suuret karjaitilat jatkaisivat toimintaansa sellaisenaan tai hankkisivat jopa lisää maata. Erityisesti tämä koskee sikaitiloja. Viljaitilojen ainoa mahdollisuus laajentua karjatalouspuolelle näyttäisi olevan tuotannonhaarat, joissa ei tarvita tuotantolupia, kuten naudanlihan itseuudistuva tuotanto ja lammastalous.

### 3.3. Tulevaisuuden tila Suomessa

Suomen kotieläintuotannon korkeat kustannukset johtuvat tuotannon rakenteesta ja rehujen korkeasta hinnasta (PEHKONEN ym. 1993, s. 40). Suomen maatalouden kilpailukykyisin osa on juuri kotieläintalous, mutta sekään ei kykene kilpailemaan EU-markkinoilla nykyisenkokoisilla tuotantoyksiköillä. Suomen maatalous tulee tulevaisuudessa pohjautumaan erityisesti maidontuotantoon, mutta nykyistä selvästi suuremmissa yksiköissä. Maitotiloilla tulee olemaan vähintään 30 - 40 lehmää (PEHKONEN ym. 1993, s. 42). Maitotiloilla yksikkökoon kasvu lisää kilpailukykyä nopeasti sen työvaltaisuuden takia. Myös porsastuotannon kannattavuutta sen työvaltaisuuden takia voidaan parantaa yksikkökoko kasvatamalla. Välitysporsaiden hinta on nykyisellään huomattavasti niiden tuotantokustannusta suurempi. Lisäksi rehun hinnan laskeminen alentaisi porsaan tuotantokustannusta merkittävästi. (NIEMI ja MARTTILA 1992, s. 48 - 49.) Sen tähden näyttäisi siltä, että sikataloudessa yhdistelmätuotannolla olisi tulevaisuutta. Lihantuotannossa kustannukset aiheutuvat ennen kaikkea korkeista rehun hinnoista. Pelkän sianlihantuotannon kannattavuus on heikko EU:n rehun hinnoillakin, koska sianlihan hinta on alhainen. Lihantuotannon kilpailukykyä voidaan merkittävästi kohottaa halvalla ulkomaisella rehulla. Samaan tulokseen ovat päätyneen mm. PEHKONEN ym. (1993, s. 18, 32). 100 emakon ja 600 lihasian sikaitiloilla viljelijäperhe voisi saada toimentulonsa, kun mukaan otetaan myös peltoviljely. Ne sikaitilat, joilla on vähän peltoa, voisivat tuottaa porsaita enemmän kuin tarvitsevat, koska emakoista tulee lantaa vähän suhteessa tarvittavaan työpanokseen. Vastaavasti ne sikaitilat, joilla on runsaasti maata voisivat kasvattaa suhteessa enemmän lihasikoja.

Sianlihantuotannossa yhden henkilön työpanos riittää lähes 2 000 sian tuotantoyksikön hoitamiseen (PEHKONEN ym. 1993, s. 42). Tuotantoyksiköiden kasvu tuo tullessaan lantaan liittyvän määrällisen ongelman. Vaikka kotieläintuotannon sidonnaisuus peltoviljelyyn rehuntuotannon osalta myös maidontuotannossa lievenee, niin lannan määrä tilan peltoalaa kohti kasvaa, jos tilojen kotieläintuotantoyksiköt kasvavat mutta ei peltoala. Tämä pakottaa siihen, että kotieläintilojen peltopinta-ala kasvaa suhteessa eläinmäärän kasvuun. Esimerkiksi jokaista nautayksikköä kohti on

oltava ainakin noin 0,2 ha peltoa. Kotieläintilat viljelevät nurmea ja laidunta omiin tarpeisiinsa ja lopulla peltopinta-alalla rehuviljaa. Säilörehun viljely ei ole kannattavaa suhteessa rehuviljan viljelyyn eikä siinä ole saavutettavissa merkittäviä mittakaavaetuja, joten sitä viljellään vain tilalla tarvittava määrä (PEHKONEN ym. 1993, s. 14).

Edullisimmilla viljanviljelyalueilla on myös viljanviljelytiloja. Näillä alueilla karjatilojen peltopinta-ala voi olla pienempi suhteessa eläinmäärään, jos ne kykenevät sopimaan viljatilojen kanssa lannan levityksestä näiden pelloille. Viljanviljelyssä mittakaavaedut ovat merkittävät (PEHKONEN ym. 1993, s. 12 - 14). Siten viljan tuotannolle epäedullisemmilla alueilla rehuviljan kannattava tuotanto edellyttää tiivistä yhteistyötä maidontuotantotilojen kesken. Lannan asianmukainen levittäminen viljelyksille edellyttää laajamittaista yhteistyötä maitotilojen kesken.

Rehuviljaa voidaan Suomen oloissa tuottaa alle 1 mk/kg, jos viljelijä hankkii tuloja myös tilan ulkopuolelta. Säilörehun tuottaminen ei liene yhtä kannattavaa kuin rehuviljan. Nautojen valkuaistarvetta voidaan täydentää halvalla tuontivalkuaisella. Tällöin säilörehussa ei tarvitse olla niin paljoa valkuaista kuin nykyään. Tämä mahdollistaa korjuukauden pidentämisen ja sitä kautta korjuukustannusten alentamisen. Esikuivatetulla säilörehulla voidaan korvata kuivaheinän käyttöä osana nautojen dieettiä. (PEHKONEN ym. 1993, s. 41 - 42.) Koska korsirehujen tuottaminen ei ole yhtä kannattavaa kuin rehuviljan viljely näyttäisi siltä, että tulevaisuudessa nurmiviljely rajoittuu siihen, mikä on märehijöiden ruuansulatuksen toiminnan kannalta välttämätöntä. Nurmirehun tuonti ei ole kannattavaa suurten kuljetuskustannusten takia. Rehuviljan viljely tulee lisääntymään karjatiloilta nurmiviljelyn kustannuksella. Varsinaisten viljatilojen koko tulee olemaan 70 - 120 hehtaaria (PEHKONEN ym. 1993, s. 42).

Laskelmien pohjalta näyttää siltä, että tulevaisuuden suomalainen maatila näyttää olevan lypsykarjatila, jolla on keskimäärin noin 30 lehmää ja peltopinta-ala vähintään 15 hehtaaria, suuri viljatila (yli 50 hehtaaria), porsastuotantotila, jonka peltopinta-ala voi olla varsin pienikin (alle 20 ha) tai sianlihantuotantotila, jonka peltopinta-ala on suhteessa eläinmäärään (1 ha/10 emakkoa tai lihasikaa). Sianlihaa tuottava tila voi olla viljatilan kokoinen tai itseasiassa viljatila, joka tuottaa myös sianlihaa. Muillakin kuin vilja- ja lihasikataloilla harjoitetaan viljanviljelyä laajassa mittakaavassa. Kokonaisviljelyalan on kaavailtu vähenevän vuodesta 1990 vuoteen 2000 vain noin 18 % (Leppälä Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 7). Viljatilojen työansiot jäävät eurokokoisillakin tiloilla pieniksi, mikä edellyttää sivuansioita. Maidontuotannossa voi kohtuullisen työansion saavuttaa eurokokoisella tilalla. Niiden vilja-alat ovat kuitenkin niin pieniä, että viljanviljelyssä on turvauduttava laajaan yhteistyöhön muiden vastaavien tilojen kanssa. Yli 1000 lihasikapaikan lihasikala yhdistettynä laajaan viljelytoimintaan saattaa tuoda kohtuullisen työansion.

### **3.4. Maatalouden rationalisoinnin vaikutus rakentamistarpeeseen ja siitä aiheutuva tutkimustarve**

#### **3.4.1. Tuotantoresurssien ohjaaminen**

Tuotantoyksiköiden tuotantoedellytysten turvaamiseksi tuotantoresurssit ohjataan tulevaisuudessa niille, joilla todetaan olevan parhaat edellytykset harjoittaa tuotantoa. Kotieläintuotannossa on kiintiöiden vapautumisen myötä investoinnit suunnattava yksikkökoon kasvattamiseen ja nykyistä edullisempaan tekniikkaan. Tutkimusta on suunnattava kustannuksiltaan ja työnkäytöltään edullisten rakennusten kehittelyyn rationaalisen kokoisille tuotantoyksiköille, joissa tuotanto on hoidettavissa kannattavalla työpanoksella. Useat maatalousyrityksissä tehtävät investoinnit ovat toiminnan kannalta pitkävaikutteisia. Pääomakustannukset lisääntyvät, jos toimintaedellytyksiä muutetaan niin nopeasti, että investointeja ei ehditä kuolettaa. (PEHKONEN ym. 1993, s. 36, 39.)

Maataloudessa mittakaavaetu ei kasva jatkuvasti yksikkökoon kasvaessa, vaan portaittain. Mittakaavaetuja voidaan saavuttaa tilojen välisellä työnjaolla ja yhteistoiminnalla sekä mahdollisesti nykyisestä poikkeavalla omistuspohjalla. (PEHKONEN ym. 1993, s. 37 - 38.) Eurokokoisiksi kasvaneiden kotieläinyksiköiden lannanlevitykseen tarvitsema peltoala ei tarvitse olla tilojen omaa, vaan lannanlevitys voi perustua pitkäaikaisiin lannanlevityssopimuksiin tai vuokraviljelysopimuksiin. Tämän kaltaiset järjestelmät ovatkin tarpeen nopeasti kasvaneiden yksiköiden pääomahuollon turvaamiseksi. Varsin pienistäkin yksiköistä voidaan muodostaa suurempia yksiköitä maatalousyhtymien avulla. Tällöin esimerkiksi neljä 10 lehmän tilaa rakentaa yhdessä yhden 40 lehmän euronavetan.

Ennestään eurokokoisille yksiköille kannattaa jakaa lisäkiintiöitä siten, että olemassa olevat tyhjät eläinpaikat tulee täytettyä. Vanhoista kohtuukokoisista yksiköistä päästään eurokokoiisiin siten, että esimerkiksi 20 lehmän navettaa jatketaan 20 lehmän navetalla. Nykyisessä tuotantotilanteessa tämä edellyttää vastaavan tuotantomäärän vähenemistä muualla. Myös pienempiä laajennuksia kannattaa rakentaa, jos laajennettu tuotantoyksikkö on vähintään eurokokoinen. Sen sijaan pienen jatkon liittämisessä entuudestaan pieneen tuotantorakennukseen ei ole mitään järkeä.

Tuotantorakennusten uudisrakentaminen on tulevaisuudessa vähintäänkin eurokoisten tuotantoyksiköiden rakentamista. Peruskorjausten yhteydessä tuotantoyksikkö yleensä laajennetaan vastaamaan eurokokoa. Pelkkiä peruskorjauksia tehdään ennestään eurokokoiisiin tuotantoyksiköihin ja käytöstä peruskorjausten kuolettamisen jälkeen poistettaviin rakennuksiin. Tähän asti tehdyt rakennukset ovat olleet liian pieniä ja rakennetekniset liian kalliita. Tämä huomioon ottaen maatilahallituksen ylläpitämiä ohjerakenteita ja niiden ohjekustannuksia on täydennettävä nykyistä kevyemmällä ja edullisemmalla ja suhteellisen pitkälle koneellistetuilla ratkaisuilla nykyistä suuremmille tuotantoyksiköille (PEHKONEN ym. 1993, s. 39). Täydennysten tekemiseksi on suurin yksiköihin soveltuvia keveitä tuotantorakennuksia tutkittava. Useasti tämä merkitsee eristämättömiä rakennuksia. Suomen ilmasto-



olosuhteissa lantakysymysten osalta keskeiselle sijalle nousevat tällöin erilaiset kuivikepohjat, palavat ja palamattomat, sekä niihin liittyvät ongelmat kuten kuivikkeiden saanti ja valinta, kuivitus, kuivikepohjien rakenne ja tyhjennys, kuivikelannan varastointi ja kompostointi sekä levitys.

### 3.4.2. Rakentamis- ja tutkimustarve eri tuotannon haaroissa

#### 3.4.2.1. Eri tuotannonhaarojen merkitys

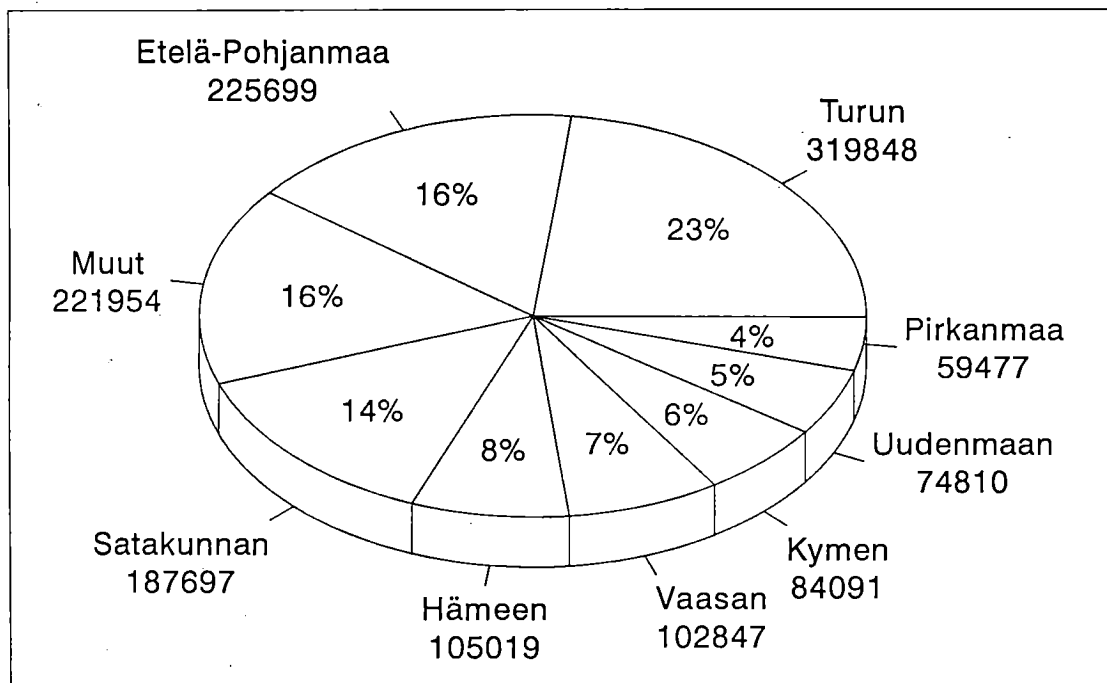
Navetoiden ja sikaloiden osuus lannantuotannon volyymista on 95 %. Näin ollen lantatutkimukset tulee tälläkin perusteella siltä osin kuin ne koskevat tuotantorakennuksen ja lantavaraston rakenteita sekä niissä syntyviä ravinnetappioita kohdistua ensisijaisesti lypsykarjarakennuksiin ja itseuudistuvan naudanlihantuotannon rakennuksiin sekä toissijaisesti sikaloihin. Muiden tuotantorakennusten tutkimuksesta saatava hyöty on kokonaisuuden kannalta vähäinen. Lannan levityksen ja sen jälkeisten vaiheiden tutkimuksessa oleellisempaa kuin eläinlaji, josta lanta on peräisin, on lannan kuiva-ainepitoisuus. Vaikka maataloustuotannon rationalisoituminen ei edistytäkään PEHKOSEN ym. (1993) esittämässä laajuudessa, lannan käsittelyyn liittyvän tutkimuksen tarve suuntautuu samoihin kohteisiin eli navetoihin ja sikaloihin.

Suomessa on 90-luvulla tarvetta maatalouden tuotantorakennusten uudisrakentamiseen ainoastaan lypsykarja- ja sikatiloilla. Navetoiden ja sikaloiden lisäksi on jonkin verran peruskorjaustarvetta myös kanaloissa. (PEHKONEN ym. 1993, s. 9.) PEHKOSEN ym. (1993, s. 9) arvio 90-luvun rakentamistarpeesta on esitetty taulukossa 1. Navetoiden peruskorjaukset kohdistunevat lähinnä jo olemassa oleviin eurokokoisiin tuotantorakennuksiin.

**Taulukko 1.** Arvio rakentamistarpeesta 1990 - 2000 (ANON. 1991a, s. 31, 36 liitelaskelma 3).

Kotieläinrakennukset	Peruskorjaus, kpl	Laajennus ja peruskorjaus, kpl	Uudisrakennus, kpl	Yhteensä, kpl
Lypsykarjanavetta	1080	880	1250	3210
Sikala	210	230	120	560
Kanala	106	0	0	106

Navetoiden rakentamishankkeista 90-luvulla 39 % on uudisrakennuksia (PEHKONEN ym. 1993, s. 9). Sikaloiden rakentaminen on 90-luvulla PEHKOSEN ym. (1993, s. 9) mukaan pääasiassa vanhojen sikaloiden peruskorjausta tai niiden peruskorjaamista ja laajentamista, 79 % rakennushankkeista. Tämä johtuu pitkälti siitä, että nykyiset sikalat sijaitsevat pääosin edullisilla tuotantoalueilla, eikä sikatalouden voida olettaa siirtyvän alueellisesti (kuvio 1). 84 % sioista oli vuonna 1990 kuvios-



Kuvio 1. Sikojen määrä maaseutupiireittäin (ANON. 1992a, s. 136).

sa 1 erikseen mainittujen maaseutupiirien alueella eli Kokkola-Padasjoki-Saari -linjan eteläpuolella.

Suomessa on runsaasti ennen lupakautta perustettuja suuriakin sikatalousyksiköitä, joiden peruskorjaaminen on ajankohtaista. Lisäksi on pienempiä lupakautena perustettuja yksiköitä, joiden laajentaminen on tarpeen, jotta ne työllistäisivät edes yhden henkilön. Siipikarjataloudessa ylituotanto on laajempaa kuin nautakarja- tai sikataloudessa. Sen vuoksi uudisrakentamiseen ei ole tarvetta.

#### 3.4.2.2. Navetat

Tuotannonrajoitukset ovat viime aikoina rajoittaneet tuotantoa myös nykyisissä rakennuksissa. Esimerkiksi maitokiintiöt yhdessä lehmien keskituotoksen kasvamisen kanssa ovat johtaneet siihen, että navetoissa on tyhjiä paikkoja. Tuotanto voi siten kasvaa useissa tuotantorakennuksissa ilman varsinaisia lisäinvestointeja. Esimerkiksi niillä tiloilla, joilla on lypsylehmiä, on maatalouslaskennan 1990 mukaan vapaita lehmäpaikkoja yhteensä lähes 105 000 ja keskimäärin 2,4 tilaa kohti. Kunnoltaan vähintään keskinkertaisissa navetoissa näistä vapaista lypsylehmäpaikoista on vajaa 90 000 kappaletta ja keskimäärin 2,5 kappaletta tilaa kohti. (ANON. 1992b, s. 196.) Vain muutamaa lehmäpaikkaa vastaavat lisäkiintiöt tulisi jakaa tiloille, joilla lisäkiintiöiden jälkeen oli vähintään noin 30 lypsävää. Jos niiden navetoiden, joissa Maatalouslaskennan 1990 (ANON. 1992b, s. 202) aikana oli vähintään 30 lehmää kaikki vapaat paikat täytettäisiin, lisäisi tämä lypsylehmien määrää vain noin 1 500. Tätä pienempien navetoiden täyttäminen ei ole tuotannon tehokkuuden kannalta järkevää, vaan niitä tulisi kerralla laajentaa niin paljon, että lypsylehmien määrä olisi laajennuksen jälkeen vähintään 30 kappaletta.

Maatalouslaskennan 1990 aikaisessa maidontuotantotilojen rakenteessa vuoden 2000 tavoitteen toteutuminen (ANON. 1991c, s. 44 ja Leppälä Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 6 - 7) 15 000 maidontuotantotilasta ja 324 000 lypsylehmästä (taulukko 2) tarkoittaa suurinpiirtein sitä, että kaikki alle 12 lehmän yksiköt lopettavat toimintansa eikä lehmäpaikkoja juuri siirry suurempiin yksiköihin. Alle 12 lypsylehmän yksiköissä ei siten ole tarvetta tutkia investointeja, jos niiden kestoaika on yli 5 - 7 vuotta. Eurokuntoisten maidontuotantotilojen rakenteen saavuttaminen edellyttäisi, että lähes kaikkien alle 15 lehmän tuotantoyksiköiden toiminta loppuisi ja noin 120 000 lehmäpaikkaa tätä pienemmistä yksiköistä siirtyisi suurempiin yksiköihin. Jäljelle jäisi noin 10 500 maidontuotantotilaa. Periaatteessa tämä tarkoittaa kaikkia niitä tiloja, joilla oli Maatalouslaskennan 1990 (ANON. 1992b, s. 202) aikoihin vähintään 15 lypsylehmää. Tällöin kaikkien näiden karjojen lehmäluku nostettaisiin vähintään 30:een. Edellä esitetty lehmämäärä tarkoittaa koko maan maitokiintiön ollessa nykyisin tuotettava 2,3 miljardia litraa vuodessa, että keskituotos olisi 7 100 litraa vuodessa. Jos Suomi saa liittyessään EU:hun käyttöönsä myös käyttämättä olevat kansalliset maitokiintiöt, Suomessa voitaisiin tuottaa maitoa noin 2,9 miljardia litraa vuodessa. Jos lehmien keskituotos olisi edellä mainittu 7 100 litraa vuodessa, lehmien määrä voisi olla noin 408 000. Tällöin tuotannossa voisi olla mukana noin 13 600 tilaa. Koska kannattava tuotanto edellyttää vähintään noin 30 lehmän yksikkökokoja, ei nykyistä tuotantoa suurempi maitokiintiö paranna pienten yksiköiden tilannetta, mutta antaa noin kolmelle tuhannelle tilalle mahdollisuuden kannattavan laajuisen tuotantoon.

**Taulukko 2.** Tilojen lukumäärät ja keskimääräiset yksikkökoot eri tuotantosunnissa vuonna 1990 ja ennuste vuodelle 2000 (ANON. 1991c, s. 44).

Tilatyyppe	Tilojen lukumäärä vuonna 1990, kpl	Eläinmäärä (kpl/tila) tai peltopinta-ala (ha/tila) keskimäärin	Tilojen lukumäärä vuonna 2000, kpl	Eläinmäärä (kpl/tila) tai peltopinta-ala (ha/tila) keskimäärin
Lypsykarjatila	46 761	10,9	15 000	22,5
Sikatila	10 819	128	4 200	250
Viljatila	39 912	20	4 600	noin 80
Muu	51 312		20 700	
<b>Yhteensä</b>	<b>148 804</b>		<b>44 500</b>	

Näyttäisi siltä, että lähitulevaisuudessa navetoiden rakentaminen olisi pääasiassa yli 30 lehmän navetoiden peruskorjausta ja 15 - 30 lehmän navetoiden peruskorjausta ja laajentamista vähintään 30 lehmän navetoiksi. Uudisrakentaminen olisi vähintään 30 lehmän navetoiden korvaamista uusilla. Uusia navetoita rakennettaisiin nykyisessä tuotantotilanteessa hyvin vähän tiloille, joilla ei entuudestaan ole navettaa. Laajennusperuskorjaukset sijoittuisivat pääasiassa vuoden 2000 jälkeiseen aikaan, koska tuotantotilanne ei anna mahdollisuutta jakaa pieniltä tiloilta vapautuvia kiintiöitä vielä tämän vuosikymmenen aikana merkittävässä määrin uudestaan.

Itseuudistuva naudanlihantuotanto on laajentunut rajusti. Kun emolehmien määrä oli KAPUISEN (1993, s. 9) mukaan vuonna 1992 noin 23 500, oletetaan sen esimerkiksi EU-neuvotteluissa esiin tuodun kiintiöesityksen perusteella kasvavan lähes 100 000:een. Lämpimät navetat soveltuvat suomalaisissa sääolosuhteissa lämpövajauksen takia huonosti emolehmien pitoon. Jos itseuudistuvien karjojen keskokooksi oletetaan 30 emoa, itseuudistuvaan tuotantoon tarkoitettuja kylmäkasvattamoita rakennetaan lähivuosina noin 2 500, joka on noin kaksi kertaa rakennettävien uusien lypsykarjanavetojen määrä. Suomen emolehmäkiintiö tulee mitä todennäköisemmin olemaan ainakin 45 000. Kiintiö määrittelee kuitenkin vain maksettavien palkkioiden määrän, joten toteutuva emolehmämäärä voi olla huomattavasti suurempi kuin Suomen emolehmäkiintiö. Uusista lypsykarjarakennuksista suuri osa tulee olemaan kylmäkasvattamoita.

Itseuudistuvaan tuotantoon rakennettavat rakennukset ovat suurimmalta osin uudisrakennuksia, mutta osa kasvattamoista sijoitetaan vanhoihin konehalleihin ja latoihin. Tutkimustarve kohdistuu sekä uudisrakentamiseen että vanhojen rakennusten peruskorjaukseen. Kylmäkasvattamoiden lannankäsittelyn järjestäminen vaatii lisätutkimusta, koska ilmastomme asettaa sille erityisvaatimuksia, joihin liittyvää tutkimustietoa ei voida suoraan soveltaa ulkomailla tehdyistä tutkimuksista.

#### 3.4.2.3. Sikalat

Peruskorjausten sekä yhdistettyjen peruskorjausten ja laajennusten osuus sikalarakentamisessa on yhteensä 79 % eli selvästi enemmän kuin navettarakentamisessa, kuten taulukosta 1 voidaan todeta.

Emakoiden määrän ennustetaan vähenevän tällä vuosikymmenellä noin 10 %. Lihaskojen määrän ennustetaan vähenevän vielä vähemmän eli vain 3 %. (Leppälä Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 7.) Emakoita oli Maatalouslaskennan (ANON. 1992a, s. 136) mukaan vuonna 1990 noin 130 000 eli 21 tilaa kohti niillä tiloilla, joilla oli emakoita. Porsastuotantoa päätuotantosuuntanaan harjoittavilla tiloilla oli keskimäärin 26 emakkoa (ANON. 1992b, s. 219). 10 % vähennys emakoiden määrässä tarkoittaa Maatalouslaskennan 1990 (ANON. 1992a, s. 136) aikaisessa tuotantorakenteessa suurin piirtein sitä, että kaikki alle 13 emakon yksiköt lopettavat tuotantonsa. Tämänkin jälkeen emakoiden määrä on keskimäärin vain 28 sellaisilla tiloilla, joilla on emakoita. Emakko- ja lihasikapaikkoja tarvitaan suhteessa 1:6. Taulukon 2 mukaan vuonna 1990 sikalojen keskikoko oli noin 128 sikapaikkaa, ja vuoden 2000 tavoite on noin 250 sikapaikkaa. Sikataloutta harjoittavista noin 8 400 tilasta noin 37 %:lla eli 3 100:lla ei ollut Maatalouslaskennan 1990 (ANON. 1992b, s. 213) mukaan lainkaan emakoita. Näillä tiloilla oli noin 367 000 alle 9-kuukautista lihasikaa. Keskimäärin lihasikoja oli näillä tiloilla noin 140. Sianlihantuotannon päätuotantosuunnakseen ilmoittaneilla tiloilla oli keskimäärin noin 200 alle 9 kuukauden ikäistä lihasikaa (ANON. 1992b, s. 213). Emakkomäärän nousu ennusteen keskimäärin 36 emakkoon edellyttäisi Maatalouslaskennan 1990 (ANON. 1992a, s. 136) aikaisessa yksikkökörakenteessa, että lähes kaikki alle 20 emakon sikalat lopettavat toimintansa, emakoiden määrän vähennys otetaan näistä ja loput siirretään yli 20 emakon sikaloihin.

Myös lihasikojen määrän vähennys tapahtuisi pienemmistä yksiköistä. Ennuste vuodelle 2000 (ANON. 1991c, s. 44) edellyttäisi lihasikayksiköiltä noin 215 lihasian keskikokoa. Maatalouslaskennan aikaan sikatiloilla oli keskimäärin noin 82 lihasikaa (ANON. 1992a, s. 134). Tämä tarkoittaa kutakuinkin sitä, että Maatalouslaskennan 1990 (ANON. 1992a, s. 134) aikaisessa tuotantorakenteessa kaikki lihasikalat, joissa oli alle noin 65 yli 3 kuukauden ikäistä lihasikaa, lopettavat toimintansa, ja 3 %:n vähennyksen ylittävä osuus siirretään suurempiin sikaloihin. Poistuvista yksiköistä suuri osa olisi kuitenkin emakkosikalaita, joilla on jonkin verran lihasikoja, joten raja olisi varsin näennäinen. Emakoiden määrä suhteessa lihasikojen määrään kuitenkin laskisi. Sianlihaa tuottavien tilojen lukumäärä vähenisi noin 63 % ja porsaita tuottavien tilojen lukumäärä laskisi noin 50 %. Tämä johtuu siitä, että lihasiantuotannon rationalisointitarve on suurempi kuin emakkosikaloiden. Koska sikojen määrä vähenee huomattavasti vähemmän kuin nautojen, paineet tuotantoyksiköiden määrän vähentämiseksi ovat sikapuolella huomattavasti pienemmät kuin nautakarjapuolella. Sikatilojen määrä vähenee, mutta niiden rationalisoimiseen on hyvät mahdollisuudet, koska sikojen määrä ei laske kovin paljoa. Keskivertosikatilalla olisi vuosituhannen vaihteessa 36 emakkoa ja 215 lihasikaa. Peltoa tällaisella tilalla pitäisi olla vähintään noin 24 ha, jotta lanta voitaisiin levittää omille pelloille. Suomalainen sika-aines ja tekninen osaaminen sikataloudessa ovat kilpailukyvyiltään hyviä. Lisäksi suomalaisen sianlihan laatu on hyvä.

Suomalaisten lihasikaloiden kannattavuus EU:ssa riippuu eniten rehun hinnasta, koska rehukustannus muodostaa 2/3 sikatalouden tuotantokustannuksista. Muiden tuotantopanosten hinnoissa ei ole suurta eroa Suomen ja EU-maiden välillä. Suuret yksikkökustannukset johtuvat pääasiassa suomalaisesta tilarakenteesta. (NIEMI ja MARTTILA 1992, s. 55.) Yksikkökoon kasvun vaikutus kannattavuuteen ei ole yhtä selvä kuin lypsykarjataloudessa. Porsastuotannossa työnmenekki alenee selvästi hitaammin yksikkökoon kasvaessa kuin sianlihantuotannossa (NIEMI ja MARTTILA ym. 1992, s. 54).

### 3.5. Maatalouden tuotantorakennusten rakentaminen

Vuonna 1992 maaseutuelinkeinopiireissä hyväksyttiin 184 lypsykarjarakennuksen uudisrakennusta, peruskorjausta tai laajennusta. Tämä määrä on vain 60 % siitä, mitä Maatilatalouden rakentamistarvetyöryhmän mietintö (ANON. 1991b, s. 53) toteaa keskimääräiseksi vuosittaiseksi rakentamistarpeeksi 90-luvulla. Sikalahankkeita sen sijaan hyväksyttiin 46 eli runsaat 80 % samaisen työryhmämietinnön mukaisesta keskimääräisestä tarpeesta. Siipikarjarakennuksiin liittyviä hakkeita oli hyväksytty vain kolme eli 20 % samaisen työryhmämietinnön rakennustarvearviosta. Muutamia hankkeita on varmasti toteutettu ilman maaseutupiirien myötävaikutusta vapaarahoitteisesti.

Eniten on lisääntynyt lantaloiden rakentaminen. Lantaloiden rakentamisen jyrkkä lisääntyminen selittyy suurelta osin sillä että lantaloiden rakentamiseen on voitu antaa rakentamisavustusta 50 % ja lisäksi 30 % halpakorkoista korkotukilainaa kus-

tannusarviosta sekä sillä että vuoden 1995 alussa kaikkien toimintaansa jatkavien tuotantorakennusten lantavarastojen edellytetään olevan riittävän kokoisia. Niihin liittyville rakennushankkeille jaettiin vuonna 1991 ympäristöavustusta yhteensä 25 miljoonaa markkaa noin 700 hankkeelle. Hanketta kohti se tekee keskimäärin vajaat 36 000 markkaa. Lisäksi ympäristöinvestointeihin jaettiin korkotukilainoja yhteensä noin 19 miljoonaa markkaa. Sitä myönnettiin runsaalle 400 hankkeelle. Korkotukilaina oli keskimäärin vajaat 47 000 markkaa. Muuhun maatalouden tuotantorakennusten rakentamiseen annettiin korkotukilainaa yhteensä noin 146 miljoonaa markkaa noin 650 hankkeelle. Keskimäärin se tekee 220 000 markkaa hanketta kohti. Tuotantorakennushankkeet ovat siten olleet keskimäärin suurempia kuin lantalahankkeet. Valtionlainaa ei maatalousrakentamiseen myönnetty.

Vuonna 1992 lantaloihin kohdistuvia hankkeita hyväksyttiin maaseutuelinkeinopiireissä kaikenkaikkiaan yli 1 800 kappaletta. Näistä runsaalle 1 500 hankkeelle myönnettiin ympäristöavustusta. Ympäristöavustusta jaettiin vuonna 1992 kaikenkaikkiaan 47 miljoonaa markkaa. Avustusta jaettiin siten noin 80 %:lle hankkeista. Lisäksi korkotukilainaa jaettiin arviolta noin 30 miljoonaa markkaa. Tuotantorakennusten rakentamiseen myönnettyt korkotukilainat supistuivat noin 86 miljoonaan markkaan.

Ympäristöavustusta jaetaan vuonna 1993 yhteensä 49,5 miljoonaa markkaa. Jos avustusta jaettaisiin edellisvuotisten periaatteiden mukaisesti, riittäisi sitä noin 1 700 ympäristöhankkeelle. Avustusten osuus kustannusarviosta pienentynee kuitenkin edellisenä vuonna noudatetusta, jotta rahaa riittäisi useammalle hankkeelle. Jos avustusten osuus laskisi vaikkapa vain 35 %:iin, lantalahankkeita tulee vuonna 1993 olemaan lähes 2 500. Vuonna 1993 ympäristöavustus saattoi olla korkeintaan 40 % hankkeen kustannusarviosta. Yhdessä korkotukilainan kanssa se saattoi olla korkeintaan 80 %. Eri maaseutupiirit saattoivat asettaa avustusten ja korkotukilainojen osuudelle kustannusarviosta edellä mainittuja alempia rajoja.

Vuodesta 1991 vuoden 1993 loppuun mennessä lienee tehty nykyisiä määräyksiä vastaaviksi ainakin 5 000 uutta tai vanhaa lantala. Kotieläintiloja arvellaan vuonna 2000 olevan noin 20 000 (ANON. 1991c, s. 44). Näistä noin puolella on ajanmukainen lantala jo vuonna 1995 ja kaikilla viimeistään vuonna 2000, jos nykyinen rakennustahti jatkuu, joten kaikilla vuonna 2000 tuotantoon jatkavilla kotieläintiloilla olisi lähimmän kymmenen vuoden aikana rakennettu tai korjattu lantala. Rakennuksiin liittyvästä tutkimuksesta saadaan lähivuosina paras hyöty, jos se kohdistetaan lantaloihin ja niiden rakennuskustannusten alentamiseen.

Osa lantaloista tehtäen kuitenkin tiloille, jotka eivät jatka toimintaansa enää vuonna 2000, koska lantala-avustusta saaneiden tilojen keskilehmäluku on ollut vain noin 15. Vuonna 2000 keskilehmäluvun tulisi olla vähintään noin 22,5 tilaa kohti (PEHKONEN ym. 1993, s. 6). Voidaan kysyä, ovatko kaikki jaetut ympäristöavustukset olleet tässä mielessä järkeviä. Lantavaraston käyttöaika on toki pidempi kuin 5 - 7 vuotta. Pitäisikö varsinkin pian tutkia, olisiko näin lyhytvaikutteiset investoinnit korvattavissa, esimerkiksi sallimalla pienille ja siten lyhytikäisille tuotantoyksiköille lievemmat varastointinormit tai ratkaisemalla lannan varastointi

turpeeseen tai muuhun kuivikkeeseen imeyttämällä. Uusien lantaloiden ja vanhojen korjaamiseen liittyvään kustannusoptimointiin on selvää ja kiireellistä tarvetta, koska suurin osa lähivuosisikymmenien lantalainvestoinneista tehdään lähivuosina.

Ympäristöavustusten ja -korkotukilainojen jakoperusteet ja myönnettyjen avustusten ja korkotukilainojen kohteet tulee selvittää. Selvitettävä olisi ainakin tuotantorakennustyyppi, jonka yhteydessä varasto on, tuotantoyksikön koko, lantalaji, kattaminen, varastojen peruskorjatun, laajennetun ja uudisosan tilavuus eläinyksikköä kohti, laajennuksen osuus koko tilavuudesta tai alasta ja kustannusarvio peruskorjausten, laajennusten ja uudisrakennusten osalta tilavuutta tai pinta-alaa kohti. Esimerkiksi vuonna 1991 lantala-avustuksista 81 % myönnettiin nautakarjatilaille. Kuiva-lantaloiden osuus oli 38 % ja lietalaloiden 50 %. Loput hankkeista olivat virtsa- tai puristenestesäiliöitä. Joillakin tiloilla oli useita hankkeita, koska hankkeita oli noin 16 % enemmän kuin myöntöjä. Uudisrakennusten osuus oli noin 43 %, laajennusten noin 51 % ja peruskorjausten vain noin 7 %. Vanhoja lantavarastoja korjataan siten suhteellisen vähän, ja vanhojen liian pieneksi käyneiden lantaloiden osuus on suuri, samoin kuin täysin uusienkin lantaloiden.

#### **4. ELÄIN- JA LANTAMÄÄRÄT LÄHITULEVAISUUDESSA**

##### **4.1. Eläinmäärissä tapahtuvien muutosten vaikutus lannantuotantoon ja eri eläinlajien osuus lannantuotannosta sekä lantalajien välisen suhteen muutos**

Eläinten tuottamien lantamäärien voidaan olettaa muuttuvan eläinmäärän muutosta vastaavasti. Muutos saattaa kuitenkin poiketa jonkin verran eläinmäärän muutoksesta, koska eläinmäärien väheneminen ja tuotannon loppuminen saattavat kohdistua niihin tuotantoyksiköihin, joissa eläimet tuottavat keskimääräistä vähemmän lantaa ruokinnallisten syiden tai erilaisen tuotosten takia. Lisäksi on oletettavaa, että säilörehun osuus nautojen ruokinnassa tulee vähenemään halpojen tuontirehujen myötä, jolloin myös varastoitavat ja levitettävät lantamäärät pienevät. Lantamäärää voidaan nykyisestä vähentää merkittävästi myös vähentämällä lannan sekaan joutuvi- en pesuvesien määrää. Siten lannan varastoinnista ja levityksestä aiheutuvia kustannuksia voidaan vähentää vaikuttamalla tuotantorakennusten rakentamiseen ja pesutapoihin.

Kaikki tuotettava lanta on levitettävä pelloille ympäristön saastumisen estämiseksi. Sen määrän on oltava kohtuullinen peltoalaan nähden. Kuitenkin pelkillä lantamäärillä on enemmän merkitystä lannan käsittelyn kannalta kuin pelkän lannan levityksen kannalta. Lannan levityksen kannalta tärkeitä ovat lannan sisältämät ravinteet, erityisesti typpi. Lannan sisältämiin ravinteisiin palataan seuraavassa kohdassa.

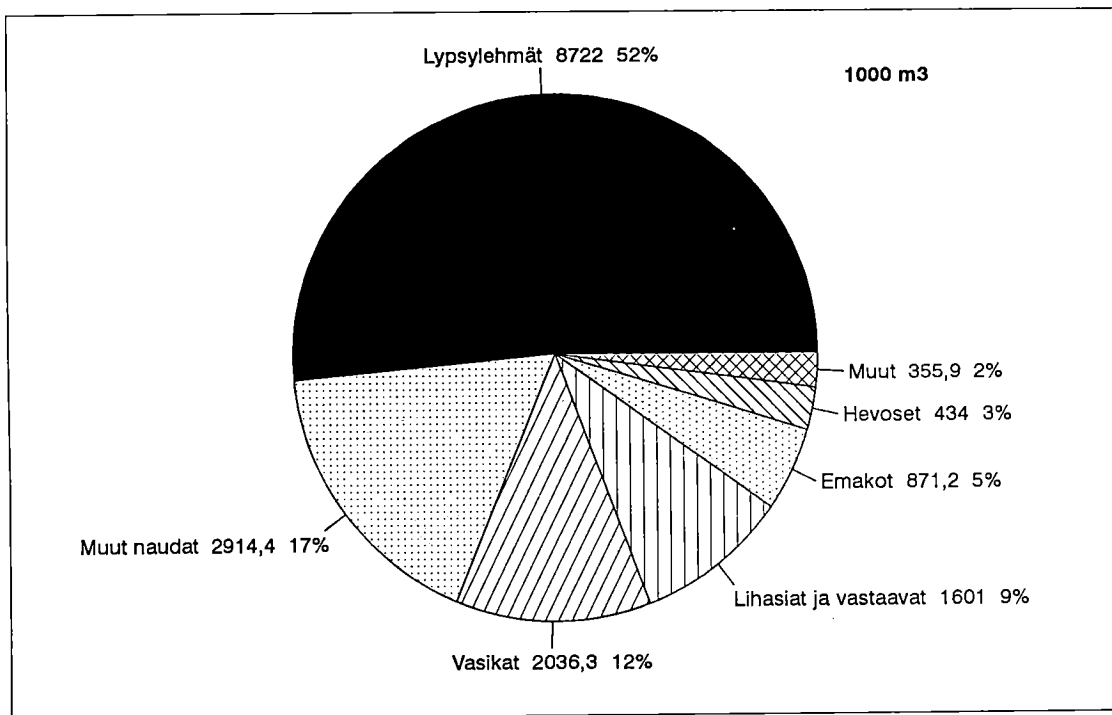
Kuten taulukosta 3 voidaan todeta, miltei kaikkien lajien eläinmäärien ennustetaan vähenevän vuoden 1991 määrästä vuoteen 2000 mennessä. Ainoastaan lampaiden ja

**Taulukko 3.** Kotieläinten lukumäärät vuonna 1991 ja ennuste vuodelle 2000 (Leppälä Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 7).

Eläinlaji	Lukumäärä vuonna 1991, 1000 kpl	Lukumäärä vuonna 2000, 1000 kpl	Vähennys (-)/lisäys (+), %
Teurasnaudat	491	365	-26
Lypsylehmät	441	324	-27
Lihasiat	1142	1109	-3
Emakot (yli 9 kk)	125	112	-10
Lampaat	62	84	+35
Kanat	4242	3087	-27
Broilerit	32443	34696	+7

broilereiden lukumäärä kasvaisi tänä aikana. Niiden osuus karjan tuottamasta lantamäärästä on kuitenkin alle 2 % (kuvio 2), joten tällä seikalla ei ole juuri merkitystä kokonaisuuden kannalta.

Tuotantoeläimet tuottivat vuonna 1990 yhteensä 18,1 miljoonaa kuutiometriä laskettuna sellaisena lietelantana kuin se nykyisin varastoidaan (taulukko 4). Lantamäärien voidaan olettaa vähenevän 1990-luvulla yli 20 %, koska naudat tuottivat vuonna 1991 kaikesta lannasta noin 80 % (kuvio 2) ja niiden lukumäärän vähennys on noin 25 %, kuten taulukosta 3 voidaan todeta. Nautakarjan osuus lannantuotannosta on säilynyt nykyisellään varsin pitkään. Muunmuassa KEMPPAISEN (1983, s. 9) mukaan nautakarjatilojen osuus Suomessa tuotettavasta karjanlannasta oli noin 82 % jo 80-luvun alussa. Vuonna 2000 eläimet tuottaisivat tämän laskelman mukaan noin 14,5 miljoonaa kuutiometriä lietelannaksi laskettua lantaa, jos pesuveisien osuus lannassa säilyy nykyisellään.



**Kuvio 2.** Eri eläinlajien tuottaman lannan määrät ja osuudet vuoden 1991 lopun eläinmäärien mukaan.



Taulukko 4. Eräiden lietteiden ravinne- ja kuiva-ainepitoisuuksia (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1).

Lannan alkuperä	Lannan keskimääräiset ravinne- ja kuiva-ainepitoisuudet tuoreesta lannasta						
	Kokonais-N, %	Liukoinen N %	Kokonais-P, %	Kokonais-K, %	Kokonais-Ca, %	Kokonais-Mg, %	Kuiva-aine, %
Parsinavetta	0,27	0,15	0,06	0,23	0,09	0,04	6,3
Pihatto	0,24	0,14	0,06	0,20	0,08	0,03	5,2
Lihakarjanavetta	0,57	0,35	0,14	0,40	0,21	0,08	9,9
Emakkosikala	0,36	0,28	0,08	0,13	0,07	0,01	2,9
Lihasukkala	0,65	0,47	0,20	0,20	0,22	0,06	7,6

Lannan ravinteet voivat huuhtoutua, kun maan veden pidätyskyky on saavutettu (WIKLANDER 1973, s. 3). BRINCKin (1973, s. 365) mukaan maa pystyy sitomaan lietelannan kuiva-ainetta 4 - 5 tonnia vuodessa hehtaaria kohti ilman, että typen ja fosforin huuhtoutumat alkaisivat jyrkästi kasvaa. Jos oletetaan, että lietelannassa on kuiva-ainetta keskimäärin 6,5 %, lietettä voisi levittää korkeintaan noin 62 - 77 tonnia hehtaarille vuodessa. Täten vuonna 2000 jo 0,2 miljoonaa hehtaaria riittäisi Suomessa lannan levitysalaksi ilman jyrkästi kasvavia typen ja fosforin valumia. Tämä on vain 12 - 13 % siitä peltoalasta, joka on viljelyksessä kyseisenä ajankohdana.

Eri eläinten tuottamat lantamäärät on varsin helppo riittävällä tarkkuudella selvittää, koska eläinmääriä tilastoidaan useitakin tarkoituksia varten. Lannankäsittelyn kannalta olisi kuitenkin oleellista tietä, missä muodossa lanta varastoidaan ja käsitellään. Nautakarja tuottaa suurimman osan karjanlannasta, joten navetoiden lannankäsittely on selvästi muiden eläinten lannankäsittelyä oleellisempaa kokonaisuuden kannalta. Nautakarjat ovat suhteellisesti ottaen varsin pieniä, ja pienissä yksiköissä lanta poistetaan yleensä käsityövälinein. HOLMA (1978, s. 7) arvioi vuonna 1978, että lietelantajärjestelmää käyttäviä tiloja olisi Suomessa noin 4 000 ja lietelannan osuudeksi käsiteltävästä lannasta noin 15 %. Lietelantajärjestelmää käyttävien tilojen lukumäärä ja lietelannan osuus tuotetusta lannasta on varmasti kasvanut tuosta ajasta selvästi. Lantaloita ja lannankäsittelytapaa ei ole tilastoitu esimerkiksi Maatalouslaskennassa 1990. Tuotetun lannan määrä pitäisi kuitenkin selvittää eläin- ja lantalaiteittain sekä karjakokoluokittain kunnollisen kuvan saamiseksi. Nämä tiedot ovat varsin tärkeitä, jotta voitaisiin ennustaa, missä muodossa lantaa tullaan lähivuosina käsittelemään. Tuotannosta poistuvat yksiköt tulevat etupäässä olemaan pieniä yksiköitä, ja niissä lanta käsitellään todennäköisemmin käsin tai ainakin kiinteässä muodossa. Siten lietelantajärjestelmien ja lietteenä käsiteltävän lannan osuudet tullevat kasvamaan lähitulevaisuudessa, koska samalla suurempi osuus ympäristöavustuksen turvin rakennettavista, laajennettavista tai peruskorjattavista lantaloista oli 1991 lietelantaloita kuin kuivalantaloita. Lisäksi Elintarviketiedon Kemiralle 1993

tekemän selvityksen mukaan noin 1/3 nurmien perustamiseen käytetystä lannasta olisi lietelantaa. Oletettavaa on, että nautakarjatiloiilla tuotetusta lannasta tällä hetkellä tämä sama kolmannes olisi lietelantaa ja sen osuus selvästi kasvussa.

#### **4.2. Tuotantoeläinten tuottaman lannan sisältämät ravinnemäärät ja niiden arvot ja ravinnetappioiden aiheuttamat taloudelliset menetykset**

Lannan sisältämän kokonaistypen määrä oli vuonna 1991 noin 76,5 miljoonaa kiloa, fosforimäärä noin 12,8 miljoonaa kiloa ja kaliumin määrä noin 30 miljoonaa kiloa. Vastaavasti lannoitusvuonna 1991/92 myydyt väkilannoitteet sisälsivät lannoitetyypeä noin 163 miljoonaa kiloa, lannoitefosforia noin 35 miljoonaa kiloa ja lannoitekaliumia noin 70 miljoonaa kiloa (ANON 1992c, s. 5). Käytetyt väkilannoitteet sisälsivät siten 2,1 - 2,7 kertaa karjanlannan sisältämän ravinnemäärän.

Lannankäsittelyketjussa on oleellisinta lannan tyyppien säilyttäminen ja hyödyntäminen kasvinviljelyssä (HOLMA 1975, s. 97). Kuitenkin karjanlannan tyypestä menetetään 7 - 66 % lannankäsittelyjärjestelmästä riippuen. Muiden ravinteiden ja orgaanisen aineen tappiot ovat tätä pienempiä (HOLMA 1975, s. 97). Esimerkiksi SKJØLBERGIN (1988, s. 59) mukaan naudon lietelannan kokonaistyypestä 42 % oli lannoitetyypin veroista, kun se levitettiin nurmeen tai mullokselle. Kesällä mullokselle levitetyn naudon lietelannan lannoitusvaikutus oli 32 % ja vastaavasti syksyllä mullokselle tai nurmeen levitettynä vain 18 %. Fosforin ja kaliumin lannoitusvaikutus sen sijaan oli täydet 100 %, kun naudon lietelanta levitettiin mullokselle tai nurmen pinnalle keväällä tai kesällä. Fosforin lannoitusvaikutusta ei vähennä altistumista huuhtoutumiselle ja haihtumiselle. Sen teho lannoitteena oli mullokselle tai nurmen pinnalle levitettynä syksylläkin 92 %, kun kaliumin lannoitusvaikutus väheni tällöin 52 %:iin. (SKJØLBERG 1988, s. 59.)

Parannettaessa lannankäsittelyä ravinteiden hyväksikäytön kannalta toimenpiteet kohdistuvat ensisijaisesti tyyppien säilyttämiseen ja toissijaisesti kaliumin säilyttämiseen. Ainakin fosforin mutta myös kaliumin lannoitusvaikutuksen menettäminen edellyttää varsin leväperäistä lannankäsittelyä. Fosforin ravinnearvon lähes täydellinen hyväksikäyttäminen vaatii ainoastaan, että lanta levitetään pellolle kohtuullisina annoksina. Kaliumin levityksessä on lisäksi levityssajan oltava sopiva. Tyyppien hyödyntäminen sen sijaan vaatii toimenpiteitä jo karjasuojasta lähtien. Levityssajankohdan lisäksi on kiinnitettävä erityistä huomiota levitystekniikkaan ja multaukseen.

Alkuperäisen lannan fosforin arvo lannoitteena on samaa suuruusluokkaa kuin kokonaistyyppien. Lypsykarjan lannassa myös kaliumin arvo on samaa suuruusluokkaa kuin kokonaistyyppien. Sikaloissa kaliumin arvo on vain kolmannes tai vielä vähemmän kokonaistyyppien arvosta. Varsin leväperäisessäkin lannankäsittelyssä sen arvosta voidaan menettää vain 1/3 - 1/2.

Jotta lypsykarjanlannan käsittelyn parantaminen perustasosta olisi viljelijälle taloudellisesti mielekästä, siitä aiheutuvat kustannukset saavat olla korkeintaan tyyppien tappioiden arvon suuruiset eli noin 10 - 15 mk/m<sup>3</sup>, vaikka lannoitetyypin arvosta

48 % on lannoiteveroa. Lannankäsittelyn perustasolla tarkoitetaan tässä käsittelyä, jossa lanta levitetään mielekkäänä aikana kohtuullisessa määrin viljeltävän kasvin tarpeisiin nähden pellolle pintalevityksenä. Esimerkiksi lietalan vuotuiset varastointikustannukset ovat samansuuruiset. Tällöin mukaan on otettava myös lisääntyneet talletustappiot, jotka voivat olla edellisen suuruiset. Väkilannoitteet ovat lypsykarjan lantaan verrattuna niin halpoja, että yksityistaloudellisesti on järkevintä pyrkiä minimoimaan lannankäsittelyn kustannukset (LEINONEN 1993, s. 12).

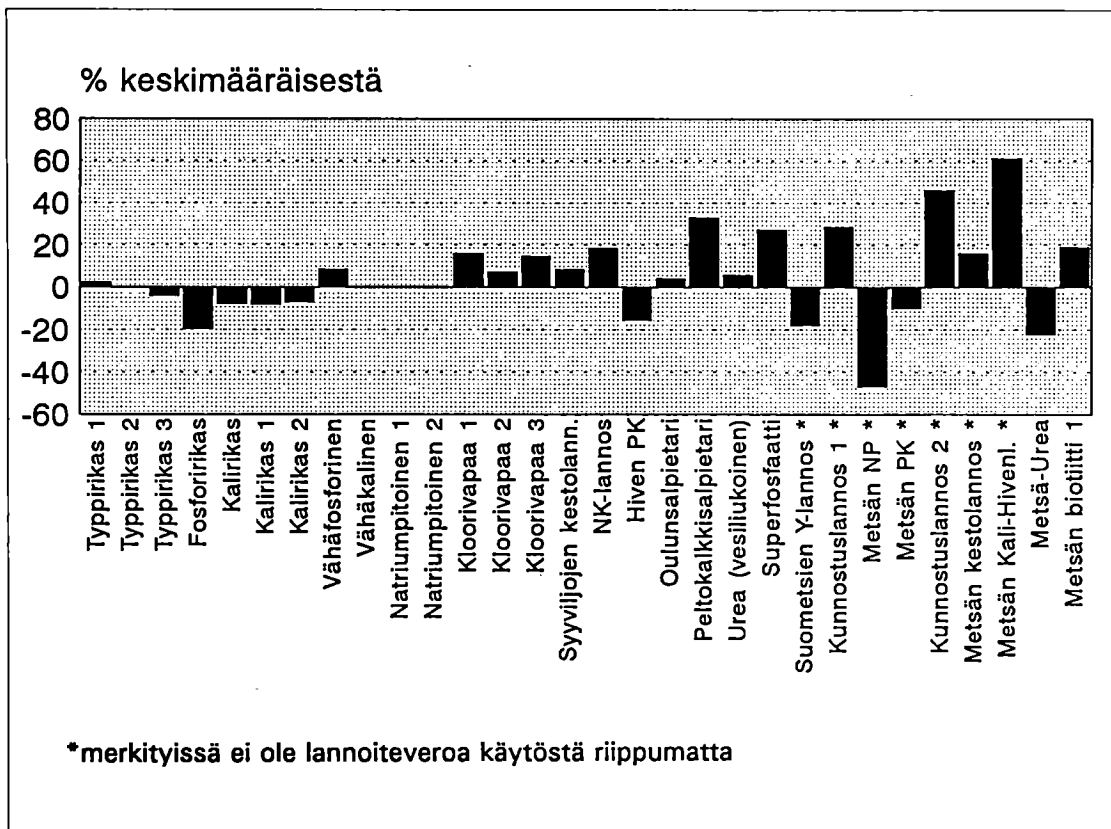
Lihakarjan lietteen arvosta menetykset voivat olla noin 20 - 25 mk/m<sup>3</sup>. Tällöin ravinteiden häviöiden arvo voi ylittää lannankäsittelyjärjestelmän parantamisesta aiheutuvat kustannukset. Tätä edesauttaa se, että lihakarjan lannan ravinnepitoisuuksien ollessa noin kaksinkertaiset verrattuna lypsykarjan lannan ravinnepitoisuuksiin, levitysmäärät ja siten myös talletustappiot ovat pienemmät lypsykarjan lantaan verrattuna.

Emakoiden lannan arvosta voidaan menettää noin 15 - 20 mk/m<sup>3</sup>. Emakoiden lannan levitysmäärät ovat noin 60 % lypsykarjan lannan levitysmäärästä, joten jonkinlaisiin toimenpiteisiin on yksityistaloudellisia perusteita. Lihaskojen lannan arvosta voidaan menettää noin 25 - 35 mk/m<sup>3</sup>. Levitysmäärät ovat vain noin kolmannes lypsykarjan lannan levitysmäärästä, joten talletustappiot jäävät kohtuullisiksi lannan arvoon nähden. Lihaskojen lannan ravinteiden säästämiseen kohdistuvat toimenpiteet ovat siten taloudellisimpia.

Lannan ravinteiden hyväksikäytön tehostamisen kannalta on onneton tilanne, että lypsykarjan osuus Suomessa muodostuvasta lannasta on jopa noin 50 %. Lannan ravinteiden hyväksikäytön taloudellinen motivointi onnistuu parhaiten konsentroidulla lantalla, koska hyödyt ovat verrannollisia ravinnekonsentraatioon ja kustannukset aiheutuvat lannan massasta tai tilavuudesta. Yksinkertaisin keino nostaa lypsykarjan lietteen kuiva-ainepitoisuutta on rajoittaa lietteen joukkoon menevän pesiveden määrää. Kuiva-ainepitoisuutta ei voi kuitenkaan nostaa yli 12 - 16 %, koska tällöin se ei ole enää pumpattavissa (BAADER ym. 1977, s. 83 ja FINCK 1979, s. 157). Lietelantalasta mitattu lietteen kuiva-ainepitoisuus oli KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, liite 1) mukaan parsinavetoissa 6,3 % ja pihatoissa 5,2 %. Lypsykarjojen lietteen kuiva-ainepitoisuus olisi siten keskimäärin kaksinkertaistettavissa. Pienen mitattu pihatton lietteen kuiva-ainepitoisuus oli vain 1,9 % (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1). Tämän lietalan kuiva-ainepitoisuus on siten jopa kuusinkertaistettavissa. Varastoinnista aiheutuvat kustannukset voidaan keskimäärin ottaen puolittaa ja joissakin yksittäisissä tapauksissa saattaa jopa kuudesosaan nykyisestä. Tällä toimenpiteellä saavutettaisiin pelkästään lypsykarjan lannan varastoinnissa noin 110 miljoonan markan säästöt vuosittain. Lisäksi talletustappiot pienenisivät merkittävästi.

Lannoitetyypen arvo oli heinäkuussa 1993 keskimäärin 5,46 mk/kg laskettuna Kemiran myymistä lannoitteista kuviossa 3 ilman painotusta myyntimäärillä. Väkilannoitetyppi oli keskimääräistä selvästi halvempaa Metsä-Ureassa (kuvio 3). Selvästi

keskimääräistä kalliimpaa se oli NP-lannoitteessa ja peltokalkkisalpietarissa. Suomessa tuotetun karjanlannan typen arvo olisi noin 415 miljoonaa markkaa. On kuitenkin huomattava, että suuri osa karjanlannan sisältämästä typestä on kasveille käyttökeltomassa orgaanisessa muodossa. Kasveille käyttökelpoisen typen osuus on lietelannassa noin 60 % ja hyvin palaneessa kuivikelannassa vain noin 20 %. Lisäksi orgaanisesta typestä vapautuu ensimmäisenä kasvukautena kasvien käyttöön kasvukauden sääoloista riippuen noin 20 %. Myöhemmin kasvukausina orgaanisesta typestä vapautuu kasveille käyttökelpoiseen muotoon tätä pienempiä määriä. Loppu varastoituu maan orgaaniseen ainekseen.



**Kuvio 3.** Kaupallisten väkilannoitteiden hinnat Suomessa suhteessa niiden sisältämien ravinteiden keskimääräiseen hintaan heinäkuussa 1993.

Lannoitefosforin arvo oli heinäkuussa 1993 keskimäärin 12,69 mk/kg laskettuna vastaavalla tavalla kuin typenkin arvo. Fosforinlähteenä väkilannoitteista edullisimpia olivat fosforirikas ja Hiven-PK. Superfosfaatti ja NP-lannos olivat suhteellisen kalliita fosforin lähteitä. Suomessa tuotetun karjanlannan fosforin arvo olisi tämän laskelman mukaan noin 164 miljoonaa markkaa vuodessa. Lannoitekalin arvo oli heinäkuussa 1993 keskimäärin 2,13 mk/kg laskettuna vastaavalla tavalla kuin typenkin arvo. Karjanlannan kalin arvo oli noin 62 miljoonaa markkaa. Karjanlannan arvo ilman levityskustannuksia lannoiteverot sisältäen olisi lannoiteravinteiden arvon perusteella laskettuna noin 641 miljoonaa markkaa. Vastaavasta määrästä väkilannoitteen typpeä ja fosforia kerättäisiin veroa 220 miljoonaa markkaa. Karjanlannan arvo

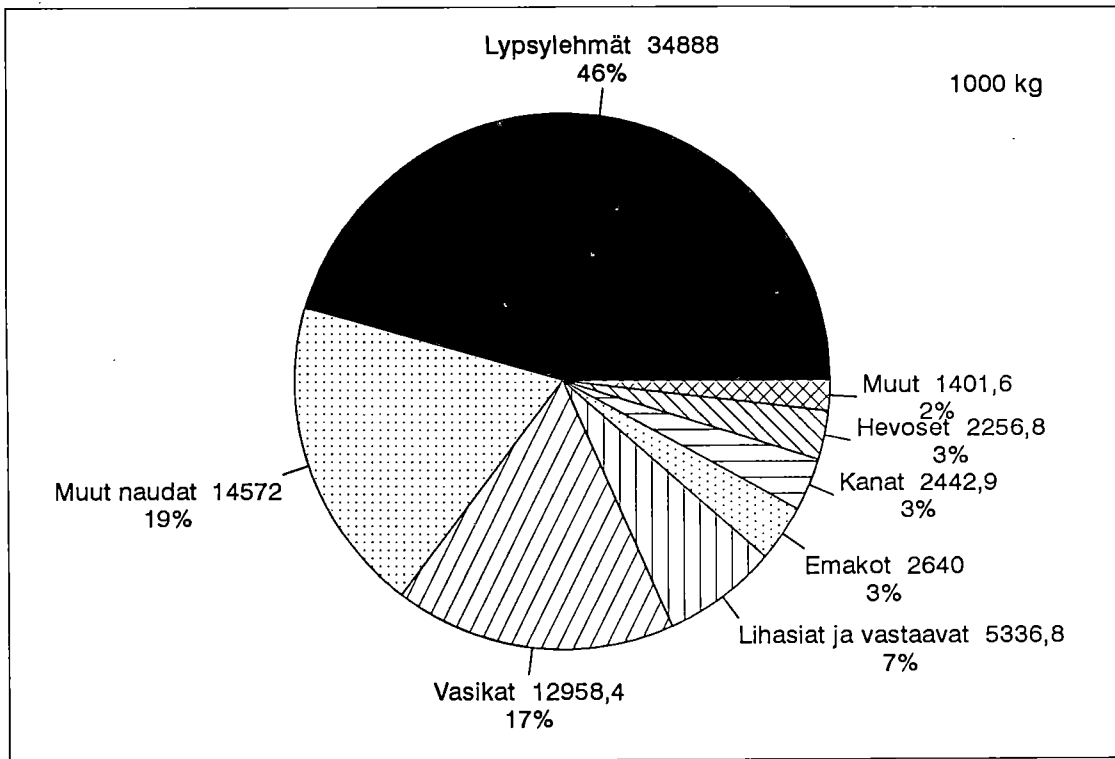
on noin 52 % korkeampi kuin jos väkilannoitteissa ei olisi lannoiteveroa. Typen, fosforin ja kalin arvot huomioiden lantakuutiometrin arvo olisi ilman tappioita keskimäärin noin 36 markkaa.

Suomen maataloustuotannon arvo oli vuonna 1992 noin 24,8 miljardia markkaa. Maatalouden tuotantokustannukset olivat vastaavana aikana noin 18 miljardia markkaa, josta ostettujen väkilannoitteiden osuus oli 1,4 miljardia markkaa. (ANON. 1993, s. 20 - 21.) Karjanlannan arvo oli noin 3 % maataloustuotannon arvosta, noin 5 % maatalouden tuotantokustannuksista ja 60 % ostolannoitteiden arvosta.

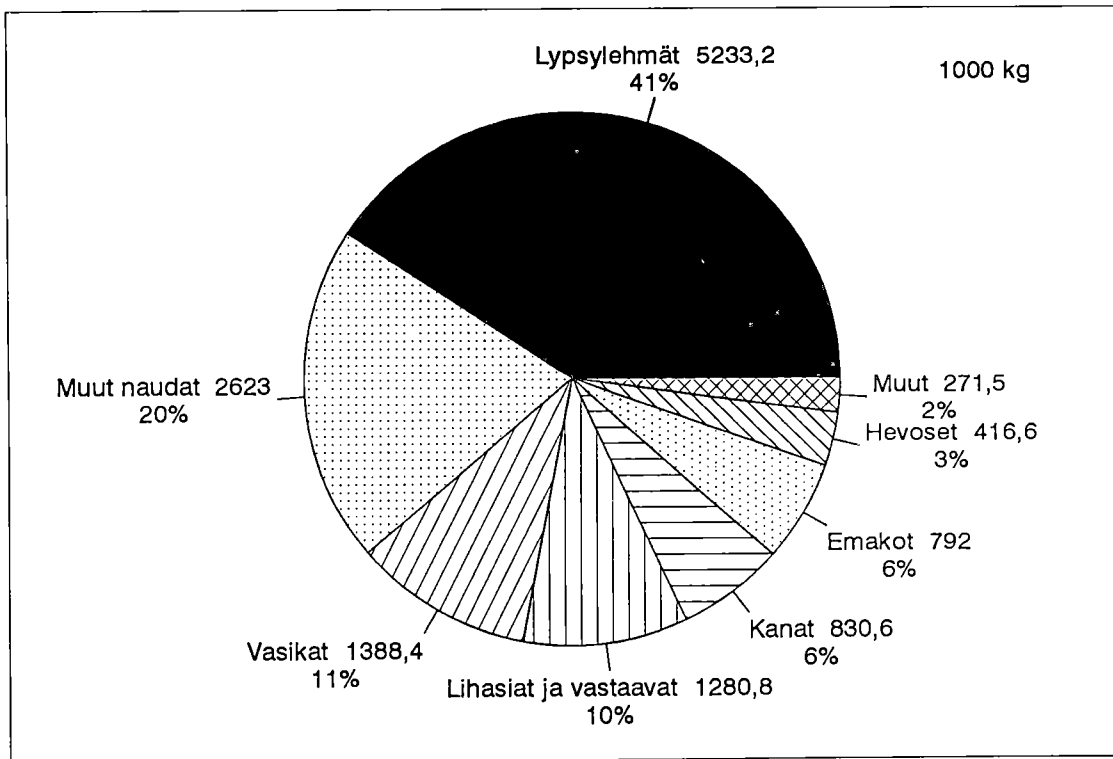
Karjanlannan arvo vähenee sen eri käsittelyvaiheiden aikana typen häviöiden takia. Muiden ravinteiden hävikkiin lannan käsittely vaikuttaa vain vähän. Niiden osalta oleellisinta on, että lanta tulee levitetyksi pelloille suhteessa kasvien tarpeisiin, jolloin ravinteet tulevat hyödynnetyiksi. Fosforin ja kaliumin tappioita syntyy ainoastaan, jos lanta levitetään peltojen pinnalle ja pintavedet huuhtelevat sitä vesistöön tai maaerosion myötä. Lannankäsittelyjärjestelmää parantamalla maatalous voisi saavuttaa korkeintaan runsaan 200 miljoonan markan säästöt vuodessa säästyneen typen muodossa. Tästä olisi kuitenkin vähennettävä menetelmien kehittämisestä ja kalliimista laitteista aiheutuvat kustannukset ja mahdolliset talletustappiot, joskin arviolta noin puolet näistä säästöistä voitaisiin saavuttaa pelkästään soveltamalla nykyinen tietämys käytäntöön. Kansantalouden kannalta säästö on selvästi pienempi, koska lannoitetyypen arvosta jo lannoiteveron osuus on jopa 48 %. Ympäristökuorma jäisi pienemmäksi, ja säästöjä syntyisi pienemmistä ympäristönhoito- ja pintavedenpuhdistamiskustannuksista. Lypsykarjan lietteen paremmista käsittelymenetelmistä saatava taloudellinen hyöty viljelijälle on korkeintaan noin 8 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti, kun sen pitoisuudet ovat taulukon 4 mukaiset. Vähimmäisvaatimuksena pidetään tällöin, että kaikki lanta levitetään pellolle sellaisella menetelmällä, että lannasta ei aiheudu merkittäviä ympäristöhaittoja pintavalunnan muodossa. Esimerkiksi imeytettäessä lantaa turpeeseen turvetta kuluu vähintään 1 m<sup>3</sup> jokaista lanta-m<sup>3</sup> kohti. Turve-m<sup>3</sup>:n hinta on noin 30 markkaa, ja lisäksi kustannuksia aiheutuu lietteen ja turpeen sekoittamisesta. Pelkästään lietesäiliön laajentamisesta aiheutuvat vuotuiset kustannukset ovat noin 12 mk lantakuutiometriä kohti, jos laajennuksen kustannukseksi oletetaan 150 mk/m<sup>3</sup>, investoinnin käyttöajaksi 20 vuotta ja korkokannaksi 6 %. Tämä ei juuri motivoi viljelijää parantamaan lannankäsittelymenetelmiään. Tilanne oli samankaltainen jo 70-luvun alussa (HOLMA 1975, s. 134).

#### **4.3. Tuotantoeläinten tuottaman lannan ravinteiden ja niiden arvon jakaantuminen eläinlajeittain**

Nautojen tuottaman lannan lisäksi ainoastaan sikojen tuottamalla lannalla on jotain valtakunnallista merkitystä. Nautojen osuus lannan tuotannosta on noin 85 %, kuten kuvioista 2 voidaan todeta. Yhdessä sikojen kanssa naudat tuottavat 95 % karjanlannasta. Tämän vuoksi lanta-asioihin liittyvässä rakennustutkimuksessa on keskityttävä navetoihin, ja jonkin verran tutkimusta on kohdennettava myös sikaloihin.



**Kuvio 4.** Typpimäärien jakaantuminen eläinlajeittain.



**Kuvio 5.** Fosforimäärien jakaantuminen eläinlajeittain.

Nautojen tuottama lantamäärä tulee jo tällä vuosikymmenellä vähenemään noin 25 %. Sikojen tuottaman lannan määrä vähenee selvästi vähemmän, noin 10 %. Sen tähden sikojen tuottaman lannan suhteellinen merkitys tulee jonkin verran kasvamaan, mutta ei kovin paljoa. Lisäksi näiden yhteinen osuus säilyy lähes yhtä kattavana kuin 90-luvun alussa.

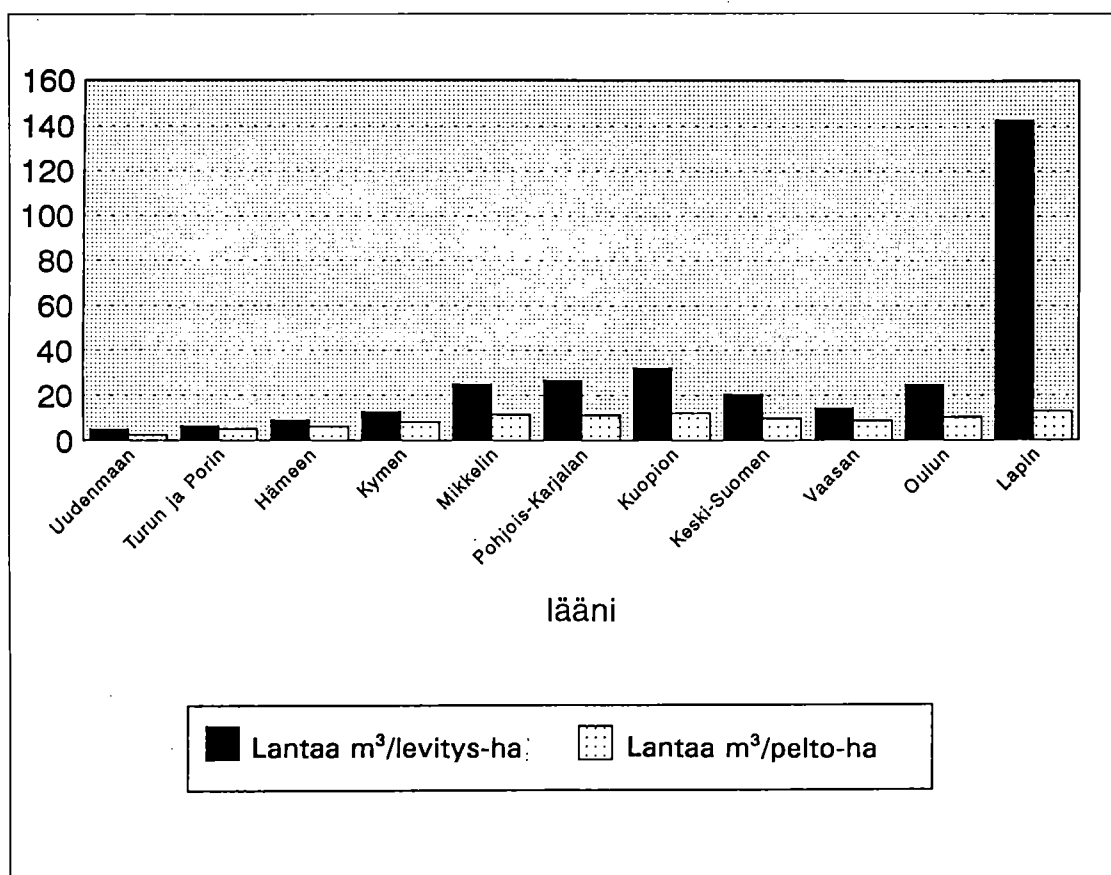
Pelkkien lantamäärien tuijottaminen antaa jonkin verran vääristyneen kuvan tutkimustarpeesta, koska lannan sisältämät ravinteet jakaantuvat eläinlajeittain erilailla kuin lantamäärät, kuten kuvioista 2, 4 ja 5 voidaan todeta. Koska ravinnetappiot ovat lähinnä lannan typen tappioita, ravinnetappioiden aiheuttamat menetykset jakaantuvat eläinlajeittain lähinnä, kuten typpimäärät kuviossa 4. Eläinten tuottaman lannan sisältämä typpi ja fosfori (kuvio 5) jakaantuvat pääpiirteittäin kuten lantamäärät eri eläinlajien kesken. Kuitenkin kanojen lannasta kertyy ravinteita yhtä paljon kuin emakkojen lannasta.

#### 4.4. Tuotettavat lantamäärät suhteessa peltoalaan

Suomessa tällä hetkellä tuotettavat lantamäärät ovat varsin kohtuullisia kokonaispeltoalaan nähden, kuten kuvioista 6 voidaan todeta. Viljelty peltoala ja nurmiala vähenevät vain noin 18 - 20 % 90-luvun kuluessa (Leppälä Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 7). Viljeltävän peltoala vähenee kutakuinkin yhtä paljon kuin lantamääräkin, joten tilanne ei tässä mielessä valtakunnan tasolla muutu miksiäkään. Kuviossa 6 lantakuutiometreihin on laskettu eläimistä muodostuva lanta sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan (kts. taulukko 4). Kussakin läänissä peltohehtaareihin on laskettu kunkin läänin kokonaispeltopinta-ala ja levityshehtaareihin kunkin läänin kokonaispeltopinta-ala, josta on vähennetty nurmet, kesanto ja muutoin viljelyksestä pois olevat alueet. Kuvio 6 perustuu oletukseen, että esimerkiksi naudat tuottavat lietettä vain 20 m<sup>3</sup>/ny vuodessa. Todellisuudessa ne tuottavat keskimäärin noin 25 m<sup>3</sup>/ny lantaa vuodessa sellaisessa muodossa kuin se nykyisin varastoidaan. Lypsylehmien lannasta noin 35 % menee laitumelle. Kun osaa karjasta ei laidunneta, voidaan olettaa, että käytetty lantamäärä lypsylehmää kohti on kutakuinkin oikea levityshehtaaria kohti, mutta noin 20 % liian pieni kokonaispeltoalaa kohti. Kuvioissa 7 ja 8 on esitetty hehtaaria kohti tuleva kokonaistyyppi ja -fosfori vastaavalla tavalla.

Laidunten osuus nurmesta ja viljelemättömästä maasta on vain noin 10 % (Leppälä Ref. PEHKONEN ym. 1993, s. 7). Laidunten lantakuorma on merkittävä. Lypsylehmä tuottaa laitumelle vajaat 9 m<sup>3</sup> taulukon 4 mukaista lantaa yhden laidunkauden aikana. Laidunkauden pituudeksi oletetaan tällöin 125 vuorokautta. Koska laitumelle tulevassa lannassa ei ole pesuvesiä, jää todellinen määrä noin puoleen tästä, mutta ravinteet voidaan laskea taulukon 4 ja 9 m<sup>3</sup>:n mukaan. Erityisesti typen tappiot ovat merkittävät laitumelle tulevassa lannassa, koska se ei tule lainkaan mullatuksi ennen laitumen kyntöä. Tappion arvo tosin on vain noin 100 mk lypsylehmää kohti vuodessa.

Kuvioista 6 voidaan todeta, että jos lantaa ei levitetä kasvavaan nurmeen, aiheuttaa tämä liian suuria lantakuormia ainoastaan Lapin läänissä. Tilakohtaisesti liiallista lantakuormitusta on varmasti myös muilla alueilla. Pelto- ja eläinmäärät vähenevät samoilla alueilla, joten tilanne ei alueittainkaan muuttune merkittävästi. Länsi- ja Etelä-Suomen pellot kestävät selvästi nykyisiä suurempia lantamääriä. Kehittämällä tekniikkaa, jolla lietettä voidaan sijoittaa kasvavaan nurmeen ilman reuhygieniaongelmia, voidaan liian suuret levitysmäärät välttää läänitasolla koko maassa.



**Kuvio 6.** Eläimistä muodostuvat lantamäärät peltohehtaaria ja levityskelpoista peltohehtaaria kohti.

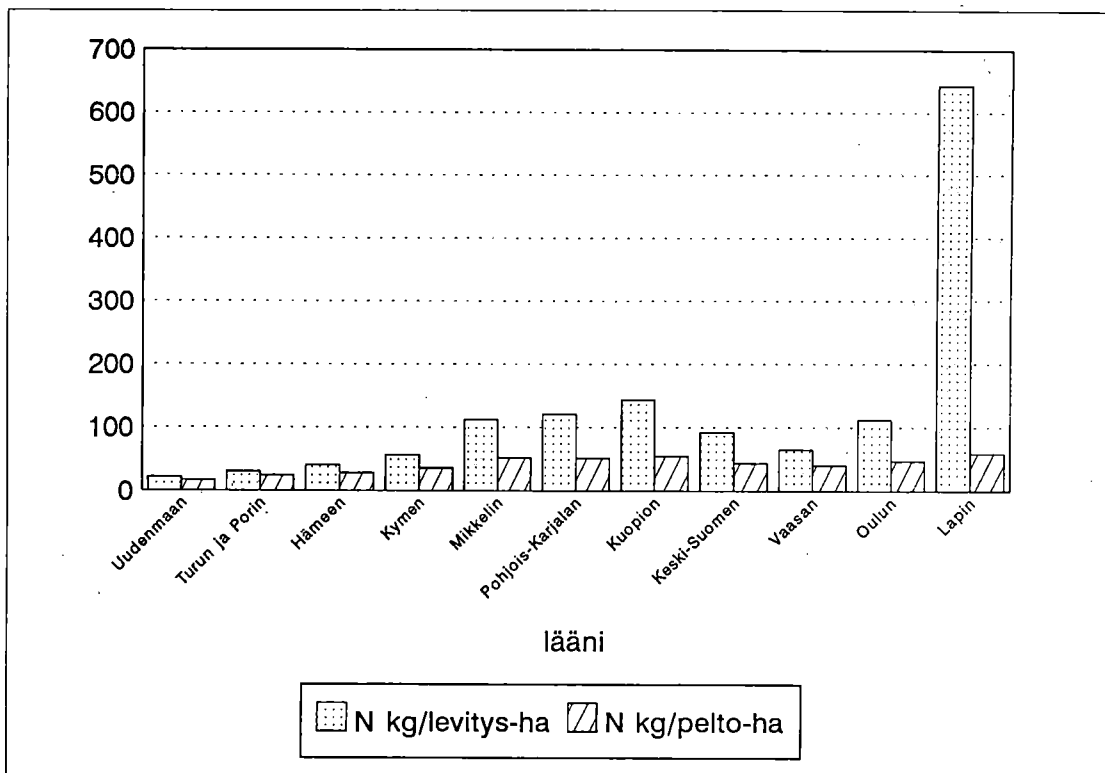
Sijoitus- ja kasvustoonlevittämistekniikan kehittäminen on tärkeää nautakarjatiljoilla, joilla on vähän peltoa nautakarjaan nähden ja runsaasti nurmea. Sikatilojen lantaylimääräongelmia sijoittaminen ei ratkaise.

Kuvion 6 perusteella voidaan todeta nykyisten hehtaarikohtaisten lantamäärien alueellisen jakauman perusteella, että kotieläintalous voisi siirtyä jossakin määrin etelää ja länttä kohti. Siten kotieläintilojen, varsinkin nautakarjatiljojen, yksikkökoon kasvun pitäisi painottua eteläisille ja läntisille alueille lantamäärien ja peltoalan tasapainottamiseksi. Tätä puoltaisi myös kuluttajien sijoittuminen, peltoviljelyn tehokkuus ja tilojen laajenemismahdollisuudet. Koska viljanviljely supistuu noin 20 % kuluvaan vuosikymmenen aikana, vapautuu eteläisille ja läntisille alueille runsaasti peltoa nurmiviljelyyn. Toisaalta tarve nurmiviljelyyn todennäköisesti pienenee EU-integraation takia, koska halpa valkuais- ja väkirehu korvaavat korsirehujen käyttöä ruokinnassa, joten valtakunnallisesti nurmiviljely supistunee (PEHKONEN ym. 1993, s. 8). Läänin kokoisilla alueilla ei esiinny nyt eikä tulevaisuudessakaan liiallista lannantuotantoa. Jos lannan levitys kasvavaan nurmeen tulee mahdolliseksi pintalevitys- ja lietteen sijoitustekniikkaa kehittämällä, ei laajamittaiseen kotieläintuotannon siirtymiseen etelää ja länttä kohti ole ympäristönsuojelullista tarvetta eikä niin ikään akuuttia tarvetta siirtymisen aiheuttamien ongelmien tutkimiseen ja ratkaisemiseen.

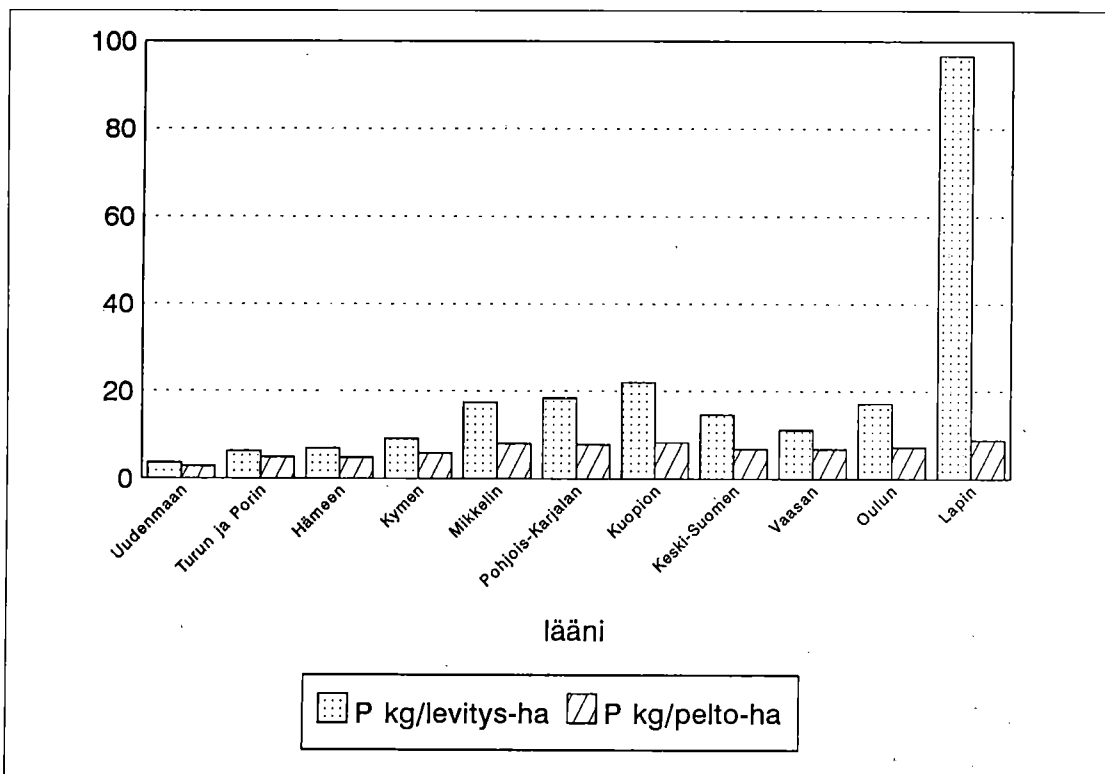
Tilakohtaisesti lannan ja peltopinta-alan välinen suhde saattaa olla varsin vinoutunut. Näiden vinoutumien tutkimiseen ja poistamiseen tulisi suunnata resursseja, koska kaikki tilakohtaisesti ylimääräinen lanta aiheuttaa ylimääräistä ympä-



ristökuormaa, jos lannan kuljetusta toisille tiloille ei voida rakenteellisten, teknisten, taloudellisten ja sosiaalisten esteiden osalta ratkaista.



**Kuvio 7.** Eläimistä muodostuvan lannan typen määrä peltohehtaaria ja levityskelpoista peltohehtaaria kohti.



**Kuvio 8.** Eläimistä muodostuvan lannan fosforimäärät peltohehtaaria ja levityskelpoista peltohehtaaria kohti.

## 5. EUROOPAN INTEGRAATIO JA LANTATUTKIMUKSET

Suomen mahdollinen liittyminen Euroopan yhteisöön tai talousalueeseen ei kiristä Suomen nykyisiä vesiensuojelumääräyksiä, koska vesilainsäädäntömme on tiukempi kuin Euroopan yhteisön säädökset Suomessa vuonna 1987 tehtyjen uudistusten jäljiltä. Erityisesti pohjavesien suojelua koskevat määräykset ovat Suomessa tiukempia kuin Euroopan yhteisössä. Euroopan yhteisö on kiinnostunut ainoastaan nitraattipäästöistä (ANON. 1991b). Vesisuojelusta yleensäkin päätetään Euroopan yhteisössä kansallisella tasolla.

Euroopan yhteisön direktiivi vesien suojelemiseksi maatalouden nitraattipäästöjen aiheuttamaa saastumista vastaan ei tule voimaan vielä vuoden 1994 alussa, vaikka ETA-sopimus tulisikin tällöin voimaan. Sen voimaantulo siirtyy ainakin kesään 1994, mutta tulee tällöin mitä todennäköisemmin koskemaan myös ETA-maita. Direktiivi edellyttää maatalouden nitraattipäästöjen aiheuttaman vesien saastumisen estämistä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi direktiivi edellyttää ohjeiston laatimista hyvästä maatalouden harjoittamisesta ja tarvittaessa järjestämään ohjelman tämän ohjeiston käyttöönoton edistämiseksi sekä sen yksityiskohtien saattamista Komission tietoon kahden vuoden kuluessa direktiivin julkaisemisesta. Suomen osalta direktiiviä lienee tulkittava siten, että määräaika alkaa juosta siitä, kun direktiivi tulee voimaan ETA-maissa. Ohjeiston ja siihen liittyvien toimenpideohjelmien on todennäköisesti oltava valmiina kesällä 1996. (ANON. 1991b.)

Tässä ohjeistossa pitää käsitellä ainakin seuraavia asioita: sopimattomat levitysajankohdat, lannoitteen tai lannan levitys jyrkästi viettäville maille, lannoitteen tai lannan levittäminen veden kyllästämälle, tulvanalaiselle, jäätyneelle taikka lumen peittämälle maalle, lannoitteen tai lannan levittäminen vesistöjen läheisyydessä, lantavarastojen tilavuus, lantavarastojen ja puristenesteen ylivuotojen ja valumien estäminen pohjasta tai pintavesiin sekä lannoitteiden ja lannan levitysmäärät ja -tasaisuus valumien pitämiseksi hyväksyttävällä tasolla. Ohjeisto hyvästä maatalouden harjoittamisesta voi sisältää myös ohjeita maankäytöstä, kuten kasvivuorottelusta ja monivuotisten kasvustojen osuudesta, ohjeita vähimmäiskasvillisuudesta nitraattihuuhtoutumille alttiina aikoina, ohjeita tilojen lannoitussuunnitelmien ja lannoitteiden käyttötilastojen luomisesta sekä ohjeita maassa kasvien ulottumattomiin liikkuvan veden aiheuttaman saastumisen estämisestä. (ANON. 1991b.)

Lisäksi kahden vuoden kuluessa mainitun direktiivin voimaantulosta on selvitettävä saastuneet vedet ja nimettävä niihin laskevat vedet uhanalaisiksi. Tämä selvitys ja nimeäminen on uusittava vähintään neljän vuoden välein. Kahden vuoden kuluessa alkuperäisestä selvityksestä ja vuoden kuluessa uudesta selvityksestä on laadittava toimenpideohjelma vesien saastumisen estämiseksi. (ANON. 1991b.)

Toimenpideohjelmat on otettava käyttöön neljän vuoden kuluessa niiden laatimisesta, joten niitä on toteutettava viimeistään kahdeksan vuoden kuluttua direktiivin voimaantulosta eli noin vuonna 2002. Toimenpideohjelmat sisältävät ainakin edellä mainitun ohjeiston hyvästä maatalouden harjoittamisesta soveltamista käytäntöön ja

lisäksi ainakin säädökset seuraavista asioista: ajanjaksot, jolloin tiettyjen lannoitteiden ja lantalajien levittäminen on kiellettyä, lantaloiden tilavuudet, lannoitteiden ja lannan levityusrajoitukset, suurimmat sallitut levitysmäärät tai eläinmäärät peltoalaa kohti. Lantavarastojen tilavuudet tulee määrittää vähintään niin suureksi, että ne riittävät sinä aikana muodostuvan lannan varastoimiseksi, jona lannan levitys on kiellettyä uhanalaisilla alueilla. (ANON. 1991b.)

Toimenpideohjelman neljänä ensimmäisenä vuotena eli todennäköisimmin 2002 - 2006 hehtaarille saa levittää korkeintaan 210 kg typpeä. Tämän jälkeen eli todennäköisimmin vuoden 2006 jälkeen määrä on 170 kg N/ha. Komissio voi myöntää poikkeuksia näistä määristä perustelluista syistä, jos ne eivät aiheuta vesien saastumista. (ANON. 1991b.) Nämä rajat saattavat pakottaa vähentämään lannan levitystä erityisesti nurmilla.

Toimenpideohjelman tehokkuuden arvioimiseksi on perustettava sopivat tarkkailujärjestelmät. Näissä järjestelmissä on tarkkailtava pohja- ja pintavesien nitraattipitoisuutta tavalla, joka mahdollistaa maatalouden nitraattipäästöjen laajuuden selvittämisen. (ANON. 1991b.)

Olisikin selvitettävä, aiheuttavatko typpipäästöt todella sen suuruisen ympäristökuorman kuin on oletettu. Euroopan integraatiokehityksen pohjalta olisi siten tarvetta selvittää maatalouden typpipäästöt ja niiden vaikutukset vesistöön sekä yllä mainitun toimenpideohjelman laatimiseen. Selvitykseen on myös kansallisia intressejä.

## 6. KARJANLANNAN KÄYTTÖ LANNOITTEENA

### 6.1. Kompostoitumisen vaikutus karjanlannan ravinteiden käyttökelpoisuuteen

Karjanlannan kokonaistypestä puolet tai enemmän on väkilannoitetyypen veroista (HOLMA 1975, s. 102). Lyhyellä aikavälillä karjanlannan typestä lähes ainoastaan liukoinen osa on kasveille käyttökelpoista. SCHMIDin (1969, s. 151) mukaan kiinteässä lannassa on kasveille käyttökelpoista liukoista typpeä 30 % ja lietelannassa 50 %. STEINECKin (1973, s. 54) mukaan lietelannassa on kasveille käyttökelpoista typpeä 50 - 90 %, kiinteässä kuivikkeet sisältävässä lannassa 40 % ja palaneessa lannassa vain 20 %. VAKOLAssa tehdyissä kuivikepohjakompostikokeissa lopputuotteen liukoisen typen osuus oli myös vain 13 - 24 %. Virtsan typestä puolet tai enemmän on liukoisessa muodossa (HOLMA 1975, s. 97).

Orgaaninen typpi varastoituu maahan, ja sitä mineralisoituu erilaisia määriä sääoloista riippuen. Noin 20 % orgaanisesta typestä mineralisoituu ensimmäisenä vuonna, mutta mineralisoituminen voi olla merkittävästi hitaampaa tai nopeampaa. Jos samaa lohkoa lannoitetaan useita vuosia peräkkäin karjanlannalla, kasvaa mineralisoituvan orgaanisen typen osuus, koska sitä vapautuu myös edellisinä vuosina levitetystä lannasta. Kovin suurta merkitystä orgaanisella tyypellä ei ole maan orgaanisen typen pitoisuuteen, sillä 50 kg/ha annos orgaanista typpeä edustaa ainoastaan 1 % maan orgaanisen typen varoista. Karjanlannan fosfori on lähes kokonaan sonnassa liukenemattomassa muodossa. Sian- ja kananlannassa on enem-

män liukoista fosforia kuin naudanlannassa. Kalium on pääasiassa (60 - 80 %) virtsassa tai liukoisessa muodossa. Loppu kaliumista on sonnassa. (HOLMA 1975, s. 97, 118.) Karjanlannan fosfori ja kali ovat väkilannoitefosforin ja -kalin veroisia (SALONEN 1963, s. 187).

## 6.2. Karjanlannan ja väkilannoitteiden vastaavuus

**Taulukko 5.** Eräiden lietteiden ja kuivikepohjien sisältämien pääravinteiden arvo (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1 ja ANON. 1992c, s. 5).

Lannan alkuperä	Koko-naistyyppi, mk/tn	Liukoi-nen tyyppi, mk/tn	Fos-fori, mk/tn	Kali-um, mk/tn	Lannan ravinteiden arvo yh-teensä, mk/tn		
					Typpi koko-naan mukana	Orgaa-ninen tyyppi osittain mukana	Typestä vain liu-koinen mukana
Parsinavetta	14,74	8,19	7,61	4,91	27,27	22,02	20,71
Pihatto	13,10	7,64	7,61	4,27	24,99	20,62	19,53
Lihakarjanavetta	31,21	19,11	17,77	8,54	57,43	47,82	45,42
Emakkosikala	19,66	15,29	10,15	2,78	32,56	29,09	28,22
Lihasukkala	35,49	25,66	25,38	4,27	65,14	57,28	55,31
Kanala (liete)	64,43	49,69	43,15	10,25	117,82	106,08	103,08
Emolehmien kuivikepohja							
- kuivikeseos 1	42,04	10,21	26,65	19,86	88,55	63,08	56,71
- ----- " ----- 2	30,58	8,08	19,29	14,52	64,38	46,39	41,89
- ----- " ----- 3	30,58	7,21	19,29	14,52	64,38	45,69	41,01
- ----- " ----- 4	30,58	5,24	19,29	14,52	64,38	44,12	39,05
- ----- " ----- 5	30,58	3,93	19,29	14,52	64,38	43,07	37,74
(kts. taulukko 6)							

Lypsykarjanavetan lietteen ravinnesuhteet, 10-4-15 vastaavat lähinnä Kalirikasta Y-lannosta 2 (10-7-17), jos tyypestä ainoastaan liukoinen osuus huomioidaan kasveille käyttökelpoisena. Pitoisuudet lietteessä (taulukko 4) ovat luonnollisesti huomattavasti pienemmät. 1 kg Kalirikasta Y-lannosta 2 vastaa noin 67 kg lypsykarjan lietettä. Vastaavasti lihakarjan lietettä (15-6-17) vastaa lähinnä Kalirikasta Y-lannosta 1. 1 kg Kalirikasta Y-lannosta 1 vastaa noin 43 kg lihakarjan lietettä. Emakkosikalan lietettä (15-4-7) vastaa lähinnä Natriumpitoinen Y-lannosta 1 (15-6-8). 1 kg Natriumpitoista Y-lannosta 1 vastaa noin 54 kg emakoiden lietettä. Lihasukkalan liete vastaa samaa lannoitetta, mutta 1 kg Natriumpitoista Y-lannosta 1 vastaa vain 32 kg lihakarjan lietettä. Lietelantaa tulisi levittää niiden fosfori ja kaliumpitoisuuksien mukaan (LEINONEN 1993, s. 47), koska typen pitoisuuden mukaan lannoittaminen johtaa yleensä fosforin ja kalin ylilannoitukseen, vaikka typen häviöt olisivatkin pienet. Tämä ei tietenkään saa johtaa typen ylilannoitukseen, vaan lietelantaa käytetään sen

ravinteiden mukaan, jonka mukaan levittäen lieteannos on pienin. Loppu tasapainotetaan väkilannoitteella.

Taulukossa 5 on esitetty erilaisista tuotantorakennuksista peräisin olevien lieteiden arvo ja Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimuslaitoksella tehtyjen emolehmäkasvatamoiden kuivikepohjakokeiden kuivikepohjien arvo keskimääräisten pitoisuuksien mukaan ottaen huomioon vain typen, fosforin ja kaliumin arvot. Lannan ravinnepitoisuus vaihtelee muun muassa ruokinnan voimaperäisyyden mukaan (HOLMA 1975, s. 3).

Taulukko 6. Kuivikeseokset taulukossa 5.

Seos	Komponenttien paino-osuudet, %		
	Olki	Turve	Hake
1	100		
2	40	60	
3	20	60	20
4	40	20	40
5	30	35	35

### 6.3. Ravinnetappioiden vaikutus mielekkäisiin lannankäsittelytapoihin

Karjasuojassa syntyvät lannan ravinteiden tappiot ovat pääsääntöisesti liukoisen typen tappioita. Suurimmillaan tappiot ovat, kun tuore lanta jää eläinten tallattavaksi kiinteälattiaiselle lantakäytävälle. Usein nämä lantakäytävät puhdistetaan vain kerran viikossa tai puolessatoista. Tänä aikana voi lannasta hävitä sen kaikki liukoinen tyyppi. Lannan sisältämän liukoisen typen arvo vaihtelee runsaasti riippuen siitä, mistä eläimistä lanta on peräisin, koska sen pitoisuus eri eläinten lantojen välillä vaihtelee runsaasti. Avointa lantakäytävää käytetään pääasiassa kylmäkasvattamoissa. Lypsykarjan lannan liukoisen typen arvo on alle 9 mk/m<sup>3</sup>. Esimerkiksi lantavarastosta aiheutuvat kustannukset ovat suuremmat kuin niiden ravinnetappioiden arvo, jotka aiheutuvat siitä, että lanta on eläinten tallattavana lantakäytävällä viikon tai puolitoista ja varastoidaan sen jälkeen isoon peltopatteriin. Liukoisen typen arvo voidaan säilyttää ainoastaan poistamalla lanta kiinteältä lattialta riittävän usein. Käytännössä tämä edellyttää, että lantakäytävällä on lantakone tai lanta voidaan poistaa traktorilla ja perälevyllä tai etukuormaimella ilman, että eläimet joudutaan telkeämään kuivikepohjille tai makuuparteen puhdistuksen ajaksi, koska se olisi liian työlästä.

Parhaiten päivittäinen traktorityhjennys voisi onnistua lypsykarjan osakuivikepohjaisessa kylmäkasvattamossa, jossa ei ole ryhmäjakoja. Tähän soveltuu myös makuuparsikasvattamo, jossa on kaksi lantakäytävää, koska eläinten sulkeminen toiselle lantakäytävälle toisen puhdistamisen ajaksi on suhteellisen vaivatonta. Eräs mahdollisuus on eläinten sulkeminen jaloittelutarhaan lantakäytävän puhdistuksen ajaksi. Keskeisintä on porttien toimivuus. Huonosti toimivat aidat ja portit sekä niiden lukituslaitteet lisäävät runsaasti eläinten siirtelyssä kuluvaa työaika. Yleensä traktoria käytetään joka päivä rehustuksen yhteydessä. Samalla sitä voitaisiin hyödyntää lannanpoistossa, jolloin lannan liukoisen typen arvo olisi ainakin osittain hyödynnettävissä.

Jos lanta poistetaan kahdesti päivässä, saattaisi puolet lantakäytävälle tulevasta liukoisesta tyypestä säästyä. Tyypillisessä 30 lypsylehmän navetassa lantakäytävälle

kertyy puolessa vuorokaudessa noin 1 tonni lantaa. Säästyneen typen arvo olisi siten vain noin 8 markkaa tyhjennyskertaa kohti. Jäätyneen lannan typen häviöt ovat pienet, joten hyöty saavutetaan ainoastaan, jos lämpötila on nollan yläpuolella. Tähän ei kannata uhrata kovin montaa minuuttia työaika. Emolehmien ja lihakarjan lanta on kuivempaa kuin lypsylehmien. Siten sen ravinnepitoisuus on korkeampi kuin lypsylehmien lannan. Tällä perusteella lannanpoistoväliä ei kannata kylmissä lypsykarjanavetoissa lyhentää ravinteiden säästämisen takia. Emolehmien ja lihakarjan lanta kannattaisi siinä mielessä poistaa liukoisen typen säästämiseksi useammin kuin lypsykarjan lanta.

Lantakonetta on käytettävä hyvin usein, jotta siitä saataisiin hyötyä. Jos lanta poistetaan niin usein, että lähes kaikki liukoinen typpi säilyy lannassa, hyöty voisi olla noin 16 markkaa päivässä 30 lypsylehmän navetassa, koska lantakäytävälle kertyvän lannan kuiva-ainepitoisuus on noin kaksinkertainen verrattuna tavallisesta lämpimästä lietelantajärjestelmällisestä navetasta lietesäiliöön kertyvän lietteen kuiva-ainepitoisuuteen nähden. Voidaan olettaa, että lantakäytävän pituus on makuuparsipi-hatossa vähintään 1,2 metriä lehmäpaikkaa kohti. Raapan nopeus voi olla korkeintaan 4 - 6 cm/s (KARHUNEN ym. 1988, s. 17). Tällöin jos lannanpoistoon riittää, että raappa kulkee kerran edestakaisin, lannanpoistoon kuluu kerralla noin 50 sekuntia lehmäpaikkaa kohti. Lantakoneen olisi tällöin käytävä 50 % ajasta ja ainakin kerran tunnissa. Lannanpoistolaitteiden keskimääräinen tehonkulutus on 70 W/m lantakourua (KARHUNEN ym. 1988, s. 18). Lantakoneen sähkönkulutus saattaisi tällöin hyvinkin syödä ravinteiden säästymisestä saatavan hyödyn kokonaan. Tyypillisessä 60 eläimen itseudistuvan karjan kasvattamossa poistettavan lannan liukoisen typen arvo on noin 15 markkaa päivää kohti. Lantakäytävän pituus olisi ruokintapaikan leveys eli vähintään 0,7 m eläintä kohti (KAPUINEN 1993, s. 46). Lannanpoistolaite kävisi noin puolet ajasta. Pakkasella typen haihtuminen ammoniakkinä vähenisi, ja lannanpoistolaitetta kannattaisi käyttää harvemmin. Samalla sen sähkönkulutus jäisi pienemmäksi. Toisaalta ravinnetappioiden arvo pienenesi suhteessa sähkönkulutuksen pienenemiseen eikä tilanne muuttuisi lainkaan. Lantakoneen käyttö ei juuri olisi kannattavaa tässäkin tapauksessa. Todennäköisimmin kaikissa nautakarjarakennuksissa kannattaa nykyisillä hintasuhteilla käyttää traktorilannanpoistoa, silloin kun se on mahdollista, vaikka se voitaisiinkin tehdä vain kerran viikossa tai puolessatoista.

SCHMIDin (1969, s. 151) mukaan orgaanisen aineen tappiot ovat kiinteän lannan ja virtsan varastoissa 49 %, mutta lietelantavarastoissa vain 8 %. Siten kiinteästä lannasta ja virtsasta poistuu varastoinnin aikana orgaanista ainesta hyvin runsaasti. Jos kuivikkeena käytetään oman tilan pelloilla tuotettua olkea, joka kynnettäisiin maahan, jos sitä ei käytettäisi kuivikkeena, peltojen orgaanisen aineksen määrä ei ainakaan lisäännä kuivalantajärjestelmän takia. Jotta kuivalantajärjestelmä lisäisi maan orgaanista ainesta, ainakin 45 % käytetyistä kuivikkeista pitäisi tulla tilan ulkopuolelta. Kuivalantajärjestelmää ei voida siten perustella peltojen orgaanisen aineen lisääntymisellä. Kuivikeoljet kannattaa mieluummin jättää pellolle.

Suurimmat typen tappiot kuivalantajärjestelmässä muodostuvat varastoinnin aikaisessa palamisessa. HOLMAN (1975, s. 101) mukaan kiinteän lannan typen varastotappiot ovat 50 %. SCHMIDin (1969, s. 152) mukaan typen palamistappiot ovat kuivalannan varastoinnin aikana 44 % ja lietelannan 0 %. VAKOLAssa tehdyissä kuivikepohjakompostikokeissa typen tappiot olivat kuitenkin vain 12 %. Riittäväällä kuivituksella ja alle 45 °C:een palamislämpötilalla voidaan typen tappiot pitää kohtuullisina ainakin kuivikepohjassa. Typen tappiot lannan palamisen yhteydessä ovat suhteessa orgaanisen aineen häviöihin, joten lannan palamisen yhteydessä typen tappioita ei voida välttää (HOLMA 1975, s. 99). MANNIn ja KAPUISEN (1990, s. 4) mukaan kokonaistypen tappiot kolmen kuukauden varastoinnin aikana olivat kattamattomissa koeastioissa, joissa oli sianlietettä, noin 34 % ja 10 cm:n kevytsorakatteella varustetuissa koeastioissa noin 20 %. Vastaavasti liukaisen typen tappiot olivat kattamattomissa koeastioissa noin 21 % ja raekooltaan 4 - 20 mm olevalla kevytsoralla katetuissa koeastioissa 0 %. Koeastioiden syvyys oli varsin pieni, vain noin puoli metriä, ja ne olivat maan päällä, joten mitatut häviöt normaaliin noin 3 metriä syvään maan sisässä olevaan lietesäiliön häviöihin nähden olivat suuremmat. Kuitenkin sopivan katteen avulla koeastioiden liukaisen typen määrät olivat pysyneet alkuperäisenä. Vaikka koeastioista oli hävinnytkin typpeä, katettujen koeastioiden sisältämän typen lannoitusarvo oli säilynyt lähes alkuperäisinä. Lietelantajärjestelmässä varastoinnin aikaiset typen tappiot ovat arvoltaan varsin olemattomat. Sen sijaan virtsan typpipitoisuus voi lyhyen varastointikauden aikana laskea alle puoleen alkuperäisestä (Asumalahti Ref. HOLMA 1963, s. 100).

Nautojen virtsan arvo on noin 17,40 mk/m<sup>3</sup> ja sikojen 8,70 mk/m<sup>3</sup>. Sidottaessa ammoniakkia turpeeseen tarvitaan turpeen kuiva-ainetta 40 kg ammoniakkikilon ja 59 kg typpikilon sitomiseen (PELTOLA ym. 1986, s. 7). Tällöin käytetty kuiviketurpeen määrä on vain noin 0,3 m<sup>3</sup> lanta-m<sup>3</sup>:ä kohti eli noin kolmannes turpeeseen imeyttämiseksi käytetystä. Kun turpeen hinta on 30 mk/m<sup>3</sup>, kuiva-ainepitoisuus 50 % ja tilavuuspaino 200 kg/m<sup>3</sup>, säästettävän typpikilon hinnaksi tulee 14 mk ottaen huomioon turpeen mukana tulevan liukaisen typen arvo. Turpeeseen sitomalla säästettävän typen hinta on siten 2,5 -kertainen verrattuna väkilannoitetyypin hintaan. Turpeen mukana tulevien kaikkien ravinteiden arvo on noin 2 mk, joten ne huomioon ottaen turpeeseen imeytetyn ammoniakkin typen hinta on 2,2 -kertainen väkilannoitetyypin hintaan nähden. Omilta pelloilta kerätyn oljen käyttö virtsan imeytykseen on vielä kannattamattomampaa, mutta muilta tiloilta kerätyn oljen käyttö virtsan imeytykseen saattaa olla jopa kannattavaa itse olkien sisältämien ravinteiden takia. Turpeen ravinteiden arvo on noin 2,20 mk/100 kg ja oljen noin 11,20 mk/100 kg. Viime mainitussa tapauksessa typpeä pystytään keräämään jopa väkilannoitetyypin hinnalla. Puusta saatua materiaalia ei kannata käyttää virtsan sitomiseen.

Virtsan typpi vapautuu ilmaan ammoniakkina. Virtsasäiliöt ovat usein avoimia, jolloin ammoniakkihäviöt ovat erityisen suuria. Muunmuassa MANNI ja KAPUINEN (1990) olivat saaneet lupaavia tuloksia sianlietteen typen häviöiden pienentämisestä kevytsorakatteella. Kevytsora soveltuu teknisesti yhtä hyvin virtsasäiliön katteeksi.

Myös turvekate saattaisi olla hyvin tehokas virtsan typen häviöiden torjumisessa. Laimentaminen vähentää lietelannan typen tappioita (HOLMA 1975, s. 99). Koska lietelannan liukoisesta tyypestä suurin osa on juuri virtsassa, on oletettavaa, että veden lisäys vähentäisi myös virtsan typpitappioita. Virtsan laimentaminen vedellä levityksen yhteydessä saattaisi siten olla kannattavaa. Laimentaminen lisää kuitenkin varastointikustannuksia. Ilmeisesti virtsan tyyppi saataisiin kasvien käyttöön parhaiten sadettamalla se nurmille vedellä laimennettuna.

Pelkkä lannan ravinteiden hyväksikäytön tehostaminen ei yleensä riitä kattamaan siitä aiheutuvia kustannuksia, vaan samalla on tehostettava työnkäyttöä. Työnkäyttöä voidaan tehostaa kehittämällä menetelmiä. Yleensä tämä edellyttää investointeja koneisiin ja rakennuksiin, mutta osa säästöistä voidaan kuitenkin saavuttaa jo käytössä olevaa menetelmää järkeistämällä. Jos säästetylle työpanokselle on järkevää käyttöä, sen taloudellinen merkitys voi olla suurikin.

## 7. LANNANKÄSITTELYJÄRJESTELMÄT JA NIIDEN VALINTA

### 7.1. Lannankäsittelyjärjestelmä

#### 7.1.1. Lietelantajärjestelmä

Lietelantajärjestelmän lisärakenteista aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia ilman lannanpoistokonetta olevaan kuivalantajärjestelmään nähden. Jos oletetaan, että lantaritilät ja rakolattiapalkit kestävät kymmenen vuotta, niiden vuotuiskestäminen on 13 % niiden hankinta- ja asennuskustannuksista. Lietelantaparsinavetassa on lantaritilää noin 0,75 m<sup>2</sup> lehmäpaikkaa kohti. Siitä aiheutuva vuotuiskestäminen on noin 34 mk lehmäpaikkaa kohti, noin 2 mk sisäruokintakauden aikana tuotettavaa lanta-m<sup>3</sup> kohti sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan ja 3,10 mk/m<sup>3</sup> eläimistä muodostuvaa lanta-m<sup>3</sup> kohti. Pihatossa on rakolattiaa noin 4 m<sup>2</sup> lypsylehmää kohti. Siitä aiheutuvat vuotuiskestämiset ovat lantaritilän sijasta 130 mk lypsylehmää kohti, noin 7,60 mk sisäruokintakauden aikana tuotettavaa lanta-m<sup>3</sup> kohti sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan ja 11,80 mk/m<sup>3</sup> eläimistä muodostuvaa lanta-m<sup>3</sup> kohti.

Lantakanavien rakenteiden voidaan arvioida kestävän 20 vuotta, jolloin vuotuiskestäminen on 8 % rakennuskustannuksesta. Kanavaseinien vuotuiskestäminen on 24 mk/m<sup>2</sup>. Jos lietekanavat ovat keskimäärin 1 metrin syvyiset, parsinavetassa on lietekanavien seinämiä 2,4 m<sup>2</sup> lehmäpaikkaa kohti. Parsinavetan lietekanavien seinämien aiheuttama vuotuiskestäminen on siten 57,60 mk lehmäpaikkaa kohti, noin 3,40 mk sisäruokintakauden aikana tuotettavaa lanta-m<sup>3</sup> kohti sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan ja 5,20 mk/m<sup>3</sup> eläimistä muodostuvaa lanta-m<sup>3</sup> kohti. Kokoojakanavista aiheutuvat kustannukset riippuvat suuresti navetasta, mutta voisivat olla korkeintaan yhtä suuret kuin varsinaisesta lantakanavasta aiheutuvat kustannukset. Parsinavetan lisärakenteista aiheutuvat kustannukset ovat siten 5,40 - 8,80 mk lietevarastoissa varastoitavaa lanta-m<sup>3</sup> ja 8,30 - 13,40 mk eläimistä muodostuvaa lanta-m<sup>3</sup> kohti. Pihatossa kustannukset ovat siten 11,00 - 14,40 mk lietevarastoissa



varastoitavaa lanta- $m^3$  ja 17 - 20 mk eläimistä muodostuvaa lanta- $m^3$  kohti. (ANON. 1992e, s. 3, KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 16 - 18.)

### 7.1.2. Kuivalantajärjestelmä

Tavanomaisessa kuivalantajärjestelmässä tarvittavien kuivikkeiden määrä suhteessa muodostuvan lannan määrään on selvästi pienempi kuin perinteisessä kuivikepohjassa. Kuivalantajärjestelmässä lannan kuiva-ainepitoisuus ainoastaan pyritään nostamaan yli 20 %:n, jotta sitä voitaisiin käsitellä kuivana lantana. Kuivalantajärjestelmään sopivana kuivikemääränä pidetään 1 - 4 kg/el-pv. Siten kuivikekustannus on 15 - 60 p/pv-lehmä kuivikelajista riippumatta. Näin pienten kuivikemäärien käyttö perustuu siihen, että lypsylehmä tuottaa vain 45 kg lantaa vuorokaudessa ja lisäksi lannan kuiva-ainepitoisuus on noin 12 %. (BERGLUND ym. 1965, s. 10, STEINECK 1973, s. 52, NILSSON 1974, s. 7). Kuivalantajärjestelmässä kuivikkeita kuluu 22 - 89 kg lehmistä muodostuvaa lanta- $m^3$  kohti. Siten kuivikekustannus on 3,30 - 13,35 mk lehmistä muodostuvaa lanta- $m^3$  kohti. Verrattaessa sitä lietelannasta aiheutuviin kustannuksiin on kustannukset suhteutettava varastoitaviin lietelanta- $m^3$ :eihin. Tällöin kuivalantajärjestelmän kuivikekustannus on 2,20 - 8,85 mk lietelantavarastossa nykyisin varastoitavaa lanta- $m^3$  kohti eli alempi kuin parsinavetan lietelantajärjestelmän lisärakenteiden aiheuttamat kustannukset. Kattamattoman kuivalantalalan aiheuttama vuotuiskestävyys on 100  $m^3$ :n alittavalta osalta 21,60 mk/ $m^3$  ja sen ylittävältä osalta 7,20 mk/ $m^3$ . Lantalalan vesikattorakenteen aiheuttamat vuotuiskestävyys ovat 32 mk/ $m^2$ . Jos lantapatterin keskikorkeudeksi oletetaan olevan 1,5 metriä, katon aiheuttama vuotuiskestävyys on 21,30 mk/ $m^3$ . 500  $m^3$  lietelantaa nykyisessä muodossa varastossa vastaa noin 330  $m^3$  eläimistä muodostunutta lantaa. Kun se imeytetään kuivikkeisiin, lannan määrä kasvaa 30 - 50 %, joten vastaava varastoitavan kuivalannan määrä on 430 - 500  $m^3$ . Varastointikustannus kattamattomassa lantalassa on siten noin 10 mk/ $m^3$  ja katetussa lantalassa 31 mk/ $m^3$  ja verrattavissa suoraan nykyisessä muodossa varastoitavan lietelannan varastointikustannuksiin, koska varastoitavien  $m^3$ :ien määrä on sama. Parsinavetan käsivaraisessa kuivalantajärjestelmässä kuivikkeista ja lannan varastoinnista aiheutuvat kustannukset ovat noin 20 - 40 mk/ $m^3$  kuivikkeiden käytöstä ja lannan varastoinnista riippuen. Kuivalantajärjestelmästä, jossa virtsa imeytetään kuivikkeisiin, aiheutuvat kustannukset varastointikustannuksineen ovat noin 1 - 3 - kertaiset lietekanavilla varustetusta lietelantajärjestelmästä aiheutuviin kustannuksiin nähden ilman ylimääräisestä työstä aiheutuvia kustannuksia.

Lypsykarjan lannasta kolmannes on virtsaa, joka pitää varastoida virtsasäiliössä, johon se erotetaan lantakourussa (BERGLUND ym. 1965, s. 10, STEINECK 1973, s. 53 ja NILSSON 1974, s. 7). Virtsanerotusjärjestelmässä kuivikkeet eivät juurikaan lisää lannan määrää. Kuivikkeita jonkin verran sisältävää sontaa kertyy 7,5 tonnia sisäruokintakauden aikana. Sonnan tilavuuspaino on 450 - 600 kg/ $m^3$ . Lantavarastoa tarvitaan siten 12 - 17  $m^3$  lypsylehmää kohti. Lantalalan varastointitilavuuden tarve on kuivalantalassa sonnan tilavuuden kasvun takia lantalalan osalta 60 - 125 % suurempi

kuin, mitä tarvittaisiin sonnan varastointiin lannan joukossa lietelantalassa. Lähes kuivikkeettoman sonnan varastointiin on käytettävä katettua lantala. Varastointikustannus on siten 31 mk/m<sup>3</sup>. Eläimistä muodostuvaa sonta-m<sup>3</sup> kohti kustannus olisi siten 50 - 70 mk. Virtsasäiliön tilavuuden tarve on 3,6 m<sup>3</sup> lypsylehmää kohti vastaavassa ajassa. Virtsasäiliöstä aiheutuva varastoinnin vuotuiskestäminen on 26,40 mk/m<sup>3</sup>. Eläimistä muodostuvan lanta-m<sup>3</sup>:n varastoinnin vuotuiskestäminen olisi siten 42,40 - 55,90 mk/m<sup>3</sup>. Kustannukset varastointikustannuksineen ovat 2 - 3 - kertaiset lietelantajärjestelmästä aiheutuviin kustannuksiin nähden ilman ylimääräisen työn aiheuttamia kustannuksia.

### 7.1.3. Kuivikelantajärjestelmä ja perinteinen kuivikepohja

Kuivikelantajärjestelmä ja perinteinen kuivikepohja eroavat kuivalantajärjestelmästä siten, että kun kuivalantajärjestelmässä lannan kuiva-ainepitoisuus nostetaan kuivikkeiden avulla yli 20 %:n, jotta sitä voidaan käsitellä kuivalantana, niin kuivikelantajärjestelmässä ja perinteisessä kuivikepohjassa lannan kuiva-ainepitoisuus nostetaan kuivikkeiden avulla noin 40 %:iin, jotta lanta alkaisi palaa. Kuivikkeiden kulutus on siten noin 5,6-kertainen verrattuna kuivalantajärjestelmään, jossa virtsaa ei eroteta, ja kuivikekustannus on siten noin 75 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti. Nykyisin lietesäiliössä varastoitavaa lietelanta-m<sup>3</sup> kohti kuivikekustannus on 50 mk/m<sup>3</sup>. Parsinavetassa suurempi kuivikemäärä lisää lannanpoistosta aiheutuvaa työtä, mikä tekee kuivikelantajärjestelmästä entistä kannattamattomamman suhteessa kuivalantajärjestelmään. Kuivikelantajärjestelmän käyttö on mielekästä ainoastaan perinteisessä kuivikepohjassa, koska tällöin lanta tavallaan joutuu suoraan varastoon ja lannanpoistovaihe jää kokonaan pois. Lannanpoistoon navetasta kuluu työtä 15 - 45 min alkuperäistä lanta-m<sup>3</sup> kohti menetelmistä ja karjakoosta riippuen (ANON. 1988, s. 106). Työstä aiheutuva lisäkustannus on siten 12 - 36 mk alkuperäistä lanta-m<sup>3</sup> kohti. 36 mk/m<sup>3</sup> tarkoittaa lannanpoistoa pitkistä parresta käsityövälinein, jolloin siihen ei tarvitse lisätä kuluja koneista.

Kuivikelantajärjestelmässä lannan massa vähenee palamisen aikana 2 - 35 % alkuperäisen lantaan nähden. Kuivikelantajärjestelmän typen tappiot lannan palamisen aikana ovat parhaimmissakin tapauksissa noin 20 %, joten massan väheneminen alkuperäiseen lantaan nähden vastaa ravinnetappioita. Pellolle levitettävät massat ovat siten yhtä suuret sekä kuiva- että kuivikelantajärjestelmässä.

Perinteisen kuivikepohjan käyttö lihakarjankasvatamossa ja lypsykarjanavetassa onnistuu parhaiten kylmäkasvatuksen yhteydessä. Lämminkasvatuksessa kuivikepohjasta muodostuu niin paljon kosteutta, että normien mukaisia olosuhteita ei voida saavuttaa ilman niin merkittävää lisälämmitystä, että se sinällään tekee menetelmän kannattamattomaksi. Olosuhdevaatimuksista tinkimällä perinteisen kuivikepohjan käyttö on kuitenkin mahdollista. Tämä merkitsee kuitenkin sitä, että navetan suhteellinen kosteus on koko sisäruokintakauden reilusti yli 90 %.

Merkittävin hyöty kuivikelantajärjestelmästä kuivalantajärjestelmään nähden on se, että se ei vaadi erillistä lantala, vaan lannan ja kuivikkeen seos voidaan varastoida

kuivikepohjassa. Lannan varastoinnista aiheutuvat kustannukset ovat siten melko pienet, rajoittuen kuivikepohjan vaatimiin rakenteisiin. Kuivikkeiden kulutus perinteisessä kuivikepohjassa on kuitenkin niin paljon suurempi kuin kuivalantajärjestelmässä, että niistä aiheutuva kustannus ylittää lantavarastosta aiheutuvan kustannuksen. Kuitenkin lannanpoiston jääminen pois korvaa suuremman kuivikkeiden kulutuksen kuivikepohjallisessa ratkaisussa verrattuna kuivalantajärjestelmälliseen parsinavettaan.

Kuivikkeiden kulutus on suhteessa tuotettuun lantamäärään. Emolehmät tuottavat lantaa 25 - 30 kg/el·pv (KAPUINEN 1993, s. 31). Osakuivikepohjalla kuivikkeiden kulutus on tällöin noin 7 kg/pv. Täyskuivikepohjalla vastaavasti 12 kg/el·pv. Lihanaudat tuottavat lantaa keskimäärin 21 kg/el·pv (KAPUINEN 1993, s. 31). Niiden tarvitsemat kuivikemäärät ovat noin 75 % emojen tarvitsemasta. Niiden kuivikepohjat on kuitenkin kuivitettava useammin kuin emolehmien, jotta eläimet pysyisivät puhtaina, koska ne ovat selvästi rauhattomampia kuin emolehmät. Lypsylehmät tuottavat keskimäärin noin 45 kg lantaa päivässä. Ummessa oleva lypsylehmä tuottaa lantaa saman verran kuin emolehmä. Emolehmähän on sisäruokintakauden aikana ummessa oleva lehmä. Lantamäärät riippuvat kuitenkin jonkin verran rehuista. Emot syövät pääasiassa olkea, jolloin niiden lanta on varsin kuivaa. Ummessa oleva lypsylehmä saattaa sen sijaan saada jonkin verran tuoreempia rehuja, jolloin lantamäärä voi olla jonkin verran suurempi kuin emolehmillä.

Kuivikkeiden kulutus ei juuri riipu kuiviketyypistä. Esimerkiksi olki ja turve ovat kuivikepohjassa käytettynä niiden normaalissa käyttökosteudessa vaihdettavissa toisiinsa. Kuivikepohjassa tulee oljen ja turpeen seoksessa olla kuitenkin vähintään 40 % olkea (KAPUINEN 1993, s. 54). Edellä esitetyn perusteella kuivikkeita kuluu osakuivikepohjalla noin 250 g/kg lantaa. Osa tästä lannasta tosin joutuu lantakäytävälle eikä kuivikkeelle. Sen sijaan täyskuivikepohjalla kaikki lanta joutuu kuivikkeiden sekaan. Täyskuivikepohjan ja siten myös itse kuivikepohjan kuivikkeiden kulutus on noin 500 g/kg sille tullutta lantaa. Lypsylehmän kuivikkeiden tarve on osakuivikepohjalla noin 2 700 kg 240 päivän sisäruokintakauden aikana. Koko vuoden aikana kuivikkeita kuluisi noin 4 100 kg lypsylehmää kohti. Täyskuivikepohjalla kuivikkeiden kulutus on vastaavasti 5 370 kg tai 8 200 kg. Kuivikekustannus on noin 15 p/kg laskettuna turpeen hinnan mukaan (30 mk/m<sup>3</sup> tilalla). Oljesta aiheutuva kustannus on samaa luokkaa. Lisäksi sillä on itseuudistuvaa tuotantoa harjoittavilla tiloilla tätä suurempi arvo emolehmien rehuna (KAPUINEN 1993, s. 60). Lypsylehmän vuotuiset kuivikkeet maksavat noin 1 330 mk vuodessa ja 870 mk yhden sisäruokintakauden aikana täyskuivikepohjalla. Vastaavasti osakuivikepohjalla kustannukset olisivat 615 mk ja 405 mk. Täyskuivikepohjasta aiheutuvat kuivikekustannukset olisivat noin 75 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti. Osakuivikepohjalla kuivikekustannus olisi vastaavasti noin 38 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti. Tämä kustannus pätee kaikkiin nautoihin.

Voidaan todeta, että kuivikekustannus on selvästi suurempi kuin lietalannan varastoinnista aiheutuvat kustannukset. Kuivikepohjahan vastaa lähinnä lantavarastoa.

Lisäksi kuivikkeiden levittämisestä aiheuttuu merkittävästi työkustannuksia ja kuivikepohjan levittämiseen pellolle kuluu enemmän työtä kuin lietalannan levittämiseen. Varsinkin osakuivikepohja aiheuttaa lisätyötä, jos lantakäytävää ei puhdisteta erityisellä lantakoneella. Joka tapauksessa lantakäytävälle kertyvän lannan varastointi tulee halvemmaksi kuin lannan sitominen kuivikkeisiin. Kylmäkasvattamon lantakäytävälle tulevan lannan osuus kannattaa pitää mahdollisimman suurena kuivikepohjalle tulevaan verrattuna. Lantakäytävälle tulevan lypsykarjan lannan arvon menetys voi olla korkeintaan noin 11 mk/m<sup>3</sup> typen häviöiden muodossa. Kuivikepohjalle tulevan lannan tyypestä menetetään myös osa, joten menetys on itseasiassa vielä pienempi.

Myös sikalan perinteisessä kuivikepohjassa kuivikkeen kulutus on suhteessa lantamäärään. Lihasikalan lannassa ravinnepitoisuudet ovat suuremmat kuin navetan, joten sikalassa ravinteiden säästämiseen tähtäävillä toimilla saavutetaan helpommin taloudellista tulosta. Lietteen varastointikustannus on kuitenkin sama riippumatta lannan alkuperästä. Sioille luonteenomainen siisteys vaikeuttaa kaikkien kuivikepohjien käyttämistä sikaloissa, koska lannan ja kuivikkeiden sekoittuminen on epätäydellistä. Osakuivikepohjalla siat todennäköisemmin ulostaisivat lähes ainoastaan lantakäytävälle. Ainakin niiden käyttäytyminen olisi ohjattavissa tällä tavoin rakenteellisin ja ilmanvaihdollisin keinoin. Tällöin kuivikkeiden kulutus jäisi varsin pieniksi. Täyskuivikepohjalla siat sen sijaan valitsisivat jonkin alueen ulostuspaikakseen. Tämä alue vettyisi pahoin, vaikka sitä kuivitettaisiin runsaasti. Kuivikepohjan hoitaminen olisi siten varsin hankalaa. Sikalan kuivikepohja kannattaisi todennäköisimmin tehdä siten, että se toimisi ainoastaan makuualustana. Tämä makuualue tulisi siten tehdä syvennykseen niin, että sille levitetty kuivike ei kulkeutuisi suuremmissa määrin eläinten mukana lantakäytävälle. Kylmäkasvatuksen yhteydessä lantakäytävä olisi kiinteälattiainen. Lantakäytävä puhdistettaisiin lantakoneella mahdollisimman usein. Tällöin ravinnetappiot jäisivät varsin pieniksi. Tämän kaltaista järjestelmää ei voida käyttää porsituskarsinoissa eikä välikasvattamoissa, koska porsaasat karkaisivat viereisiin karsinoihin. Lämminkasvatuksessa voidaan kiinteälattiaisen lantakäytävän sijaan käyttää ritilää tai rakolattiaa. Tällöin ei myöskään lantakonetta tarvita. Kylmässä porsitussikalassa ryhmäjoista jouduttaisiin luopumaan.

Perinteisessä kuivikepohjassa kompostoituneen kuivikepohjan massa on noin puolet sen lantamäärän massasta, josta se muodostui. Repimättömän kuivikepohjan tilavuuspaino on käytetystä kuivikeseoksesta eli käytännössä kuivikepohjan kosteudesta riippuen 400 - 600 kg/m<sup>3</sup>. Perinteisessä kuivikepohjassa varastoitu tai perinteisestä kuivikepohjasta repimättä poistettu kuivikepohja vie yhtä paljon tilaa kuin vastaava lanta lietalantana varastoituna. Jos kuivikepohja poistetaan repimällä se saattaa viedä 4 - 5 -kertaisen tilan repimättömään nähden. Revitty kuivikepohja vaatii siten 2 - 2,5 -kertaisen varastointitilan verrattuna samaan lantaan varastoituna lietalantana.

Eri kuivikeseoksista oljen, turpeen ja hakkeen seokset on tutkittu varsin kattavasti. Hyvin lyhyestä ja vastaavasti hyvin pitkästä olkifraktioista koostuvien kuivikeseosten käyttöä pitäisi tutkia. Olkipulan takia olkea korvaavia vaihtoehtoisia kuivikemateriaa-

leja tulisi tutkia. Olkipula on pahin itseuudistuvaa naudanlihantuotantoa harjoittavilla tiloilla, koska emot syövät talven aikana pääasiassa olkea. Vaikka lypsykarja tarvitsee kuiviketta päättä kohti enemmän kuin emolehmät, ei kuivikepohjalla olevien lypsylehmien oljen kokonaiskulutus kuitenkaan ylitä emolehmien kulutusta.

#### 7.1.4. Vinokuivikepohja

Perinteisen kuivikepohjan hyvän toimivuuden kannalta on tarpeen voida kehittää kuivitusmenetelmä, jossa kuivikkeet voidaan jakaa päivittäin kohtuullisin työpanoksien ja kohtuullisin kustannuksien. Tällä hetkellä tarve koskee lähinnä turpeen ja oljen jakamista. Eräs ratkaisu kuivikkeiden jakelun automatisoinnissa voisi olla vinokuivikepohja, jossa kuivike syötetään kuivikepohjan yläreunasta ja poistetaan lannan mukana lantakäytävältä. Menetelmän toimivuuden tutkimiseen on tarvetta, koska sen toimivuutta ei ole testattu Suomea vastaavissa kylmissä olosuhteissa. Lämpötila vaikuttaa ainakin kuivikepohjan virtausnopeuteen. Siihen saattaa vaikuttaa varmasti myös muut tekijät, kuten kuivikkeen laatu ja eläintiheys. Kuivikekerroksen paksuuteen vaikuttaa ainakin lattian kaltevuuskulma. Tätä on tutkittu ainakin jonkin verran Italiassa (CHIAPPINI ja ZAPPIVIGNA 1993), mutta eri kaltevuuksilla varustettujen karsinoiden eläimet eivät olleet keskenään verrannollisia, joten tutkimuksen tulokset ovat varsin arveluttavia. Kuivikekerroksen tulisi olla ainakin 30 cm paksu, jotta se palaisi. Vinokuivikepohjaan ei voi muodostua selviä kerroksia, joten palaminen on varsin epämääräistä ja saattaa vaatia jälkikompostointia. Ehkä vinokuivikepohjaa pitäisikin käyttää vain lannan ja kuivikkeen sekoituspaikkana, ja varsinainen kompostointi tapahtuisikin vasta aumassa tai kompostorissa. Kuivikkeiden kulutus vinokuivikepohjalla on 2,5 - 6,0 kg/el-pv riippuen siitä sidotaanko virtsa kuivikkeisiin vai ei eli sama kuin kuivikelantajärjestelmässä (CHIAPPINI ja ZAPPIVIGNA 1993, s. 1002 ja BARTUSSEK 1993, s. 987).

#### 7.1.5. Kestokuivikepohja

Kestokuivikepohjissa käytetään kuivikkeena pääasiassa sahanpurua. Kestokuivikepohja on tietyvästi toiminut tyydyttävästi sikaloissa. Se ei kuitenkaan sovellu porsitussikalaan tai välikasvattamoon, koska pikkuporsaat karkaavat karsinoista toisiin. Ongelma aiheutuu siitä, että karsinoiden väliaitojen tulee olla kääntyviä kuivikepohjan kääntämistä varten. Kestokuivikepohjan toimivuudesta navetoissa ei ole tietoa. Oletettavasti ainakin kuivikekerroksen tulee olla paksumpi kuin sikaloissa suuremman lantamäärän takia.

Kestokuivikepohjan kuivikkeiden kulutus on verrattain vähäistä. Kestokuivikepohjan kuivikkeenkulutus on lihasikojen ja vieroitettujen porsaiden karsinoissa noin 0,15 m<sup>3</sup> alkuperäistä lanta-m<sup>3</sup> kohti. Sahanpurun tilavuuspaino on 43 %:n kosteudessa noin 240 kg/m<sup>3</sup> (KAPUINEN 1992, s. 40). Kuivikkeita kuluu siten noin 35 kg alkuperäistä nykyisin varastoitavaa liete-m<sup>3</sup> kohti. Kestokuivikepohjan kuivikkeiden kulutus on siten vain noin 7 % perinteisen kuivikepohjan kuivikkeiden kulutuksesta. Joutilaiden emakoiden karsinoissa kuivikkeen kulutus on suurempi kuin

lihasikojen ja vierotettujen porsaiden karsinoissa, koska joutilaat emakot vaativat enemmän tilaa, mutta lantamäärä on sama kuin yhden lihasikapaikan, kuivikepohjan paksuus on sama ja kuivikepohja vaihdetaan useammin. Lihasiat tarvitsevat kuivikepohjaa  $1,0 \text{ m}^2$ , vieroitettut porsaas  $0,4 - 0,5 \text{ m}^2$  ja joutilaat emakot  $2,5 \text{ m}^2$ . Lihasikojen kuivikepohja vaihdetaan 1,5 vuoden välein, vieroitettujen porsaiden kahden vuoden välein ja joutilaiden emakoiden vuoden välein. Joutilaiden emakoiden kuivikkeiden kulutus kestokuivikepohjassa on noin  $0,95 \text{ m}^3$  alkuperäistä lanta- $\text{m}^3$  kohti. (ANON. 1992d ja KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 60.) Kuivikekustannus lihasikojen ja vieroitettujen porsaiden karsinoissa on siten noin 4,50 mk ja joutilaiden emakoiden karsinoissa noin 28,50 mk alkuperäistä liete- $\text{m}^3$  kohti sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan.

Entsyymipreparaatti muodostaa merkittävän kustannuserän. Ohjeen mukaan käytettynä entsyymipreparaattia kuluu noin  $3,5 \text{ kg}$  kuivikepohja- $\text{m}^2$  eli lihasikapaikkaa kohti yhden kuivikepohjan käytön aikana (ANON. 1992d). Lantaa kertyy tänä aikana  $3,6 \text{ m}^3$  lihasikapaikkaa kohti, joten preparaattia kuluu noin  $1 \text{ kg}$  lanta- $\text{m}^3$  eli tonnia kohti. Entsyymipreparaatin aiheuttama kustannus on noin 37 mk lanta- $\text{m}^3$  kohti. Joutilaiden emakoiden karsinoissa entsyymipreparaattia kuluu 2,5-kertainen määrä lihasikakarsinoihin nähden, koska ne tarvitsevat 2,5-kertaisen määrän kuivikepohjaa lihasikoihin verrattuna, jolloin entsyymipreparaatista aiheutuva kustannus on peräti 92,50 mk lanta- $\text{m}^3$  kohti.

Kestokuivikepohjaisen sikalan rakennuskustannus on erään tiedon mukaan 1 750 mk sikapaikkaa kohti, kun se perinteisessä lietalantasikalassa on 2 500 mk sikapaikkaa kohti (ANON. 1992d). Sikalarakennuksen vuotuiset kustannukset olisivat tämän tiedon perusteella noin 60 - 98 mk sikapaikkaa kohti alemmat kestokuivikepohjaisessa sikalassa kuin perinteisessä lietalantasikalassa riippuen lietalantajärjestelmän aiheuttamien lisärakenteiden poistoajasta. Pienin arvo on laskettu 20 vuoden ja suurin arvo 10 vuoden poistoajan mukaan. Korkona on käytetty kuutta prosenttia. Alkuperäistä lanta- $\text{m}^3$  kohti kestokuivikepohjasikalan vuotuiset kustannukset rakennuksesta olisivat vastaavasti noin 25 - 41 mk edullisemmat kuin perinteisessä lietalantasikalassa. Lisäinvestoinnista noin puolet aiheutuu lietesäiliöstä ja toinen puoli rakolattiapalkeista, jos käytetään kokorakolattiakarsinoita. Osarakolattiakarsinoissa rakolattian osuus on noin 45 %, jolloin rakolattiasta aiheutuva kustannus on 55 % pienempi kuin kokorakolattiakarsinassa. Lietesäiliön rakennuskustannus on varastoitaessa sikalaliete sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan noin 360 mk sikapaikkaa kohti. Kestokuivikepohja ei voi olla pienempi kuin  $1 \text{ m}^2$  sikapaikkaa kohti, koska se vettyy kasvatuskauden lopussa liian suuren kuormituksen takia, jos se on tätä pienempi. Rakolattiakarsina sen sijaan voi olla esimerkiksi vain  $0,8 \text{ m}^2$  sikapaikkaa kohti. Tämä on samalla rakolattian pinta-ala kokorakolattiakarsinassa. Osarakolattiakarsinassa rakolattian pinta-ala on noin  $0,35 \text{ m}^2$  sikapaikkaa kohti. Rakolattia maksaa noin  $250 \text{ mk/m}^2$  ja vastaava lantaritilä  $350 \text{ mk/m}^2$  (ANON. 1992e, s. 8). Arvio siitä, että rakennuskustannus olisi kestokuivikepohjasikalassa 750 mk lihasikapaikkaa kohti pienempi kuin rakolattiasikalassa,

jos verrataan eroa kestokuivikepohjan ja kokorakolattian välillä, jos karsinoiden pinta-ala on sama kummassakin tapauksessa ja jos lietelantalan rakennuskustannus otetaan huomioon, on siten varsin realistinen. Käytettäessä osarakolattiaa ja mahdollisimman pientä karsina-alaa sikapaikkaa kohti rakennuskustannuksen ero jäänee noin 450 mk:aan lihasikapaikkaa kohti. Tällöin lietelantasikalasta aiheutuvat vuotuiset rakennuskustannukset olisivat 15 - 25 mk lanta- $m^3$  kohti suuremmat kuin kestokuivikepohjasikalassa. Rakolattiapalkistosta aiheutuva rakennuskustannus on noin 20 - 33 mk/ $m^3$  kokorakolattiakarsinassa ja 12 - 20 mk/ $m^2$  osarakolattiakarsinassa, jos korkokanta on 6 % ja rakolattia kestää 10 - 20 vuotta. Lantaritilästä aiheutuva vastaava kustannus on 40 % suurempi.

Kestokuivikepohja vaikuttaisi taloudellisesti varsin mielekkäältä ratkaisulta lihasikojen ja vierotettujen porsaiden kasvatuksessa, jos otetaan huomioon kuivikkeista ja rakennuksesta aiheutuva kustannus. Sen sijaan entsyymistä aiheutuvaa kustannusta rakennuskustannuksen säästö ei kata. Entsyymistä ja kuivikepohjan sekoittamisesta aiheutuvien kustannusten on merkittävästi alennuttava, jotta kestokuivikepohja olisi taloudellisesti mielekäs. Toinen vaihtoehto olisi, että sika käyttäisi kestokuivikepohjakarsinassa lisäkasvukiloa kohti noin 10 - 20 % vähemmän rehua kuin rakolattiakarsinassa. Kuitenkin jos sikala perustetaan johonkin vanhaan rakennukseen, jossa ei ole lietelantajärjestelmää mutta kestokuivikepohja voidaan koneellisesti hoitaa ja jossa sikoja pidetään selvästi alle 10 vuotta, lietelantajärjestelmän aiheuttamien rakenteiden vuotuiset kustannukset olisivat niin suuret, että kestokuivikepohja on tällöin taloudellisesti mielekäs ratkaisu. Kuitenkin jos entsyymipreparaattia joudutaan käyttämään nykyisiä määriä ja sen hinta säilyy nykyisellä tasolla, jopa kuivikkeisiin imeyttämien on mielekkäämpi ratkaisu, jos lietesäiliö on jäänyt liian pieneksi. Lietelantajärjestelmän aiheuttamien kustannusten kannalta oleellisinta on rakolattiapalkkien ja ritilöiden käyttöaika.

Erään tiedon mukaan (KOIVUNEN 1992) poistettava kestokuivikepohja sisältää neljän kasvuserän jälkeen kokonaistyyppä 1,36 %, fosforia 0,89 % ja kalia 2,07 %, ja kokonaistyypestä noin 20 % on ammoniumtyyppä. Ammoniumtyypin pitoisuus olisi siten noin 0,27 %. Kasveille ensimmäisenä vuonna käyttökelpoista tyyppä olisi siten arviolta 0,55 %. Verrattaessa KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, liite 1) lihasikojen lietteestä mitattavia fosforin ja typen pitoisuuksien suhdetta edellä poistettavasta kestokuivikepohjasta saatuihin arvoihin olettaen, että kun fosforia ei häviä, typen tappiot ovat yli 50 %. Tämä antaa viitteitä siitä, että kestokuivikepohjan tyyppi ei häviä ammoniakkinä, vaan ilo- ja typpikaasuna. Typen häviöiden aiheuttaman tappion arvo saattaa siten olla jopa yli 20 mk/ $m^3$  alkuperäistä lantaa. Kun otetaan lisäksi huomioon typen käyttökelpoisuus kasveille tappion arvo voi olla jopa 29 mk/ $m^3$  alkuperäistä lantaa. Ilmiö on sama kuin lietelantaa ilmastettaessa siten, että siinä on vuoronperään suuri happipitoisuus ja hapen puute. Tämä johtaa siihen, että ammoniumtyppi ensin hapettuu nitraattityypeksi ja sen jälkeen pelkistyy ilo- ja typpikaasuksi. Menetelmää käytetään yleisesti jätevesien biologisessa typenpoistossa. (LEINONEN 1993, s. 21 - 22.) Ilokaasu on kasvihuonekaasu. Typen häviöt on

saatava nykyistä pienemmiksi, jotta kestokuivikepohja olisi taloudellisesti mielekäs. Nykyiset tappiot saattavat aiheuttaa lisäksi merkittäviä ympäristövaurioita.

Merkittävin kestokuivikepohjan etu on, että alkuperäisen lannan massa ja tilavuus pienenevät radikaalisti. Lihaskojen ja porsaiden lannan tilavuus pienenee noin 6. -7. -osaan. Lannan massa pienenee noin 16. - 17. -osaan alkuperäisestä. Jos ravinteita ei joutuisi hukkaan, pellolle ajettavien kuormien määrästä jäisi jäljelle 6 - 17 % alkuperäisestä riippuen siitä, rajoittaako kuormakokoa kuorman paino vai tilavuus. Joutilaiden emakoiden lannan tilavuus ei juuri pienene, mutta massa kylläkin. Sen massa pienenee noin 60 %. Lyhyillä etäisyyksillä kuljetuskustannus on pieni. Esimerkiksi kilometrin päähän lannan siirtokustannus on noin 3 mk/tn, jos huomioidaan vain traktorin muuttuvat kustannukset ja kuljettajan palkka. Kuljetusmatkan kasvaessa kuljetuskustannusten merkitys kasvaa merkittäväksi. 125 kg tyypeä hehtaarille saadaan, kun levitysmäärä on noin 23 tn/ha tai noin 58 m<sup>3</sup>/ha. Lihaskalan lietteen ensimmäisenä vuonna käyttökelpoisen typen pitoisuus on noin 0,5 % (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1). Siten poistettua kestokuivikepohjaa on ajettava pellolle suunnilleen sama massa kuin lietettäkin, mutta levitettävän lannan tilavuus on 2,5-kertainen. Neljän tonnin kestokuivikepohjakuorma vaatisi tilaa noin 10 m<sup>3</sup>. Siten kestokuivikepohjan levityksessä tilavuus rajoittaa kuorman kokoa enemmän kuin paino, ja ajoneuvokaluston painosta aiheutuva tallaantuminen lisääntyy käytettäessä kestokuivikepohjaa lannoitteena lietelannan sijasta ja lannoitettaessa typen mukaan. Jos kestokuivikepohjaa käytetään ainoana lannoitteena, fosfori- ja kalilannoitus tulevat ylimitoitettua moninkertaisesti. 125 kg:sta käyttökelpoista tyypeä kohti tulee noin 205 kg fosforia ja noin 475 kg kalia. Kaupallisista väkilannoitteista se vastaisi lähinnä PK-lannoitteita ja soveltuisikin sellaisenaan ainoastaan lähinnä syysviljojen syyslannoitukseen. Muussa käytössä se vaatisi typpilannoitelisän. Fosforipitoisuuden mukaan lannoittamalla levitysmäärä jäisi 3,4 tonniin/hehtaari tavoiteltaessa 30 kg P/ha. Näin pienen kuivikelantamäärän levittäminen tasaisesti on lähes mahdotonta, joten kestokuivikepohjan käyttö lannoitteena johtaa aina fosforin ja kalin ylilannoitukseen. Kestokuivikepohjan lannan ravinteiden konsentroitumisen hyödyntäminen edellyttäisi, että se olisi levitettävissä nykyisillä väkilannan rivilannoittimilla tai kalkinlevittimillä.

Kestokuivikepohjaa on jonkin verran kokeilu myös naudoille huonoin menestyksin. Syynä tähän on mitä ilmeisimmin suuri lantamäärä, jolloin sioilla käytetty 0,5 metriä ei ole riittänyt kuivikepohjan paksuudeksi. Lihasika tuottaa lantaa noin 2,4 m<sup>3</sup> vuodessa kuivikepohjan neliometriä kohti. Lypsylehmä tarvitsee ollessaan kokonaan kuivikepohjalla tilaa noin 6,5 m<sup>2</sup>. Se tuottaa vuodessa lantaa keskimäärin noin 25,5 m<sup>3</sup>. Lantamäärä on siten noin 3,9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-vuosi eli noin 62 % enemmän kuin lihasiialla. Kestokuivikepohjan paksuuden pitäisi lypsylehmillä siten olla noin 80 cm. Lihasonni tuottaa keskimäärin 7,7 m<sup>3</sup> lantaa vuodessa ja vaatii kuivikepohja-alaa keskimäärin 3 m<sup>2</sup>. Lantamäärä pinta-alaa kohti on siten lähes sama kuin lihasioilla, joten lihanauoille pitäisi hyvinkin riittää 50 cm paksu kuivikepohja. Emolehmien vaatima karsina-ala on 8 - 10 m<sup>2</sup>. Ne tuottavat vuodessa lantaa noin 10 m<sup>3</sup>. Kuivike-



pohjan pinta-alaa kohti muodostuva lantamäärä olisi siten noin 46 % lihasioista muodostuvaan verrattuna. Tällä perusteella emolehmiä kestokuivikepohja voisi olla niinkin ohut kuin 23 cm. Näin ohut kuivikepohja ei kuitenkaan voi pidättää itsessään riittävästi lämpöä, jotta palamislämpötila säilyisi riittävän korkeana. Kaiken kaikkiaan kestokuivikepohja näyttäisi teknisesti soveltuvan varsin hyvin lihanoille ja emolehmille. Lihakarjan lannan tyypin arvo on noin 33 mk/tn. Tästä noin 50 % voidaan menettää kestokuivikepohjassa. Jäljelle jäävästäkin vain noin 30 % on kasveille käyttökelpoista. Menetelmän aiheuttamat ravinnemenetykset ovat siten arvoltaan noin 28 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti. Yhdessä kuivikekustannuksen (4,50 mk/liete-m<sup>3</sup>) kanssa menetelmästä aiheutuvat kustannukset ylittävät selvästi lietalantajärjestelmän lisärakenteista aiheutuvat kustannukset.

Lypsykarjanavetan lietalantajärjestelmän rakenteiden aiheutuvat vuotuiset lisäkustannukset verrattuna kestokuivikepohjan aiheuttamiin rakennuksen vuotuis-kustannuksiin ovat pihatossa 19 - 23 mk ja parsinavetassa 15 mk sisäruokintakauden aikana tuotettua lietalanta-m<sup>3</sup> kohti sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan. Lypsykarjalla lannan ravinteiden häviöiden arvo on pienempi sen lihakarjan lantaa alhaisempien typpipitoisuuksien takia. Tällöin ravinnetappioiden arvo jää runsaaseen 10 markkaan lanta-m<sup>3</sup> kohti.

Kestokuivikepohjan toiminnan selvittämiseksi tulisi tehdä vertailevia laboratorioskokeita, joissa ensinnäkin testattaisiin eri entsyymipreparaattien tehoa eri kuivikemateriaaleihin. Samalla tavalla pitäisi tutkia erilaisten kääntämisen rutiinien soveltuvuutta kestokuivikepohjan käsittelyyn, kuivikepohjan kerrospaksuutta lantamäärään eli eläinkuormaan nähden ja toiminnan varmuutta erilaisissa lämpötiloissa. Kestokuivikepohjan vaatima kerran viikossa tapahtuva kääntö on nykyisillä menetelmillä niin työläs, että kuivikkeen kulutuksen on oltava merkittävästi pienempi kuin perinteisessä kuivikepohjassa, jotta menetelmä kannattaisi. Tämän jälkeen pitäisi laboratorio-olosuhteissa toimiva kuivikepohja siirtää käytännön kasvattamoon testausta ja käytännön sovellutusten kehittämistä varten.

## **7.2. Lannankäsittelyjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät**

### **7.2.1. Lannankäsittelyjärjestelmien rakennuskustannus ja siitä aiheutuva vuotuis-kustannus**

Lannankäsittelyjärjestelmän valinta perustuu sekä isoilla että pienillä karjatililla menetelmän taloudellisuuteen ja ympäristövaikutuksiin. Lietalantajärjestelmän vuotuis-kustannus on selvästi pienempi kuin muiden järjestelmien niin isoilla kuin pienilläkin tiloilla. Lietalantajärjestelmän taloudellisuus edellyttää kuitenkin, että rakenteisiin sijoitettu pääoma voidaan kuolettaa kokonaan.

Lietalantamenetelmässä lannanpoiston työnsäästö on noin 60 % käsimenetelmiin ja 20 - 40 % koneellisiin menetelmiin verrattuna. Lannan kuormauksessa, kuljetuksessa ja levityksessä lietalantajärjestelmän työnsäästö on 50 - 70 % verrattuna kuivalantajärjestelmän vastaavaan. Lietalantajärjestelmässä kuivikekustannukset ovat vähäiset.

Lisäksi kasvinravinteet saadaan siinä paremmin talteen ja hyödynnettyä kuin kuivalantajärjestelmässä. Taloudellisuutta voidaan edelleen parantaa lietelannan käsittelyssä tarvittavien koneiden yhteiskäytöllä. (HOLMA 1975, s. 90, 136 - 137.)

Lietelantajärjestelmästä aiheutuvat suuremmat rakennuskustannukset verrattuna kuivalantamenetelmään aiheutuvat pääasiassa rakenteista, joiden kestoikä on kuitenkin 2 - 4 -kertainen verrattuna lannanpoistolaitteiden kestoikään (HOLMA 1975, s. 88). Lisäksi rakenteiden korjaus- ja kunnossapitokustannukset ovat pienet. Lannankäsittelyjärjestelmän rakenteiden aiheuttamat vuotuiset kustannukset koostuvat pääasiassa poistosta ja korosta. Yhteensä niistä kertyy noin 8 % rakennuskustannuksista. Vastaavasti lannanpoistolaitteiden vuotuiset kustannukset ovat noin 13 % niiden hankintahinnasta. Lietelantajärjestelmän lisärakenteista verrattuna kuivalantajärjestelmään aiheutuvat hankintakustannukset voivat siten olla noin puolitoistakertaiset verrattuna vastaavan kuivalantajärjestelmän lantakoneiden hankintakustannuksiin.

### **7.2.2. Lannan arvo eri lannankäsittelyjärjestelmissä**

Kiinteälantajärjestelmässä lannan ravinnearvo ei pysty kattamaan sen kuljetus- eikä levityskustannuksia. Lietelantajärjestelmässä lannan ravinnearvo kattaa sen siirto- ja levityskustannukset sekä parhaassa tapauksessa osan varastointikustannuksista. Lisäksi kiinteälantajärjestelmässä virtsan talteensaanti on vajavaista. (HOLMA 1975, s. 90, 100.) Koska kiinteän lannan ravinnearvo ei edes kata kuljetus- ja levityskustannuksia, ei sen hyödyntäminen kannata taloudellisesti, vaikka varastointi ei maksaisi mitään. Ilmainen varastointi tarkoittaa lähinnä peltopatterivarastointia. Sen sijaan lietesäiliöön varastoitu lietelanta kannattaa kuljettaa ja levittää pellolle. Tällöin kerran varastoitu lietelanta kannattaa levittää huolellisesti, kun kuivalannasta kannattaa hankkiutua eroon mahdollisimman halvalla. Lisäksi lietelannan levitys rahtityönä on eläintä ja vuotta kohti merkittävästi halvempi kuin vastaavat kiinteän lannan ja virtsan levitystyöt (HOLMA 1975, s. 90).

### **7.2.3. Eri lannankäsittelyjärjestelmien ominaisuudet**

Lietelantajärjestelmän haittapuolista tärkein on hajuhaitat. Ne voidaan kuitenkin pitää kohtuullisena. (HOLMA 1975, s. 137.) Hajujen muodostumisen torjumisessa käytettävät keinot ovat pitkälle samat kuin lannan ravinteiden säästöön tähtäävät keinot. Tehokkaimpia hajujen torjuntakeinoja ovat lietteen sijoitus ja välitön multaus (HOLMA 1975, s. 137). Lietelannan sijoittaminen vaatii runsaasti vetovoimaa ja on hidasta verrattuna pintalevitykseen. Kasvustoon sijoittaminen vaurioittaa lisäksi kasvustoa.

Eräs lypsykarjatalouden lietelannankäsittelyn suurimmista ongelmista on suurista pesuvesimääristä johtuvat suuret lietemäärät. Lietteiden joukossa saattaa olla jopa puolet pesuvettä. Suuri osa lypsykarjanavetassa muodostuvista pesuvesistä on kertaluonteisia, ja niiden muodostuminen liittyy lypsykoneen pesemiseen. Pesuvesien

määrä on varsin riippumaton lypsylehmien määrästä, jolloin pesuvesien määrä lypsylehmää kohti tulee pienessä karjassa suureksi. Tämä johtaa lietelannan kuiva-ainepitoisuuden voimakkaaseen laskuun. KEMPPAISEN (1984, s. 24) mukaan lietteen kuiva-ainepitoisuus oli alle 10 lehmän karjoissa vain 4,3 % ja yli 30 lehmän karjoissa jopa 7,5 %. Siten keskimääräisen karjakoon kasvu vähentää lietesäiliöön johdettavista pesuvesistä aiheutuvaa haittaa, joskaan ei poista sitä. Navetan lietelannan kuiva-ainepitoisuus tulisi kohottaa noin 10 %:iin.

Kuivalantamenetelmän suurin haitta on sen suuri työnmenekki. Työnmenekki automatisoidussa parsinavetan kuivalannanpoistojärjestelmässä on 10 - 19 lehmän karjassa yli 30 % suurempi kuin vastaavassa lietelantajärjestelmässä. Käsityövälinein tehtynä kuivalantajärjestelmän työnmenekki on jopa 150 % suurempi kuin vastaavassa lietelantajärjestelmässä. Edelleen siirtyminen lietelantaparsinavetasta lietelantapihattoon pienentää lannanpoiston työnmenekkiä 55 %. (ANTTILA 1967, s. 80, ANON. 1965, OKSANEN ja LAUROLA, s. 21, SIPILÄ ja UOTILA 1971, s. 45.) Viime mainitun työnerän arvo on noin 170 mk lehmää kohti sisäruokintakauden (8 kk) aikana työn arvon ollessa 48 mk/h.

Toinen kuivalantajärjestelmän suuri haitta on suuri kuivikkeiden kulutus. Kuivikkeita kuluu esimerkiksi parsinavetassa lypsylehmää kohti 300 - 1000 kg sisäruokintakauden aikana (HOLMA 1975, s. 86 - 87). HOLMAN (1975, s. 87) mukaan olkien korjuu ja varastointikustannus oli jo 70-luvun alussa sama kuin nykyisinkin eli 10 - 20 p/kg. Olkikuivikkeesta aiheutuvat kustannukset ovat siten vähintäänkin yhtä suuret kuin ostettavasta turpeesta. Parsinavetassa kuivikkeista aiheutuvat kustannukset olisivat 15 p/kg mukaan laskien noin 45 - 150 mk lehmää kohti 8 kuukauden sisäruokintakaudessa ja 2,75 - 9,25 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti lietelantana sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan (taulukko 4). Näitä arvoja on käytettävä verrattaessa kuivalantajärjestelmän kustannuksia lietelantajärjestelmän kustannuksiin. Eläimistä muodostuvaa lanta-m<sup>3</sup> kohti kuivikkeista aiheutuvat kustannukset ovat noin 2,5-kertaiset verrattuna kuivikekustannuksiin lietelannaksi laskettua lanta-m<sup>3</sup> kohti sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan eli 6,70 - 23,10 mk/m<sup>3</sup>. Kumpikin edellä mainituista alarajoista liittyy lähinnä siihen tilanteeseen, että ainoastaan parret kuivitetaan eikä lantaa ja virtsaa yritetäkään sitoa kuivikkeisiin. Tällöin sonnan ja virtsan määrä ei vaikuta kuivikkeiden käyttömäärään. Ylemmät rajat liittyvät tilanteeseen, että virtsaa ja sontaa yritetään ainakin jonkin verran imeyttää kuivikkeisiin. Ruokinnan taso ja syötettävän rehun kuiva-aineen hajoavuus sekä kosteuspitoisuus vaikuttavat lannan määrään, jolloin kuivikkeiden kulutus muuttuu ruokinnan mukaan pidettäessä lanta kuivalantana. Lypsylehmä tuottaa lantaa keskimäärin 45 kg päivässä vaihteluvälin ollessa 30 - 60 kg/pv. Lypsylehmän lannan kuiva-ainepitoisuus on keskimäärin 12 %, jos siihen ei ole lisätty mitään ylimääräisiä vesiä. (BERGLUND 1965, s. 10, STEINECK 1973, s. 53 ja NILSSON 1974, s. 7.) Kuiva-ainetta muodostuu tällöin 5,4 kg päivässä. Kuivikeannoksen ollessa keskimäärin 4,2 kg/pv kuivikelannan kuiva-ainepitoisuudeksi tulee 17,8 %, jolloin se on juuri ja juuri kuivalantaa.

Kuivike kuluu pääasiassa virtsan sitomiseen, eikä pelkän sonnan sitomiseen yleensä tarvita kuivikkeita, koska sonnan kuiva-ainepitoisuus on 16 - 25 % (BERGLUND 1965, s. 10 ja STEINECK 1973, s. 53). Siten jos virtsa erotetaan, kuivikkeita ei tarvita muuten kuin parsien kuivittamiseen. Nämäkin kuivikkeet voidaan ainakin lämminkasvatuksessa korvata parsimatoilla. Virtsa on erotettava jo lantakourussa, jotta erottamisesta selvitään ilman erillisiä koneita. Myöhemmässä vaiheessa erottaminen on tehtävä separaattorilla.

Parsinavetan kuivalantajärjestelmässä kuivikekustannus on vielä kohtuullinen, mutta kuivikepohjaisissa pihatoissa se muodostuu todella merkittäväksi kustannuseräksi. Täyskuivikepohjaisessa navetassa kuiviketta kuluu noin 55 % lannan painosta. Kuiviketta kuluu lypsylehmää kohti noin 5,4 tonnia 8 kuukauden sisäruokintakauden aikana eli noin 810 markan arvosta, jos lantaa tulee 45 kg lehmää kohti päivässä. Kuivikkeiden kokonaiskulutus pienenee noin 60 % eli on noin 2,1 tonnia lypsylehmää kohti sisäruokintakauden aikana, jos täyskuivikepohjan sijasta käytetään osakuivikepohjaa. Kuivikekustannus lehmää kohti on siten noin 324 mk sisäruokintakauden aikana. Lehmästä muodostunutta lanta-m<sup>3</sup> kohti kuivikekustannus on siten noin 75 markkaa. Suhteutettaessa se keskimääräiseen varastoitavaan lypsykarjan lietelantaan kustannus olisi noin 50 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti. Valmista kompostoitunutta kuivikepohjaa syntyy noin 60 % lannan painosta. Valmiin kuivikepohjan ravinteiden arvo on korkeintaan noin 24 markkaa alkuperäistä lanta-m<sup>3</sup> kohti, jos ravinteiden arvo huomioidaan kokonaisuudessaan. Jos orgaaninen tyyppi huomioidaan vain siltä osin kuin se todennäköisesti mobilisoituu ensimmäisen kasvukauden aikana, kuivikepohjan ravinteiden arvo olisi vain 17,40 mk alkuperäistä lanta-m<sup>3</sup> kohti. Käytettyä kuivike-kg kohti ravinteiden arvo olisi siten vain 5 tai 3,5 penniä vastaavassa järjestyksessä. Kuivikkeiden käyttöä ei siten voida perustella ravinteiden sitomisella. Niillä pyritään pelkästään parantamaan eläinten ympäristöolosuhteita. Kiinteälantajärjestelmässä suuri osa lannan arvosta lannoitteena menetetään lannoitus- ja levitysteknisistä syistä (HOLMA 1975, s. 93). Lantaa, jossa on korkea kuiva-ainepitoisuus ei voida levittää kasvustoon, jolloin lantaa voidaan levittää ainoastaan perustettaville nurmille ja viljapelloille ennen kylvöä. Tämäkin edellyttää, että ne voidaan kyntää ennen kylvöä. Syksyllä levitetystä lannasta huuhtoutuu merkittäviä määriä ravinteita vesistöön. Viljapelloille levitetystä lannasta huuhtoutuu ravinteita syksyllä, vaikka lanta olisikin levitetty keväällä ja mullattu.

#### **7.2.4. Karjakoon ja nykyisen lannankäsittelyjärjestelmän vaikutus lannankäsittelyjärjestelmän valintaan**

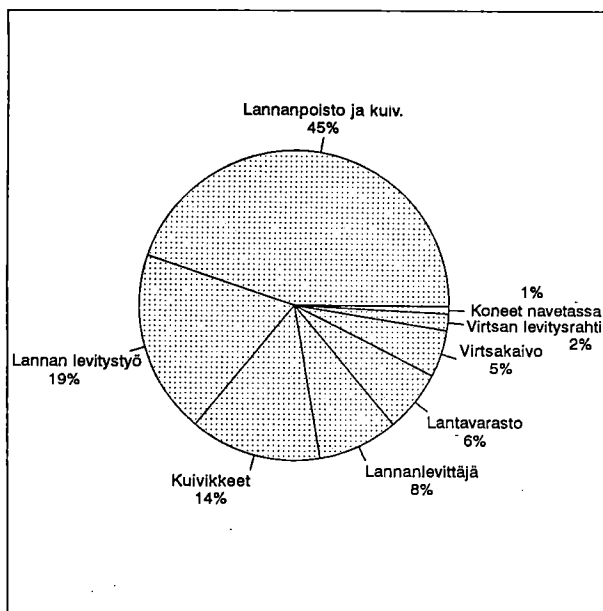
Käsivaraista kuivalantamenetelmää ei kannata muuttaa lietelantajärjestelmäksi, jos tuotanto jatkuu vain muutaman vuoden, koska lietelantajärjestelmän perustamiskustannukset ovat suuret. Sen käyttökustannukset sen sijaan ovat selvästi pienemmät kuin käsivaraisen tai koneellisen kuivalantajärjestelmän. Lietelantajärjestelmä on edullinen myös pienillä 10 - 15 lehmän tiloilla, jos tuotanto jatkuisi pitempään kuin näyttäisi todennäköiseltä ja jos levityskalusto olisi useamman tilan yhteinen. Tätä

pienemmillä tiloilla ainoa taloudellisesti mielekäs lannankäsittelyjärjestelmä on käsivarainen. (HOLMA 1975, s. 92.) Lannan varastointi voidaan toki hoitaa lietelantana. Voidaankin todeta, että alle 15 lehmän navetoissa kannattaa pysyä vanhassa lannankäsittelyjärjestelmässä, koska tuotanto ei todennäköisesti jatku niin pitkään, että investoinnit tulisivat kuoletetuksi. Varsinaisia peruskorjauksia ei myöskään näin pienissä yksiköissä enää kannata tehdä. Sen sijaan pienet työt helpottavat korjaukset ja muutokset ovat perusteltuja. Jos lanta voidaan poistaa traktorilla ilman ylimääräisen kaluston hankintaa tai rakennustöitä, lanta kannattaa poistaa traktorilla. Uusi varsinainen lannanpoistolaite on taloudellinen vaihtoehto vain yli 30 nautayksikön tiloilla (HOLMA 1975, s. 92). Peruskorjauksen yhteydessä kannattaa harkita myös jo yli 15 nautayksikön navettaan koneellista lannanpoistoa, jos siinä ei entuudestaan ole lietelantajärjestelmää (HOLMA 1975, s. 95). Uusi parsipihatto koneellisella lietelantajärjestelmällä varustettuna on edullisin ratkaisu yli 30 nautayksikön karjoissa. Kuitenkin lanta kannattaa tällöinkin käsitellä lietteenä. (HOLMA 1975, s. 92.)

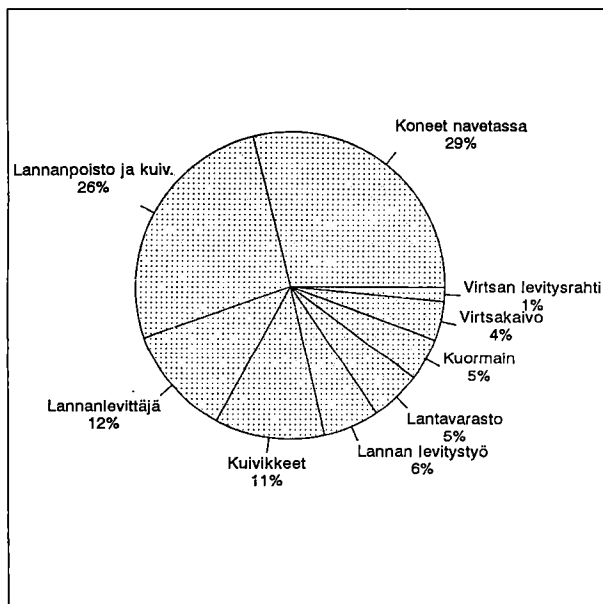
Lannankäsittelyjärjestelmää ei kannata muuttaa noin 12 lehmän navetassa, koska tämän kokoiset karjat eivät tule olemaan tuotannossa mukana niin pitkään, että niiden lannankäsittelyjärjestelmä kannattaisi muuttaa esimerkiksi lietelantajärjestelmäksi, koska muutoksen aiheuttamia kiinteitä kustannuksia ei ehditä kattaa rakennuksen käyttöaikana. Koneellista lannankäsittelyjärjestelmää ei näin pientä karjaa varten kannata rakentaa, vaikka järjestelmän käyttöaika olisikin riittävä. Sen sijaan lietelantajärjestelmä kannattaa säilyttää entisellään, sillä lietelantajärjestelmä on edullisin lannankäsittelyjärjestelmä myös pienissä karjoissa, kuten kuviosta 16 voidaan todeta. Sama pätee koneelliseen järjestelmään, koska lantakoneetta on vaikea myydä, eikä myynnin viivästyminen muutamalla vuodella vaikuta oleellisesti lannanpoistolaitteen jäännösarvoon.

On varsin kyseenalaista kannattaako niin pienen kuin 12 lehmän karjan yhteydessä olevaa lietesäiliötä laajentaa, koska se ei tule kuitenkaan olemaan tuotannossa mukana kovin pitkään. Tuotannon jatkuessa korkeintaan viisi vuotta ylimääräinen liete kannattaa imeyttää vaikkapa turpeeseen tai levittää talvella tavalla, josta ei aiheudu ympäristölle vaaraa. Pieniä noin 12 lehmän karjoja varten ei tulisi enää antaa ympäristöavustusta lantavarastojen tekoa varten. Ympäristöavustukset pitäisi mieluummin suunnata koneysteistyön tukemiseen. Avustusta voitaisiin antaa esimerkiksi lannanlevittimen vuokraamiseen tai levitysrahteihin. Kunnat voitaisiin velvoittaa ylläpitämään lannanlevitys- ja sekoituskaluston vuokraamoja tai suorittamaan maksua vastaan lannanlevitystä. Lietteen levitykseen soveltuu sama kalusto kuin asu-majätelietteen kuljetukseen. Kunnat voisivat vuokrata myös lietteen ilmastimia ja separaattoreita ja muuta vastaavaa kalustoa viljelijöille. 25 lehmän yksiköt säilyvät tuotannossa mukana vielä pitkään. Lantakoneelliset järjestelmät kannattaa hyödyntää loppuun. Lietelantajärjestelmien lantavarastot kannattaa laajentaa riittävän suuriksi.

### 7.2.5. Lannankäsittelyjärjestelmien rationalisointimahdollisuudet



**Kuvio 9.** Lannankäsittelykustannusten jakaantumien eri eriin 12 lehmän parsinavetassa, jossa on kuivalantajärjestelmä ja lannanpoisto käsivaraisesti (HOLMA 1975, s. 91).



**Kuvio 10.** Lannankäsittelykustannusten jakaantuminen eri eriin 12 lehmän parsinavetassa, jossa on kuivalantajärjestelmä ja lanta poistetaan koneella (HOLMA 1975, s. 91).

12 lehmän käsivaraisessa lannankäsittelyjärjestelmässä kuviossa 9 on oletettu, että lantakuormat tehdään ja lanta levitetään pellolla käsityövälinein. Täten työn osuus lannankäsittelyjärjestelmän kustannuksista on merkittävä, 64 %. Käsivaraista lannankäsittelyjärjestelmää voidaan merkittävästi tehostaa, jos lanta kuormataan ja levitetään pellolle yhteisillä koneilla, kuten kuviossa 10 voidaan todeta. Rakennuksen sisällä lannankäsittelyä ei näin pienessä karjassa kannata koneistaa eikä lantakone voi olla monen navetan yhteinen.

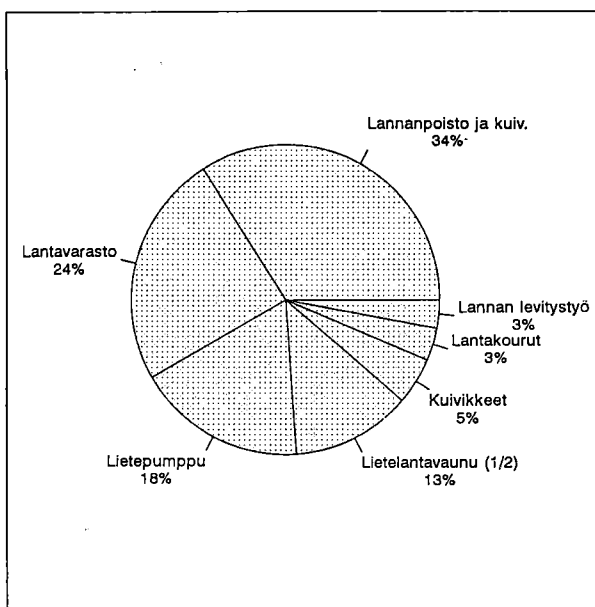
Olemassa olevasta lietelantajärjestelmästä aiheutuneita kustannuksia voidaan edelleen merkittävästi alentaa yhteisillä lantapumpuilla ja lietevaunuilla, koska niiden osuus kustannuksista on suuri, kuten kuviossa 11 voidaan todeta. Yhteinen lantapumppu ja lietevaunu pitäisi riittää ainakin kolmelle tämän kokoiselle karjalle. Rationalisoidun 12 lehmän lietelantaparsinavetan lannankäsittelyjärjestelmän kustannusten jakaantuminen selviää kuviossa 14. Yli kolme neljännestä jäljelle jäävistä kustannuksista on luonteeltaan sellaisia, että niitä ei voida enää karsia, koska lannanpoistoon ja levitykseen kuluva työaika lanta-m<sup>3</sup> kohti ei ole lietelantajärjestelmässä sidoksissa karjakokoon. Lannan varastointikustannukset ovat kuitenkin jonkin ver-

ran suuremmat lanta-m<sup>3</sup> kohti kuin suuremmassa karjassa. Koneyhteistyöhön ja kuivikkeiden käyttöön liittyvän rationalisoinnin jälkeen keskeisimmiksi rationalisointikohteiksi nousevat lannanpoisto ja lannan varastointi. Lannanpoiston aiheuttama työnmenekki kostuu pääasiassa lantaritilän puhdistamisesta, jota ei juuri voida

enää rationalisoida niin kauan kuin pysytään parsinavetassa. Lantavarastostakin aiheutuvat kustannukset ovat määräytyneet jo siinä vaiheessa, kun se rakennettiin, joten niihinkään ei voida vaikuttaa. Rationalisoidun 12 lehmän parsinavetan lannankäsittelyjärjestelmän suhteelliset nettokustannukset on nähtävissä kuvioista 16. Lannankäsittelyjärjestelmästä aiheutuvia kustannuksia on voitu säästää noin 30 % lisäämällä koneysteistyötä ja jättämällä kuivikkeiden käyttö pois.

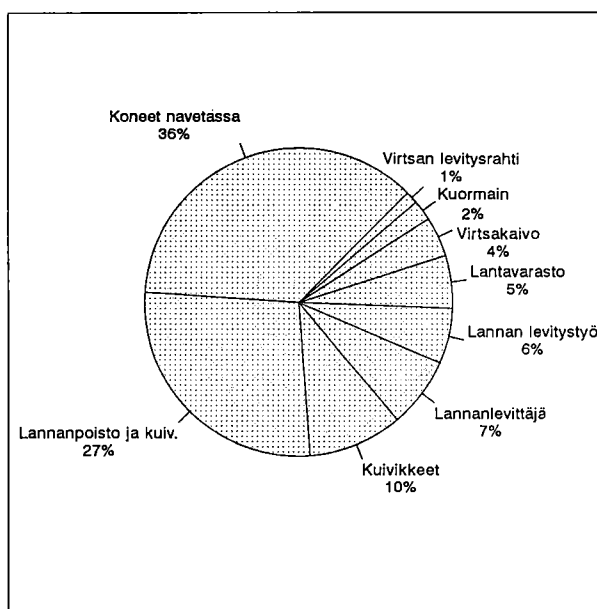
Kuivalantajärjestelmässä lantala- ja virtsasäiliöstä aiheutuvat kustannukset ovat vain noin 10 % koko lannankäsittelyjärjestelmän kustannuksista, kuten kuvioista 9, 10 ja 12 voidaan todeta. Lietelantajärjestelmässä varastosta aiheutuva kustannus on noin 25 % koko lannankäsittelyjärjestelmän kustannuksista, kuten kuvioista 11 ja 13 voidaan todeta. Kuivalantajärjestelmän lantalan ja virtsasäiliön kustannusoptimoinnilla ei siten voida saavuttaa yhtä suuria taloudellisia etuja kuin lietalantajärjestelmän lantavaraston kustannusoptimoinnilla.

Kuvioissa 11 ja 13 lietalantajärjestelmään sisältyy kustannuksia myös kuivikkeista. Niiden käyttö lietalantajärjestelmässä ei ole välttämätöntä, joten kuivituskustannus voidaan karsia kokonaan pois. Samalla jää pois osa lannanpoistoon ja kuivitukseen sisältyvästä työstä. Lietelantajärjestelmän lannanpoistoon liittyvää työtä voidaan edelleen vähentää, jos parsinavetan sijasta rakennetaan pihatto. Pihatossa, jossa ei käytetä kuivikkeita, lannanpoistosta ja kuivituksesta aiheutuva työkustannus jää kokonaan pois. Rationalisoidun 25 lehmän lietalantapihaston lannankäsittelykustannusten jakaantuminen selviää kuvioista 15.



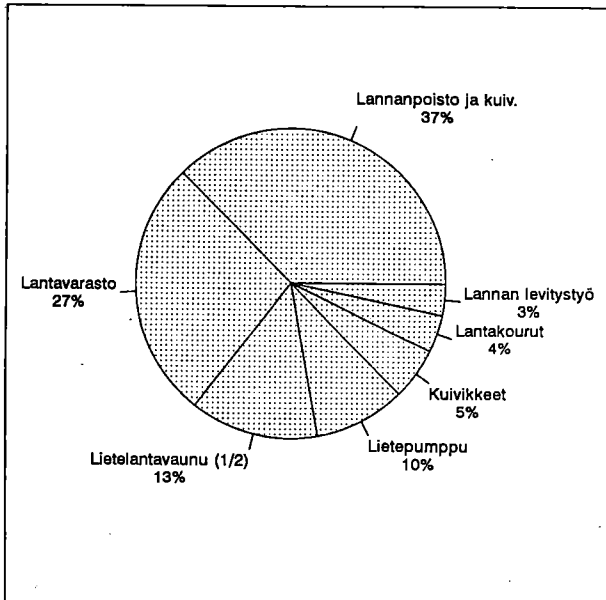
Kuvio 11.

Lannankäsittelykustannusten jakaantuminen eri eriin 12 lehmän lypsykarjatilalla, jolla on lietalantajärjestelmä (HOLMA 1975, s. 91).



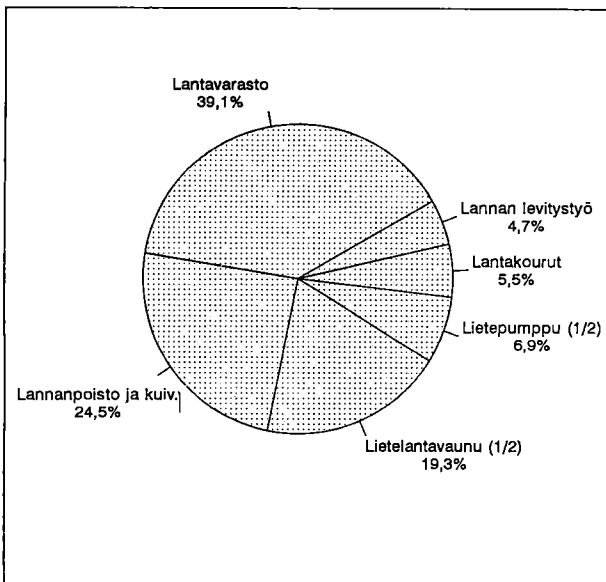
Kuvio 12.

Lannankäsittelykustannusten jakaantuminen eri eriin 25 lehmän lypsykarjatilalla, joilla on kuivalantajärjestelmä ja lanta poistetaan puristimella (HOLMA 1975, s. 91).



**Kuvio 13.**

Lannankäsittelykustannusten jakaantuminen eri eriin 25 lehmän karjoissa, joilla on lietelantajärjestelmä (HOLMA 1975, s. 91).



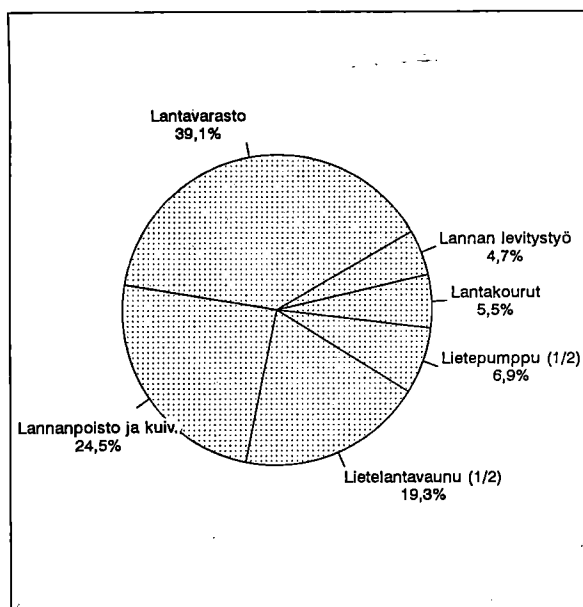
**Kuvio 14.**

Lannankäsittelykustannusten jakautuminen 12 lehmän lypsykarjassa, joka on rationalisoidussa lietelantanavetassa (HOLMA 1975, s. 91).

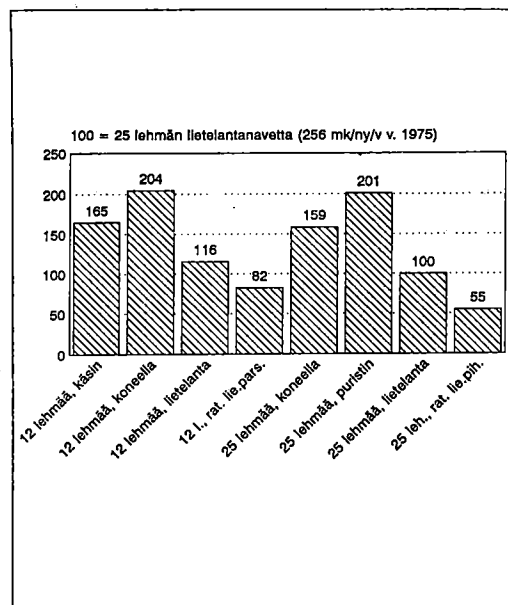
lä lietelantavaunu voisi siten kuulua eurokokoisen nautakarjatilän varusteisiin ilman yhteiskäyttöäkin. Toisaalta, jos lietelantaa sijoitetaan nurmeen tai levitetään kasvavan nurmen pinnalle separoituna tai ilman voidaan yhden lietelantavaunun vuotuista käyttömäärää lisätä merkittävästi. Lietepumppu riittää yhtä monen tilan käyttöön kuin lietelantavaunukin. Lannanlevityksestä aiheutuva kustannus on lietelantajärjestelmässä 26 - 34 % lannankäsittelyjärjestelmän aiheuttamista kustannuksista. Lannanlevityksestä aiheutuvat kustannukset riippuvatkin lähinnä siinä tarvittavien koneiden käyttöasteesta.

Lannanlevitystyön aiheuttama kustannus on lietelantajärjestelmässä mitätön, kuten kuvioista 11, 13, 14 ja 15 voidaan todeta. Sen sijaan lietteen levitykseen liittyvän kaluston osuus kustannuksista on merkittävä. Niistä aiheutuvia kustannuksia voidaan kuitenkin alentaa merkittävästi koneiden yhteis- ja rahtikäytöllä. Esimerkiksi KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, s. 63) tutkimuksen mukaan lihasikatiloilta ajettiin keskimäärin noin 200 kuormaa liettä pelloille. Tiloilla, joilla oli parsinavetta kuormia ajettiin keskimäärin vain 65 kappaletta. Tiloilla, joilla oli pihatto ajettiin keskimäärin 116 kuormaa liettä. Muutamalla sikatilalla oli kaksikin lietevaunua, mutta pihatossa lypsykarjaa pitävillä tiloilla ei yhdelläkään. (KAPUIINEN ja KARHUNEN 1990, s. 79.) Siten voidaan olettaa, että ainakin noin 150 kuorman ajamien yhdellä lietevaunulla vuodessa on täysin mahdollista. Jos lietevaunu olisi vetoisuudeltaan esimerkiksi 8 m<sup>3</sup>, yhdellä lietevaunulla voidaan siten ajaa ainakin noin 60 nautayksikön (30 lypsylehmää, 30 ny nuorta karjaa, lypsylehmät kesän laitumella ja nuori karja sisällä) liete, koska lietemäärä olisi tällöin noin 1 200 m<sup>3</sup>. Perinteisillä lietelannan käsittelymenetelmillä





**Kuva 15.** Lannankäsittelykustannusten jakaantuminen 25 lehmän rationalisoidussa lietelantapihatossa (HOLMA 1975, s. 91).



**Kuva 16.** Lannankäsittelyjärjestelmästä aiheutuvat nettokustannukset eräissä 12 ja 25 lehmän lypsykarjoissa (HOLMA 1975, s. 91).

Lietelantajärjestelmän tarvitsemista rakenteista navetassa aiheutuvat vuotuis-kustannukset ovat vain 3 - 4 % lannankäsittelyjärjestelmän aiheuttamista kokonaisvuotuis-kustannuksista. Ne ovat esimerkiksi pienemmät kuin parsikuivikkeista aiheutuvat kustannukset. Lietelantajärjestelmässä näistä kuivikkeista voidaan luopua kokonaan, joten jo kuivituksen poisjäännistä syntyvät säästöt kattavat navetan sisäiset liete-lantajärjestelmän rakenteet.

#### 7.2.6. Eri lannankäsittelyjärjestelmissä muodostuvan lannan vaikutukset maassa

Lanta sisältää hyvin suuren osan rehujen ravinteista. Muunmuassa eläinlajista, tuotannosta ja ruokinnasta riippuen lanta sisältää 60 - 100 % rehujen typestä, 80 - 100 % rehujen fosforista ja 95 - 100 % rehujen kalista sekä kolmanneksen rehujen eloperäisestä aineksesta. Muut rehun ravinteet menevät lähes kokonaan lantaan. (ANON. 1963 ja KAILA 1949, s. 67.) Pellolle levityn lannan vaikutus maassa on ainakin ravinteiden osalta hyvin merkittävä. Vaikutuksen luonne riippuu lantalajista. Lantalaji vaikuttaa erityisesti lannan typen ja hiilen vaikutuksiin maassa.

Lietelannan tyyppi on suurimmaksi osaksi lannoitetypen veroista. Se on suurim-maksi osaksi liuenneessa muodossa ammoniakkinä, ureana ja ammoniumkarbonaat-tina. Osa typestä on valkuaisaineissa, jotka edelleen hajoavat edellä mainituiksi yhdisteiksi. Ilmastamattomassa lietelannassa on ilmastetusta poiketen vain vähän nit-raatti- ja nitriittityppeä. Lietelantajärjestelmän avulla voidaan lannan ravinteet, eri-tyisesti tyyppi, palauttaa ilman suuria tappioita kasvien käyttöön. (HOLMA 1975, s. 9, 114, 137 - 138.) Lietelantaa ei voi levittää eloperäisille ja runsaasti humusta sisältäville maille, koska bakteerit ottavat lietelannan pienen C/N-suhteen takia tar-

vitsemansa hiilen maasta ja maan eloperäinen aines saattaa vähentyä (KOSMAT 1969, s. 2).

Kuivikelannan tyypestä sitä suurempi osuus on lannoitetyypen veroista, mitä vähemmän on käytetty kuivikkeita. Pääosa tyypestä on kuitenkin eloperäisessä aineksessa. Lannanpoiston ja varastoinnin aikana kiinteän lannan liukoinen typpi haihtuu ilmaan tai erottuu virtsan mukana. Mitä enemmän kuivikkeita käytetään sitä lähemmäs lanta muuttuu lannoitteesta maanparannusaineeksi. Kuivikkeiden käytöllä voidaan vähentää ravinteiden, erityisesti typen ylijäämää. (HOLMA 1975, s. 9, 114.) Kuivikelannan orgaanisesta tyypestä osa muuttuu kuitenkin liukoiseksi ja kasvien käyttöön. Tämä osa saastuttaa ympäristöä, jos maassa ei ole kasvustoa. Kuivikelanta soveltuu siten erinomaisesti monivuotisten nurmien peruslannoitteeksi ja maanparannusaineeksi. Monivuotisia nurmia ei välttämättä perusteta joka vuosi, mutta kuivikelannan varastoiminen on kuitenkin varsin helppoa ja halpaa pidempiäkin aikoja.

Itseuudistuvaa karjaa pitävillä tiloilla oljella on vaihtoehtoiskustannus rehuna. Muilla tiloilla kuivikeoljista aiheutuva kustannus muodostuu oljen keruukustannuksista ja toisaalta kuivikepohjan poistosta sekä sen levityksestä aiheutuvista kustannuksista. Palaneessa kuivikepohjassa typpi on sitoutuneen orgaaniseen muotoon ja sen mineralisoituminen on hidasta. Kuivikelannalla lannoittaminen saattaa siten aiheuttaa merkittävää ympäristön saastumista, koska suuri osa kuivikelannan tyypestä saattaa mineralisoitua vasta kasvukauden jälkeen, jolloin pelto ei ole kasvillisuuden peittämä. Syksyllä kasvukauden jälkeen mineralisoitua typpi huuhtoutuu helposti vesistöön. Orgaanisessa muodossa olevasta tyypestä mineralisoituu ensimmäisen vuoden aikana noin 20 %. Lannoitusvuotta seuraavina vuosina vapautuminen on vielä vähäisempää. Loppu orgaaninen typpi kertyy maahan. Lannan orgaanisella tyypellä on kuitenkin vähäinen vaikutus maan orgaanisen typen määrään, koska maassa sitä on noin 5 000 kg/ha ja lannan mukana orgaanista tyyppiä tulee noin 50 kg/ha vuodessa. Vuotuinen karjanlantalannoituksen mukana tulevan orgaanisen typen määrä on siten vain noin 1 % maan orgaanisesta tyypestä. Tästäkin noin 20 % mineralisoituu ensimmäisen kasvukauden aikana. KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, liite 1) mukaan lypsykarjan lietteessä mineraalisen eli liukoisen typen osuus oli keskimäärin noin 55 % kokonaistyypestä juuri ennen levitystä. Lihakarjanavetoiden lannassa liukoisen typen osuus oli keskimäärin noin 61 % kokonaistyypestä. Sikaloitten lietteessä liukoisen typen osuus oli keskimäärin noin 74 % sikalatyyppistä riippumatta. Kuivikelannassa on kokonaistyyppiä noin 1,4 % kuiva-aineesta. Sen kosteus on noin 50 %, joten tuoreessa massassa pitoisuus on vain puolet tästä. Hyvin kompostoituneessa lihakarjankasvattamon kuivikepohjassa liukoisen typen osuus on vain noin 13 - 24 % kokonaistyypestä kuivikeseoksesta riippuen. Kuivikepohjan kokonaistyypestä noin 40 % on kasveille käyttökelpoista ensimmäisen kasvukauden aikana. 125 kg tyyppiä hehtaarille ensimmäisenä kasvukautena saadaan siten noin 45 tonnista kuivikepohjaa hehtaarille. Näin suureen orgaanisen typen osuuteen sisältyy kuitenkin riski epämääräisestä lannoituksesta. Jos kasvukausi on hyvin kuiva eikä orgaaninen typpi mineralisoidu lainkaan, lantamäärän olisi pitänytkin olla noin 80 tonnia tarkoitetun

lannoitustason saavuttamiseksi. Toisaalta jos lanta levitetään peltoon jo syksyllä, se pitäisi levittää mieluummin kuivike- kuin lietalantana, koska liukoisen typen häviöt kasvukauden jälkeen ovat näin menetellen varsin pienet verrattuna potentiaalisiin häviöihin, jos levitetään lietalantaa syksyllä. Kuivikelantajärjestelmän käyttöä tulisi tutkia verrattuna lietalantajärjestelmän käyttöön ravinteiden, erityisesti typen, hyödyntämisen sekä lannan arvon ja lannankäsittelystä kummassakin järjestelmässä aiheutuvien kustannusten erotuksen kannalta.

Suurimmat ravinneylijäämät ovat lihasikatiiloilla, joiden ravinneylijäämän hoitamiseen kuivikkeiden käyttö ei yleensä sovellu, koska kuivikelantajärjestelmä on varsin työläs. Sikaloissa on viime aikoina alettu käyttää kestokuivikepohjia. Tehokas palaminen sitoo kestokuivikepohjan ravinteet kuivikkeeseen. Itse kuivitus ei vaadi kestokuivikepohjassa kohtuutonta työpanosta, mutta kuivikepohjan sekoittaminen vaatii runsaasti työtä. Koska kestokuivikepohja muuttaa lannan luonnetta lannoitteesta maanparannusaineeksi, sen käytöllä voidaan kohottaa niiden sikatilojen peltojen orgaanisen aineksen pitoisuutta, joilla on ravinneylijäämää. Tämä edellyttää kuitenkin kuivikepohjan sekoittamisesta aiheutuvan työnmenekin kohtuullistamista. Porsastuotannossa kestokuivikepohja saattaa tuottaa teknisiä ongelmia, koska porsaat karkailevat karsinoista toisiin. Toisaalta tarve kestokuivikepohjan käyttöön on porsastuotannossa vähäisempi, koska emakot tuottavat suhteellisen vähän lantaa suhteessa niiden vaatimaan työpanokseen.

## 8. YKSITTÄISTEN KÄSITTELYJEN VAIKUTUS LANNANKÄSITTELYJÄRJESTELMÄSSÄ

### 8.1. Mädätys biokaasureaktorissa

Biokaasureaktorissa tuotetaan metaania anaerobisesti eli mädättämällä. Metaanin osuus biokaasusta on 50 - 85 % (MATTILA ym. 1985, s. 5). Biokaasureaktorin tilavuus on yhtä monta kuutiometriä kuin siihen lantaa syöttävän karjan koko on nautayksiköissä. Reaktoritilaa tarvitaan siten noin 1 m<sup>3</sup> lypsylehmää kohti tai noin 16 kertaa päivittäin muodostuva liete-määrä. Reaktori tuottaa biokaasua noin 1,75 kertaa tilavuutensa verran päivässä. Eri eläinten lannasta saatavan kaasumäärän suhteet ovat seuraavat: 1 ny = 10 lihasikaa = 3,25 emakkoa = 200 kanaa. Naudanlietteestä ja kananlannasta kaasua muodostuu 0,5 m<sup>3</sup>/kg, sianlietteestä 0,6 m<sup>3</sup>/kg orgaanista kuiva-ainetta. Eri eläimet tuottavat orgaanista kuiva-ainetta taulukon 6 mukaan. Käytännössä lietalantakuutiometristä saadaan biokaasua noin 32 m<sup>3</sup>.

Taulukko 6.

Eri kotieläinten tuottamat lietalantamäärät ja vastaavat orgaanisen kuiva-aineen määrät (HOLMA 1981, s. 6 ja MATTILA ym. 1985, s. 7).

Eläinlaji	Lietelannan määrä, m <sup>3</sup> vuodessa	Orgaanisen kuiva-aineen määrä, kg vuodessa
Lehmä	20	1 600
Lihasisika	2	104
Emakko	5,5	336
Kana	0,1	6,2

Biokaasun energia riippuu pelkästään metaanipitoisuudesta. Se voi vaihdella edellä esitettyjen pitoisuuksien mukaisesti välillä 5,0 - 8,5 kWh/m<sup>3</sup>. Kuitenkin keskimääräinen pitoisuus on 65 % ja sitä vastaava energiasisältö 6,5 kWh/m<sup>3</sup>. Tällöin 1 m<sup>3</sup> biokaasua vastaa noin 0,65 litraa kevyttä polttoöljyä. Biokaasu kannattaa maatilamittakaavassa hyödyntää vain polttamalla. Vain suurissa yksiköissä sähkön tuottaminen voi olla kannattavaa.

Biokaasureaktori tuottaa nettoenergiaa noin 360 W/m<sup>3</sup> reaktoritilavuutta, jos polttimen ja kattilan hyötysuhde on 80 %, lietteen ja ympäristön lämpötila on +5 °C, reaktorin lämpötila +35 °C ja reaktorin seinämien keskimääräinen k-arvo on 0,2 Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup>. Reaktorin teho on siten myös 360 W/ny. (MATTILA ym. 1985, s. 5 - 6, 35, 51 - 54.) Jos ympäristön lämpötila laskee -25 °C:een, voidaan olettaa, että reaktorin teho puolittuu. Biokaasureaktorissa tarvittavan hämmennintyyppisen sekoittimen tehontarve on korkeintaan 0,9 W/m<sup>3</sup>. Kineettinen poltin on parempi kuin atmosfäärinen poltin. Biokaasun poltossa voidaan saavuttaa noin 83 %:n hyötysuhde. (MATTILA ym. 1985.)

Vuoden 2000 tavoite lypsykarjan keskikooksi on 22,5 lehmää (ANON. 1991c, s. 49). Nuorkarjan kanssa tämän kokoisessa karjassa olisi noin 30 ny. Reaktorin nettoteho tämän kokoisessa karjassa olisi noin 10,8 kW. Biokaasureaktorilla tuotettavan energian hinta riippuu yksikön koosta. Reaktorin hinta on yksikkökoosta riippuen noin 5 000 - 11 000 mk/kW tai 1 900 - 4 000 mk/m<sup>3</sup> (MATTILA ym. 1985, s. 51). Jos vuotuiseksi käyttöajaksi oletetaan 330 vuorokautta, kuoletusajaksi 10 vuotta ja korkokannaksi 10 %, saadun nettoenergian hinnaksi saadaan 20 m<sup>3</sup>:n säiliöllä 27,1 p/kWh, 40 m<sup>3</sup>:n säiliöllä 18,9 p/kWh ja 80 m<sup>3</sup>:n säiliöllä 12,5 p/kWh (MATTILA ym. 1985, s. 53). Nykyisellä korkokannalla (6 %) energian hinta olisi noin 13 % edellä esitettyä alempi. Kaikissa mainituissa kokoluokissa energian hinta alittaa päivä-sähkön hinnan. Suurimmissa yksiköissä tuotetun energian hinta alittaa jopa öljyllä tuotetun energian hinnan. Täten reaktorista aiheutuvat kulut voidaan kattaa saatavaa kaasua hyödyntämällä. Tarkastelussa ei ole kuitenkaan otettu huomioon itse mädätyksen aikana syntyviä ravinnetappioita ja toisaalta ravinnetappioiden vähenemistä käytettäessä mädätettyä lietettä pellon pinnalle levitettynä lannoitteena.

Kannattavuutta tarkasteltaessa on otettava huomioon, että muodostuvan lannan määrä saattaa vaihdella jopa 25 % taulukossa 6 esitetyistä määristä (MATTILA ym. 1985, s. 8). Lisäksi noin kolmasosa lypsylehmien lannasta jää laitumelle. Lihanautojen lanta sisältää enemmän kuiva-ainetta kuin lypsylehmien. Sen tähden se sisältää myös enemmän orgaanista ainesta suhteessa lietemäärään kuin lypsylehmien lanta.

Biokaasureaktorin nettotuotto on suurimmillaan silloin, kun energiaa tarvitaan vähiten eli kesällä. Toisaalta lypsykarjatiloilta liete joutuu kesällä suurimmaksi osaksi laitumelle. Talvella taas suuri osa reaktorin tuotosta menee sen lämmittämiseen. Biokaasureaktori kannattaisikin ehkä sijoittaa tuotantorakennuksen sisään siten, että sen hukkalämpö siirtyisi talvella esimerkiksi navetan korvausilmaan ja kesällä vastaavasti poistoilmaan. Biokaasua voidaan myös varastoida korkeapainesäiliöihin, mutta

varastoinnissa tarvittava laitteisto on varsin kallis. 30 MPa:n (300 bar) paineessa bio-kaasun energiasisältö on noin 1980 kWh/m<sup>3</sup>. Tällöin se vaatii enää noin viisinkertaisen tilavuuden kevyeen polttoöljyyn nähden. Erilaisilla varaajilla voidaan tasata lyhempiäaikaisia kulutushuippuja. Lisäksi energiatuotantoa voidaan sopeuttaa sen kulutukseen varastoimalla lietettä. Itse prosessin säätäminen on kuitenkin hidasta. Reaktori reagoi syötön lisäykseen vasta 1 - 2 vuorokauden kuluttua. 15 % muutos saavutetaan vasta neljän vuorokauden kuluttua. Lisäksi syötön säätely tulee ottaa huomioon jo reaktorin suunnittelu vaiheessa. (MATTILA ym. 1985, s. 24 - 25, 46).

Mädätetyn lietteen lämpökestoisten koliformien ja fekaalisten streptokokkien määrä vähenee yli 97 % käsittelyn aikana (MATTILA ym. 1985, s. 50). Lietteiden orgaanisen aineen määrä vähenee 37 - 73 % mädätyksen aikana. Samalla lietteiden pH nousee, välitön hapen tarve ja haju vähenevät merkittävästi. (MATTILA ym. 1985.) Mädätetty liete soveltuu siten raakaa paremmin levitettäväksi kasvavaan nurmeen.

Mädätys vähentää vähän kuiva-ainetta (kuiva-ainepitoisuus noin 1,5 %) sisältävän sianlietteiden varastoinnin aikaisia hajuhaittoja, mutta runsaasti kuiva-ainetta (kuiva-ainepitoisuus noin 4,5 %) sisältävä sianliete aiheuttaa hajuhaittoja varastossa jo muutaman päivän kuluttua lietteiden siirtämisestä käsittelyn jälkeen varastoon (Williams Ref. SNEATH 1987, s. 231). Mädätetty liete tulisi siten ilmastaa ennen levitystä.

## 8.2. Nestekompostointi

Eräilmastuksessa sähköä kuluu noin 10 kWh ilmastettavaa separoimatonta liete-m<sup>3</sup> kohti. Ilmastuksesta aiheutuvat muuttuvat kustannukset ovat siten noin 4 mk/m<sup>3</sup> (SKJELHAUGEN ja GJERVAN 1987, s. 7). Laitteista aiheutuvat kiinteät kustannukset ovat alimmillaan noin 2 000 markkaa vuodessa, jos niiden hinnaksi oletetaan 15 000 markkaa, kestoajaksi 10 vuotta ja koroksi 6 %. Tämän kokoisella laitteistolla voi lietteiden ilmastaa noin 500 m<sup>3</sup>:n lietelantalassa. (PENTTILÄ 1993, s. 8 - 9.) Kiinteät kustannukset ovat siten noin 4 mk/m<sup>3</sup>, jos ilmastuslaitteet hankitaan yhdelle tilalle. Ilmastuslaitteista aiheutuvat kiinteät kustannukset riippuvat paljon käytetystä tekniikasta ja ilmastettavan lietteiden määrästä. LEINONEN (1993, s. 57) arvioi, että eräilmastuksen kokonaiskustannukset varastosäiliössä tehtynä olisivat 4 - 12 mk/m<sup>3</sup> ja erillisessä säiliössä tehtynä 16 - 24 mk/m<sup>3</sup>. Lietelannan ilmastus kestää noin kaksi kuukautta. Tehokkaassa yhteiskäytössä laitteella voisi ilmastaa noin 3 000 m<sup>3</sup> lietettä vuodessa. Separoimattoman lietteiden ilmastuksesta aiheutuvat muuttuvatkin kustannukset ovat selvästi suuremmat kuin järkevästi suoritettujen lietteiden separoinnin kokonaiskustannukset.

Osa ilmastuksessa syntyvästä lämmöstä voidaan hyödyntää esimerkiksi veden tai eläinsuojien lämmityksessä ilman lämpöpumppuakin. Tämä tulee kuitenkin ottaa huomioon jo rakennusvaiheessa siten, että eläinsuojan lämpökeskus on lietesäiliön lähellä. Kertailmastuksessa lämmöntuotanto ajoittuu yleensä kevääseen, ja sen kesto-aika on lyhyt. Kerätyn lämmön hyödyntäminen voi siten olla vaikeaa. Jatkuvatoimisessa ilmastuksessa syntyvän lämmön kerääminen on mielekkäämpää kuin

eräilmastuksessa syntyvän ja sen hyödyntäminen helpompaa. (LEINONEN 1993, s. 43.) Jatkuvatoimisessa ilmastuksessa energiankulutus on kuitenkin suurempi kuin eräilmastuksessa. SKJELHAUGENin (1992, s. 7) mukaan sähköä kuluu jatkuvassa ilmastuksessa 15 - 20 kWh/m<sup>3</sup>. Prosessista voidaan kuitenkin ottaa tehoa noin kuusinkertainen määrä syöttötehoon nähden, joten jatkuvatoiminen ilmastus jopa tuottaa energiaa. (LEINONEN 1993, s. 57.) Tämä onkin jatkuvatoimisen ilmastuksen kannattavuuden edellytys.

Oikein suoritettussa ilmastuksessa typen häviöt ovat noin 10 %. Typen häviöiden arvo on noin 1,30 - 3,50 mk/m<sup>3</sup> riippuen siitä, että mistä eläinlajista liete on peräisin. Pienessä eräilmastimessa typen tappioita voidaan pienentää lämmönvaihtimella, jossa kompostorin poistoilmalla lämmitetään sisään tulevaa ilmaa. Samalla haihtunut kosteus ja ammoniakki tiivistyvät, ja ne voidaan palauttaa ilmastussäiliöön. Typen tappiot pienenevät tällöin noin puoleen. Loppu typpi saadaan talteen biosuotimella. (LEINONEN 1993, s. 42, TORIKKA 1991, SKJELHAUGEN 1992, s. 7).

Ilmastettavan lietteen kuiva-ainepitoisuus voi SKJELHAUGENin ja GJERVANin (1987) mukaan olla korkeintaan 8 - 9 %, ja tehontarve lisääntyy OECHSNERin (1991, s. 134) mukaan voimakkaasti kuiva-ainepitoisuuden noustessa yli 6 %:n. Ilmastuksesta aiheutuvat kustannukset kasvavat siten voimakkaasti kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa. Ilmastuskustannusten kasvu voi olla suurempi kuin suuren kuiva-ainepitoisuuden mukanaan tuomat alhaisemmat varastointikustannukset. Separoidun lietteen ilmastuksessa tarvittava energia on vain kolmasosa alkuperäisen lietteen ilmastuksessa tarvittavasta (BALSSSEN 1981, s. 77). Separoinnin kustannukset tulevat katettua jo separoinnin jälkeen tehtävän ilmastuksen alentuneella energiankulutuksella. Lisäksi ilmastin voi olla varsin pienitehoinen nesteosan hyvän sekoituvuuden takia. Tässä järjestelyssä ilmastus- ja varastointikustannukset ovat pienimmät, kun lisäksi ylimääräiset pesuvedet johdetaan maasuodattimeen tai imeytyskentälle.

Ilmastettavan nesteosan päällä voidaan käyttää esimerkiksi kevytsoraa tai turvekattetta, jolloin typen tappiot jäävät sekä ilmastuksen että sen jälkeisen varastoinnin aikana pieniksi. Lietteän ilmastuksesta ei ole vastaavaa haittaa kuin kuivikelannan kompostoinnista, koska lietelannan alhaisen C/N-suhteen takia typpi ei immobilisoidu orgaaniseen muotoon, kuten kuivikelannassa (LEINONEN 1993, s. 19).

Ilmastuksessa lietelannan viskositeetti pienenee merkittävästi, jolloin se imeytyy nurmeen tai mullockseen paremmin kuin vastaava raaka liete. Viskositeetin pieneminen vastaa lietteen laimentamista suhteessa 1:2 (MYHR 1991, s. 115 ja LEINONEN 1993, s. 24). On odotettavissa, että raa'an lietteen typen hyväksikäyttö (32 %) keväällä pintaan levitettynä parantuu ilmastuksen avulla noin 70 %:iin (BRØDBY 1992, s. 10). Typpeä tavallaan säästyy noin 40 %-yksikköä. Ilmastetun lietteen typen hyväksikäyttöaste näyttäisi olevan aivan riittävä jopa ilman separointia. Ilmastuksen aiheuttamat typen säästöt naudaneliöiden levityksen yhteydessä ovat suurimmat. Sikojen lietteen imeytymisominaisuudet ovat muutoinkin huomattavasti naudaneliöiden imeytymisominaisuuksia paremmat.

Ilmastus hygienisoi lietettä. Jos lietteen lämpötila nousee ilmastuksen aikana 40 °C:een, voidaan olla melko varmoja *Salmonellan* tuhoutumisesta (LEINONEN 1993, s. 27). Virusten tuhoutumisesta voidaan olla lähes varmoja, jos lietteen lämpötila saavuttaa 25 - 30 °C ja ilmastus jatkuu viikon ajan (LEINONEN 1993, s. 29). Nautojen loisten munat kuolevat vuorokaudessa, jos lietteen lämpötila saavuttaa 40 °C. Sikojen loisten munat kuolevat vasta kuukauden kuluessa, jos lietteen lämpötila ylittää 40 °C, ja päivässä, jos lämpötila saavuttaa 50 °C. Rikka-kasvin siemenet tuhoutuvat kolmessa viikossa, jos lietteen lämpötila on 30 °C. (LEINONEN 1993, s. 30).

Ilmastus poistaa lietteestä myös hajun. Jo vuorokauden viipymä +28 °C:ssa ja niukasti positiivisessa redox-potentiaalissa on riittävä tyydyttävän hajunpoiston kannalta (WILLIAMS 1989, s. 310). Ilmastus kannattaa tehdä juuri ennen levitystä, koska hajut palaavat lietteeseen varastoinnin jatkuessa pitkään. Ilmastuksen kaikkien hyötyjen saavuttamiseksi liete kannattaa ilmastaa varastosäiliössä ennen levitystä. Suurissa yksiköissä kannattaa rakentaa kaksi erillistä lietesäiliötä, jotka voidaan ilmastaa vuoron perään. Liete on voitava johtaa koko tuotantoyksiköstä tarvittaessa kumpaan tahansa lietesäiliöistä. Lietesäiliön riittävän tiheä suojaverkko pitäne vaahdon koossa.

Jatkuvatoimisen ilmastuksen ongelma on, että raakaa lietettä menee kompostorin läpi. Parin viimeisen ilmastusviikon aikana lietesäiliöön ei saa johtaa uutta lietettä. Tämän takia jatkuvatoimisessa ilmastuksessa nautayksikköä kohti tarvitaan noin 1 m<sup>3</sup> lisäsäiliö. Jatkuvassa ilmastuksessa ilmastussäiliöiden tilavuuden tulisi olla 4 - 10 kertaa päivittäisen lietteen määrä. Ilmastuserä voidaan vaihtaa myös päivän tai kahden välein. Esimerkiksi nautayksikköä kohti tarvitaan tällöin 280 - 700 litran säiliö. Ilmastussäiliön koko on tällöin lähes yhtä suuri kuin mahdollisen lisäsäiliön. Jos lisäsäiliö on tehty, voidaan haluttaessa käyttää kumpaa tahansa ilmastustapaa. (LEINONEN 1993, s. 40 - 41.)

Nopeassa eräilmastuksessa lietteen lämpötilan tulisi nousta mahdollisimman nopeasti yli 45 °C:een, jotta liukoinen typpi ei häviäisi nitrifikaatio- ja denitrifikaatioreaktioiden kautta. Muussa tapauksessa veteen liunneen hapen pitoisuus olisi pidettävä alle 1 %:n. (LEINONEN 1993, s. 41.) Veteen liunneen hapen pitoisuutta ei voitane pitää niin korkeana, että denitrifikaatio estyisi. Nopean ilmastuksen säätely on siten tarkkaa työtä.

Ilmastuksen hyödyt liittyvät ilmastetun lietteen hygienisyyteen, kun sitä levitetään kasvavaan nurmeen. Ilmastus parantaa myös lannan ravinteiden hyväksikäyttöä, koska sen viskositeetti pienenee ja se imeytyy sen tähden paremmin maahan. Näiden hyötyjen selvittämiseksi on menossa tutkimuksia ainakin Maatalouden tutkimuskeskuksen luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasemalla ja Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla. Lietelannan ilmastuksen tarvetta lisää se, että sitä pidetään edellytyksenä liotelannan käytölle luonnonmukaisesti viljellyillä pelloilla. Luomuviljelty pinta-ala jäänee kuitenkin noin 1 - 2 %:iin Suomen viljellystä peltopinta-alasta.

### 8.3. Kelluva kate

Lietesäiliön kelluva kate voidaan tehdä vain sikalan lietesäiliöön tai virtsasäiliöön taikka separoidun tai muutoin hyvin vähän kuiva-ainetta sisältävän naudanlietteen päälle. Kate voidaan tehdä useista erilaisista materiaaleista. Pääasia on, että se ei vettyneenkään uppoa lietteeseen. Esimerkkeinä mainittakoon kevytsora ja turve. Tyypillinen lietesäiliön syvyys on 3 metriä. Sopiva kevytsorakerros on 10 cm paksu (MANNI ja KAPUINEN 1990, s. 3, 14). Kevytsoran määrä on siten 3,3 % lietesäiliön tilavuudesta. Tästä häviää joka tyhjennyksen yhteydessä noin 15 % (MANNI ja KAPUINEN 1990, s. 14). Kevytsoraa kuluu siten vuosittain noin 0,5 % lietesäiliön tilavuudesta, jos se tyhjennetään vain kerran vuodessa. Tarkoitukseen sopivan kevytsoran, esimerkiksi Leca KS20, raekoko on 4 - 10 mm (MANNI ja KAPUINEN 1990, s. 13). Sen hinta oli elokuussa 1993 noin 200 mk/m<sup>3</sup>. Kevytsorakatteen arvo on siten noin 6,60 mk jokaista lietesäiliön varastotilavuuden kuutiometriä kohti. MANNIN ja KAPUISEN (1990, s. 14) mukaan katetta täydennetään, kun se on ohentunut 5 cm:iin, joten keskimääräinen pääoma on noin 5 mk/m<sup>3</sup>. 6 % mukaan laskettu korko on noin 0,30 mk/m<sup>3</sup> vuodessa. Uusimiskustannus on noin 1 mk/m<sup>3</sup> vuodessa. Siten kokonaiskustannus on noin 1,30 mk/m<sup>3</sup> vuodessa. Kokonaistypen säästö on noin 20 % ja liukoisen typen säästö on enimmillään noin 30 % alkuperäisestä noin kolmen kuukauden varastointikautena. Kokonaistypen säästön arvo oli siten noin 9,80 mk/m<sup>3</sup> ja liukoisen typen noin 6,25 mk/m<sup>3</sup>. Fosforia säästyy noin 15 % alkuperäisestä. Sen arvo on noin 5,60 mk/m<sup>3</sup>. Vastaavasti kalin 10 % häviöiden arvo on noin 1,40 mk/m<sup>3</sup>. Ravinteiden säästöt ovat jo kolmen kuukauden aikana noin 10 mk/m<sup>3</sup> ja kustannukset vain 1,30 mk/m<sup>3</sup>, joten kevytsorakate on varsin kannattava ratkaisu, vaikka kevytsoran hukan tähden lietesäiliön pohjalle on jätettävä tyhjennyksen yhteydessä noin 0,5 metriä lietettä. Tästä aiheutuva lisäkustannus on noin 2,20 mk/m<sup>3</sup>. 10 cm turvekerroksesta aiheutuvat kustannukset ovat noin 1 markka, jos kerroksen paksuus on 10 cm ja sen oletetaan häviävän kokonaan joka tyhjennyksen yhteydessä. Todennäköisesti turpeen käyttö lietesäiliön katteena vähentää ravinteiden tappioita ainakin tämän verran, joten sen käyttö sikalan lietesäiliön katteena on kannattavaa. Katteista aiheutuvat kustannukset pienenevät, jos lietesäiliön syvyys kasvaa 3 metrillä.

### 8.4. Lannan imeyttäminen kuivikkeeseen

KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, s. 94) mukaan varastoitavat lietelantamäärät ovat nykyisin keskimäärin 68 kg/pv lypsylehmää kohti ja lannan kuiva-ainepitoisuuskin vain 6,3 %. Jotta nykyisin varastoitavasta lietelannasta saataisiin kuivalantaa, kuivikeolkea pitäisi käyttää noin 14 kg/el·pv. Kuivikekustannus olisi siten noin 2,10 mk lehmää ja päivää kohti. Tuotettua lantatonnia kohti tarvittaisiin noin 200 kg kuivikkeita. Kuivikekustannus olisi siten noin 30 mk nykyisin varastoitavaa lietelanta-m<sup>3</sup> kohti.

Käyttämällä turvetta kuivikkeena oljen sijasta lopputuotteen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla vähintään 16 %. Tarvittava kuivikemäärä on noin 200 kg tai 1,3 m<sup>3</sup>



lanta-m<sup>3</sup> kohti. Turvekuiviketta kuluisi siten vastaavasti noin 14 kg lehmää ja päivää kohti, ja kuivikekustannus olisi siten sama kuin olkeen imeytettäessä.

Kuivikkeeseen ja lannan seos, joka sisältää kuiva-ainetta vain 20 %, ei vielä pala, joten varastoinnin aikana ei häviä massaa. Oljen ja lannan seoksen vaatima tila on noin 1,5-kertainen pelkkään lantaan verrattuna. Lannan ja turpeen seoksen vaatima tila on noin 1,3-kertainen alkuperäiseen lantaan nähden.

Menetelmän typpitappiot tuotantorakennuksessa ovat jonkin verran suuremmat kuin lietelantajärjestelmän. Samalla pellolle levitettävät massat kasvavat pyrittäessä samanlaiseen lannoitusvaikutukseen aiheuttaen vastaavasti enemmän talleantumis tappioita. Lisäksi kuivalannan levityskustannukset painoysikköä kohti ovat suuremmat kuin lietelannan. Pinnalle levitetyn kuivalannan tyyppitappiot ovat varsin suuret sen korkean kuiva-ainepitoisuuden takia. Jos kuivikkeena käytetään olkea, kuivalanta pitää lisäksi mullata kyntämällä, jotta olki ei häiritse orastumista. Kuivalantajärjestelmän kaikissa vaiheissa ravinnetappiot ovat suuremmat kuin lietelantajärjestelmässä. Niinpä kuivalantajärjestelmässä käsiteltävät massat ovat suurempia kuin lietelantajärjestelmän. Lisäksi kaikki työvaiheet vaativat enemmän työpanoksia sekä rakenteista ja varastoista aiheutuvat kustannukset ovat ainakin yhtä suuret kuin lietelantajärjestelmässä. Pitkällä tähtäimellä kuivalantajärjestelmän aiheuttamat kustannukset ja ravinnetappiot sen kautta kulkevaa alkuperäistä lantaa kohti on selvästi suuremmat kuin lietelantajärjestelmän.

Lietteen imeyttämistä turpeeseen aiheutuvat muuttuvat kustannukset ovat varsin suuret. Imeyttämisessä kuluu turvetta noin 1,3 m<sup>3</sup> liete-m<sup>3</sup> kohti. Jos oletetaan, että turpeen hinta sekoituspaikalla on 35 mk/m<sup>3</sup>, turpeeseen imeyttämisen muuttuvat kustannukset ovat noin 45 mk liete-m<sup>3</sup> kohti. Laitekustannus suhteessa turpeesta aiheutuvaan kustannukseen on pieni. Yhteiskäytössä olevasta sekoitusvaunusta aiheutuva laitekustannus on noin 4 mk liete-m<sup>3</sup> kohti, jos vaunulla sekoitetaan 1 500 m<sup>3</sup> lietettä turpeeseen vuodessa. Menetelmän kustannukset vastaavat suurin piirtein lypsytarjan ja emakoiden lannan ravinteiden arvoa sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan lietesäiliössä. Turpeeseen imeyttämistä aiheutuvat vuotuiset kustannukset ovat noin kolminkertaiset verrattuna lietesäiliövarastoinnista aiheutuviin vuotuisiin kustannuksiin. Turpeeseen imeyttämisen käyttö jatkuvana varastointimenetelmänä ei ole siten taloudellisesti perusteltavissa. Sitä voidaan kuitenkin käyttää väliaikaisesti, jos lietevarasto jää liian pieneksi eikä tuotanto jatku kuin muutaman vuoden ajan. Esimerkiksi KEMPPAISEN (1990) mukaan turpeeseen imeyttäminen on kannattavampaa kuin lietelantalan laajentaminen kuuden vuoden aikavälillä. Samaan tulokseen johtaa arvio turpeeseen imeyttämisen kolminkertaisista kustannuksista lietesäiliövarastointiin nähden, koska lietesäiliövarastoinnissa investoinnin käyttöajaksi on arvioitu 20 vuotta. Turpeeseen imeyttämisen kolminkertaiset kustannukset lietesäiliövarastointiin nähden johtavat siihen, että lietesäiliövarastointi on turpeeseen imeyttämistä edullisempaa, jos lietesäiliötä käytetään yli 6 - 7 vuotta.

### 8.5. Lannanpoistokoneet kylmäkasvattamon lantakäytävällä

Kylmäkasvattamoiden lantakäytäviltä haihtuu ilmaan merkittävästi typpeä, varsinkin lämpimällä säällä. Lantakäytävät puhdistetaan yleensä viikon tai puolentoista välein, koska niillä ei yleensä ole lantakoneita. Tänä aikana suhteellisen ohut lantakerros on eläinten jalkojen muokattavana. Kun naudat tuottavat kaikesta Suomessa tuotettavasta lannasta noin 85 % ja tulevaisuudessa tullaan myös lypsykarjaa pitämään entistä enemmän kylmäkasvattamoissa pyrittäessä alhaisempiin rakennuskustannuksiin, olisi nämä tappiot ja keinot niiden estämiseksi selvitettävä mitä pikemmin. Lantakäytävälle tulevan lannan osuus on noin 45 % kaikesta osakuivikepohjaisessa kasvattamossa muodostuvasta lannasta. Loppu lannasta menee kuivikepohjille. Lantakäytävät ovat kiinteälattiaisia, koska Suomen ilmasto-olosuhteissa rakolattian käyttö kylmäkasvattamossa on mahdotonta (ANON. 1984, s. 5).

Lanta jäätyy 0 °C:ssa tai välittömästi sen alapuolella, jos sen kuiva-ainepitoisuus on alle 11 - 12 % (HOLMA 1975, s. 14). Karjanlannan kuiva-ainepitoisuus on yleensä noin 12 %, joten se jäätyy pakkassäällä. Lantakoneiden toimivuus on tällöin epäselvää. Lantakoneiden kestävyyttä on tutkittu muun muassa VAKOLAssa (KARHUNEN ym. 1988), mutta tutkimus keskittyi parsinavetoiden lannanpoistolaitteisiin eikä niinkään lantakäytävää puhdistaviin V-raappoihin. Useimmat lantakäytävän puhdistukseen tarkoitetut lantakoneet on suunniteltu lämminkasvattamoita varten, ja niiden toiminnasta kylmissä oloissa ei ole takeita. Käytännössä pitkät siirtomatkat edellyttävät ainakin ohjattua lantaraappaa. Vaikka rakennuskustannusten osuus tuotantokustannuksista onkin pieni, on odotettavissa, että ainakin eteläisessä Suomessa kylmäkasvatus yleistyy myös maidontuotannossa. Silloin kylmäkasvatuksen osuus voi kasvaa merkittäväksi, ja kylmäkasvattamoiden koneelliseen lannanpoistoon on kiinnitettävä entistä enemmän huomioita.

Toisaalta lannan poistaminen lantakäytävältä lannanpoistokoneen avulla on harvoin tarpeellista. Se voidaan poistaa taloudellisemmin traktorin ja etukuormaimen tai perälevyn avulla. Lantakäytävällä seisovasta lannasta häviää ainoastaan typpeä, lähinnä sen vesiliukoinen osa. Muita ravinteita ei juuri häviä. Lannan kuiva-ainepitoisuuden on kuitenkin oltava niin korkea, että lantavettä ei valu kasvattamon ulkopuolelle. Tarvittaessa kuiva-ainepitoisuutta voidaan kohottaa lisäämällä jonkin verran kuivikkeita. Typen tappioiden arvo on niin pieni, että niiden säästäminen ei kata lannanpoistokoneista aiheutuvia kustannuksia. Lanta on kuitenkin poistettava viikon tai puolentoista välein. Jos lanta on jäässä lantakäytävän puhdistusta voidaan siirtää kunnes lanta sulaa. Jäätyneestä lannasta ei häviä typpeä. Merkittäviä typen tappioita syntyy ainoastaan sisäruokintakauden alussa ja lopussa. Makuuparsikasvattamossa eläinten liikkuma-alueet ovat kokonaisuudessaan lantakäytävää, jolloin niiden sorkat altistuvat ulosteiden ja virtsan vaikutukselle enemmän kuin kuivikepohjaisessa kasvattamossa. Tämä saattaa vaarantaa eläinten jalkojen terveyden. Lantakäytävien pitäminen mahdollisimman puhtaana saattaa edellyttää lantakoneella tehtävää lannanpoistoa, jotta lanta voidaan käytännössä poistaa useamman kertaa päivässä. Kuitenkin lannanpoistokoneiden käyttöä traktorilannanpoiston asemesta voi perustella vain, jos

lantaa ei voida poistaa käytettävästä rakennuksesta traktorilla ja etukuormaimella tai perälevyllä.

## 8.6. Kuivikeseoksen valinta ja kuivikkeiden saatavuus

Oljen riittävyyden kannalta on oleellista, mitä rehua tiloilla tuotetaan. Säilörehun tuotantokustannus on Suomessa varsin korkea. Mahdollinen EU-jäsenyys toisi rehumarkkinoille runsaasti halpaa rehuviljaa. Tämä muuttaisi merkittävästi varsinkin märehitijöiden rehuannoksen koostumusta. Tähän astisesta säilörehuvaltaisesta ruokinnasta siirryttäisiin väkirehuvaltaiseen ruokintaan. Kotimaisista karkearehuista ainoastaan olki säilyisi kilpailukykyisenä vaihtoehtona ja sekin vain emolehmien talvirehuna. Muilta osin käytettäisiin karkearehua ainoastaan märehitijöiden pötsin toiminnan kannalta välttämätön määrä. Säilörehunurmien määrä tulisi siten merkittävästi laskemaan. Toisaalta niitä kuitenkin tarvittaisiin lannan hävityspaikkana.

Halvan viljan takia viljanviljelyn kannattavuus Suomessa romahtaisi. Jäljelle jäisi muutamia suuria yksiköitä Etelä-Suomeen. Suomen maatalouden kilpailukyky olisi selvästi karjataloudessa, kuten nykyisinkin. Halpa tuontirehu vilja parantaisi entisestään karjatalouden kannattavuutta ja heikentäisi viljanviljelyn kannattavuutta. Pelloista tulisi lähinnä lannan hävityspaikkoja. Halvan tuontiviljan takia karjatalousyksiköiden laajuus ei rehuntuotantomielessä olisi enää sidoksissa samassa määrin peltoalaan kuin korkean viljan hinnan aikaan. Nurmien kyky sietää suuria lantamääriä on selvästi parempi kuin viljojen. Sen tähden on oletettavaa, että viljelijät tuottavat pelloilla nurmirehua oli se sitten yksi- tai useampivuotista, vaikka nurmirehun tuotantokustannus olisikin suhteellisen korkea, koska nautakarja tarvitsee joka tapauksessa osana rehuannostaan korkealaatuista karkearehua. Oljen tuotanto tulee siten entisestään vähenemään.

Käytettäessä perinteisiä kuivikepohjia voidaan kuivikeoljen kulutusta pienentää valitsemalla täyskuivikepohjan sijasta osakuivikepohja. Kuivikeoljesta noin 60 % voidaan korvata turpeella. Myös haketta voidaan käyttää, mutta siitä aiheutuvat kustannukset ovat suhteellisen korkeat, ja hakkeen käyttäminen voi taloudellisesti tulla kyseeseen ainoastaan, jos hake on polttoaineena käyttökelpotonta tai muuten tarpeetonta. Jos kuivikepohjan ei tarvitse palaa kannattaa käyttää vinokuivikepohjaa, koska siinä kuivikkeen kulutus on pienempi kuin perinteisissä kuivikepohjissa ja kuivikkeiden jakelu on kohtuullisin kustannuksin automatisoitavissa.

Kuivikkeen kulutusta voidaan pienentää edelleen käyttämällä kuivikepohjan sijasta kuivitettuja makuuparsia. Makuuparsia voidaan käyttää myös kylmäkasvatuksen yhteydessä. Koska makuuparsien kuivikkeen ei ole tarkoituskaan palaa, ei sen tarvitse olla olkea. Paras vaihtoehto on tällöin Suomen olosuhteissa turve, koska se on Suomessa erittäin edullista. Sahanpurun käyttöön makuuparsikuivikkeena liittyy keskeisesti *Klepsiellasta* aiheutuva utaretulehduksen riski. Makuuparsien käyttö edellyttää käytännössä sitä, että osakuivikepohjaratkaisuissa traktorilla ja perälevyllä tai etukuormaimella tehtävä lantakäytävän puhdistus korvataan lantakonepuhdistuksella.

Makuuparsiratkaisun lisäksi vaihtoehtona oljen kuivituskäytön vähentämiseen on muiden kuivikemateriaalien kuin oljen käyttäminen osana kuivikeseosta. Oljen rooli on kuitenkin hyvin keskeinen kuivikeseoksessa. Turpeen seassa se lisää kuivikepohjan kantavuutta ja mahdollistaa kuivikepohjan palamisen. Olkea korvaavan seosmateriaalin olisi siten oltava kuitumaista tai muuten kantavaa ja lisäksi sisältävä runsaasti helposti hajoavia hiiliyhdisteitä. Hiiliyhdisteiden hajoavuutta voitaneen parantaa erilaisilla entsyymivalmisteilla, joita on jo nyt markkinoilla kestokuivikepohjakäyttöä varten.

### 8.7. Pesuvesien käsittely

Varsinaisen lietelannan sekaan joutuu tarpeettoman paljon erilaisia pesuvesiä. Esimerkiksi lypsylehmien varsinaisen lietelannan määrä voi keskimäärin olla korkeintaan noin 22 m<sup>3</sup> lehmää kohti (BERGLUND 1965, s. 10 ja NILSSON 1974, s. 7). Esimerkiksi KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, s. 94) tutkimuksessa parsinavetoista ajettiin yhdessä tapauksessa 20:sta yli 42,6 m<sup>3</sup>/ny lietettä, jos kaikki lanta, myös laidunkaudella kertyvä, ajateltiin tulevan lietesäiliöön. Pesu- ja sadevesien määrä saattoi olla ainakin noin 20 m<sup>3</sup> vuodessa ja 55 litraa päivässä lypsylehmää kohti eli 47 %. Pesu- ja sadevesien määrä saattoi olla lähes yhtä suuri kuin varsinaisen lietelannan määrä. Sadevesien osuus esimerkiksi 3 metriä korkeassa kattamattomassa lietesäiliössä saattoi olla korkeintaan noin 10 % lopullisesta määrästä. Pesuvesien määrä saattoi olla jopa noin 80 % lannan määrästä. Pesuvesien johtaminen lietesäiliöön on täysin tarpeetonta lietelantajärjestelmän toimivuuden kannalta nuorenkarjan kanavia lukuunottamatta. Tällöinkin lypsykoneen pesuedet johdettuna nuoren karjan kanavan yläpäähän on riittävä määrä. Tämäkään ei ole tarpeen, jos nuoren karjan kanavat varustetaan lantakoneella. Erityisesti pihatoissa pesuvesien määrä saattaa olla suunnaton. Vuodessa niissä muodostuu keskimäärin noin 38 m<sup>3</sup> lietettä, yhdessä tapauksessa 20:sta jopa noin 60 m<sup>3</sup>. Pesu- ja sadevesien määrä saattoi olla jopa yli sata litraa päivässä lehmää kohti. Niiden johtamisesta lietekanavaan aiheutuu suuria kustannuksia ylimääräisten lietteen varastointitilan ja lietekuormien muodossa. (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, s. 94 - 95.) Ottaen huomioon lantavarastojen tämänhetkinen suuri rakentamismäärä ja nykyisen rakennussuunnittelun aiheuttama suuri pesuvesien kertymä lietelantavarastoihin tulisi nämä rakenteelliset syyt ylimääräisten pesuvesien johtumisesta lietesäiliöön selvittää ja välittömästi poistaa. Pesuvesien johtaminen muualle kuin lietesäiliöön esimerkiksi saostuskaivojen kautta tulisi asettaa lantavarastoavustusten ja -lainojen ehdottomaksi ehdoksi. Pesuvesien johtamiseen saostuskaivojen kautta tulee välittömästi selvittää ja laatia siitä rakennusohjeet.

### 8.8. Lietelannan laimennus

Lietelannan tyyppien hyväksikäyttöä voidaan parantaa laimentamalla tätä vedellä ennen levitystä. Keväällä nurmelle levitetyn laimentamattoman lietteen tyypestä tulee hyödynnettyä ainoastaan 32 %. Lietteen laimentaminen puoliksi vedellä kak-

sinkertaistaa typen hyväksikäytön 64 %:iin. Jos vettä on kolme osaa, typen teho on 77 %, ja jos vettä on seitsemän osaa, typen teho on 95 %. (BRØNDBO 1992, s. 10.) Myös DÖHLERin (1990, s. 41.9) mukaan ammoniakkihäviöt jäävät puoleen, jos lietettä laimennetaan suhteessa 1:1. Pintaan levitettävän lietteen sopivin kuiva-ainepitoisuus on 4 %, koska kuiva-ainepitoisuuden aleneminen tästä pienentää ammoniakkihäviöitä vain vähän (SOMMER 1991, s. 69).

Laimentaminen johtaa kuitenkin kuljetettavan massan lisääntymiseen. Tämä lisää voimakkaasti lietelannan levityskustannuksia, jos laimennettua lietettä ei levitetä sadettamalla tai syöttöletkulevityksenä suoraan lietelantalasta. Vain traktorin käyttövoimakustannukset huomioon ottaen liete siirtyy traktorilla ja lietevaunulla kilometrin päähän noin 60 p/m<sup>3</sup>. Ajajan palkka mukaan lukien kustannuksia kertyy noin 1,70 mk/m<sup>3</sup>. Jos liete sadetetaan, jäävät laimentamattoman lietteen kevätlevityksestä aiheutuvat 10 %:n talletustappiot pois (BRØNDBO 1992, s. 11). Talletustappioiden arvo on 10 %:n oletuksen mukaan noin 700 mk/ha. Jos naudaneliötä levitetään 50 m<sup>3</sup>/ha talletustappioiden arvo on yhtä suuri kuin lypsytarhan lannan kokonaistypen arvo sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan ja selvästi suurempi kuin kasveille käyttökelpoisen typen arvo lannoitteena. Kaikki lannan tyyppi ei kuitenkaan voi hävitä, joten voidaan todeta, että naudaneliölietelannan kevätlevitys lietevaunulla syyslevityksen asemesta tehtynä ei kannata, jos talletustappiot ovat vähintään 10 %. Talletustappiot saavat olla korkeintaan noin 5 % sadon arvosta, jotta kevätlevitys olisi kannattavampaa syyslevityksen asemesta.

Suurin hyöty saadaan naudaneliölietelannan laimentamisesta. Hyödyn arvo 1:1 laimentamisesta on noin 4 - 5 mk/m<sup>3</sup>. Lyhyillä matkoilla laimentaminen on siten kannattavaa, vaikka siirto tehtäisiin lietevaunulla. Hyödyistä on kuitenkin laskettava pois lisääntyneet talletustappiokustannukset. Talletustappiot lisääntyvät noin 1,5-kertaiseksi laimennussuhteen ollessa 1:1. Talletustappiot kasvavat noin 350 mk/ha eli noin 5 mk/m<sup>3</sup>. Laimentamisesta saatavat hyödyt hukkuvat talletustappioiden kasvuun, jos lietelanta levitetään lietevaunulla.

Separoidun lietteen typpi- ja kaliumpitoisuudet ovat samat kuin alkuperäisen lietteenkin. 45 nautayksikön separoidun lietteen sadetukseen kuluisi vain noin 15 tuntia, koska lietteen määrä vähenee separoinnissa noin 20 %. Separoitu liete riittäisi noin 10 viljahehtaarin lannoittamiseen. Kaliumia tulisi liikaa, mutta ei niin paljoa, että se haittaisi viljapellossa. Fosforilannoitusta sen sijaan pitäisi täydentää. Jos kyseinen liete käytettäisiin säilörehunurmien koko lannoitustarpeen tyydyttämiseen, 275 kg typpeä kolmessa erässä, se riittäisi noin 4,5 hehtaarille. Tämä johtaisi kuitenkin kaliumin ylilannoitukseen. Ainoastaan 40 % nurmen typen tarpeesta kannattaa tyydyttää separoidulla lietelannalla ja loppu typen ja fosforin tarve täydentää väkilannoitteella. Tällöin liete joudutaan levittämään noin 10 nurmihehtaarille. Kerralla nurmelle sadetukseen kuluisi noin 5,5 tuntia.

### 8.9. Lietelannan kiinteän ja nestemäisen osan erottaminen toisistaan

Lietelannan levitys tiivistää peltoja kohtuuttomasti tehtynä ennen kylvöjä, koska pohjamaa on märkää. Tämän vuoksi olisi eduksi, jos liete voitaisiin levittää oraille kylvön jälkeen, jolloin kasvusto ja kevään edistymisen ovat jo ehtineet kuivattamaan maata. Menetelmän haittoja ovat kuitenkin pintalevitykseen liittyvät typen tappiot, oraiden ja nurmen vioittuminen sekä rehuhygieniset ongelmat. Oraiden vioittumista voitaisiin vähentää levittämällä oraalle ainoastaan lietteestä erotettu neste. Nesteosan levittämien nurmille saattaisi kuitenkin ratkaista lietelannan nurmilevitykseen liittyvät rehuhygieniaoongelmat. Jopa neste-osan pintalevitys saattaisi olla järkevä vaihtoehto, jos typen häviöt pysyisivät kurissa. Beudertin ym. (Ref. DÖHLER 1990, s. 41.9) mukaan separoidun lietteen ammoniakkin häviöt levityksen jälkeen ovat noin puolet käsittelemättömän lietteen ammoniakkihäviöistä. Tarvittaessa häviöitä voidaan pienentää edelleen laimentamalla separoitua lietettä vedellä. Joka tapauksessa nurmeen sijoitetun lietteen nesteosan aiheuttamat hygieniaoongelmat olisivat selvästi pienemmät. Lisäksi separoidun nesteosan tilavuus on noin 20 % pienempi kuin alkuperäisen lietteen, joten varastointitilan tarve pienenee vastaavasti.

Nykyisin on saatavissa lietelannan separointilaitteita, joiden hinta on kohtuullinen niiden suorituskykyyn nähden. Noin 70 000 markan hintainen lietelantapuristin kykenee erottamaan noin 0,5 m<sup>3</sup> kiinto-osaa tunnissa keskimääräisen kuiva-ainepitoisuuden omaavaa lietteestä. Laitteen läpäisy on suurempi, jos lietteen alkuperäinen kuiva-ainepitoisuus on keskimääräistä suurempi. Kiinteän osan kosteus on korkeintaan 65 %. Tämä tarkoittaa, että laite kykenee käsittelemään noin 2 m<sup>3</sup> lietettä tunnissa. Vuorokaudessa tulisi käsitellyksi noin 50 m<sup>3</sup> lietettä. Sisäruokintakauden aikana 30 lehmän lietteen kuiva-aineen erottaminen kestäisi noin 10 vuorokautta, jos oletetaan, että vuotuinen lietemäärä on 25 m<sup>3</sup> ja tästä 35 % menee laitumelle. Tämän tehokkaan sähkökäyttöisen laitteen sähkön kulutus on noin 4 kW, joten sähköstä aiheutuvat kustannukset ovat vain noin 80 penniä liete-m<sup>3</sup> kohti. Laite voinee toimia ilman valvontaa, mutta se vaatii tuekseen lietepumpun, tai liete on valutettava laitteeseen. Periaatteessa laite pystyisi läpäisemään noin 18 000 m<sup>3</sup> lietettä vuodessa ja tuottamaan kiinto-osaa noin 4 400 m<sup>3</sup> vuodessa. Pääomakustannukset laitteesta olisivat täydellä käyttöasteella (käyttöaika 10 v, korkokanta 6 %) 50 p/m<sup>3</sup> lietettä. 80 %:n käyttöasteella pääomakustannukset olisivat vastaavasti noin 63 p, 50 %:n käyttöasteella vastaavasti 1 mk/m<sup>3</sup> ja 25 % käyttöasteella vastaavasti 2 mk/m<sup>3</sup>. 25 % käyttöasteella kone pystyisi erottamaan noin 4 500 m<sup>3</sup>:stä lietettä kuiva-aineen. Yhden säiliön separointi kestää sen verran pitkään, että yhteis- tai urakointikäytössä lähes 100 %:n käyttöaste on saavutettavissa. Separointikustannukset voisivat 25 %:n käyttöasteella olla noin 2,80 mk/liete-m<sup>3</sup> lisättynä lietteen siirtokustannuksilla lietesäiliöstä separaattoriin. Kaksi lietesäiliötä on selvästi kalliimpi ratkaisu kuin yksi lietesäiliö, jos varastointitarve on alle 1 400 m<sup>3</sup>. Kahden taloudellisen kokoisen lietesäiliön yhteinen tilavuus merkitsee tällöin noin 85 ny:n karjalle sopivaa varastoa. Separattorikin voisi tällöin olla vain muutaman talon yhteinen.

Lietelannan separoinnin kustannukset näyttäisivät urakointi- tai yhteiskäytössä olevalla varsin kohtuulliset. Laitteet ovat turhan tehokkaita yksittäisten maatilojen käyttöön. Edellä kuvattu separaattori pystyisi separoimaan esimerkiksi noin 7 000 lihasian tai lähes 1 000 naudan lietteen sitä mukaan kuin sitä muodostuu. Esimerkiksi 30 lehmän navetassa sisäruokintakauden aikana muodostuu vain noin 500 m<sup>3</sup> lietettä, jossa on kuiva-ainetta noin 160 m<sup>3</sup>. Separointilaitteistosta aiheutuvat kiinteät kustannukset olisivat peräti 18,20 mk/m<sup>3</sup> alkuperäistä lietettä. Tämä on enemmän kuin lypsykarjan liotelannan ravinnehäviöiden arvo voi olla pinnalle levitettäessä. Sikojen liotelannan ravinnetappiot ovat sen hyvän juoksevuuden takia muutoinkin pienemmät kuin lypsykarjan liotelannan pinnalle levitettäessäkin, vaikka kummankin liotelannan kuiva-ainepitoisuudet olisivatkin samat. Separoinnin kannattavuus laitteiden nykyisellä hinnalla edellyttää selvästi suurempaa käyttöastetta kuin mitä yhden tilan käytössä voi toteutua. Se edellyttää, että separaattori on varsin laajassa yhteiskäytössä. Lähinnä urakointi ja vuokraus ovat varteenotettavia vaihtoehtoja.

Paras vaihtoehto olisi kuitenkin kehittää maatilamittakaavaan soveltuvia separaattoreita, jotka separoisivat lietteen jatkuvatoimisesti. Tämän tyyppisen laitteen hinta voisi olla korkeintaan noin 5 000 mk. Tämän kokoisessa yksikössä laitteen kapasiteetin tarvitsisi olla ainoastaan noin 85 litraa lietettä ja noin 30 litraa kiintoaineesaa tunnissa. Silloin ei tarvittaisi erillistä säiliötä erotetulle lietteen nesteosalle ja käsittelemättömälle lietteelle. Separointi voidaan toki tehdä myös yhden lietesäiliön turvin, mutta tällöin separaattorin teho laskee huomattavasti prosessin loppua kohti lietteen kuiva-ainepitoisuuden laskiessa.

Kiintoaineesan kosteus on juuri sopiva kompostointia varten. Se on varsin hienojakoista, joten sen levitystarkkuuden pitäisi olla hyvä. Lantapuristin voisi olla kokoojan päässä, ja yhdysputken lähtö olisi lantapuristimen jälkeen. Itseasiassa jatkuvatoiminen separaattori on lähes ainoa vaihtoehto pienissä lypsykarjarakennuksissa, koska niissä lietteen kuiva-ainepitoisuus laskee pesuvesien suuren määrän takia 5 - 6 %:iin, joka on myös lähes alin separaattorilla saavutettava nesteosan kuiva-ainepitoisuus (KEMPAINEN, 1984, s. 24, MORGEN ja FJELLDAL 1991, s. 3).

Lietelannan typen hyväksikäyttö ei juuri parannu, jos separoitua lietettä laimennetaan enemmän kuin suhteessa 1:1, separoidun ja laimennetun lietteen kuiva-ainepitoisuus on tällöin noin 2,5 %. Suuremman laimennussuhteen käytöstä ei ole hyötyä, koska levitysmäärät kasvavat niin suuriksi, että liete ei välttämättä kykene imeytymään maahan. Norjalaisessa kokeessa typen häviöt kasvoivat levitysmäärän kasvaessa 10 m<sup>3</sup>:stä hehtaaria kohti 15 m<sup>3</sup>:iin hehtaaria kohti sen tähden, että laimennosta suurennettiin 1:1:stä 1:2:een. Erityisesti veden kyllästämmälle maalle levitetyn lietteen typen häviöt ovat suuret.

Parhaaseen kokonaisratkaisuun päästään, kun lietteeseen ei navetassa johdeta pesuvesiä. Nuoren karjan kanavat sijoitetaan lypsylehmien kanavien alajuoksulle, jotta niiden suhteellisen kuiva lanta liikkuu kanavissa ilman vesilisää tai nuoren karjan kanavissa käytetään lantakonetta. Tämä mahdollisimman kuiva-ainepitoinen liete separoidaan jatkuvatoimisella separaattorilla. Nesteosa, jonka kuiva-ainepitoi-

suus on noin 4 %, johdetaan lietesäiliöön. Kuiva osa siirretään kuljettimella laatalle, jonka tulisi olla katon alla. Pesuvedet johdetaan suoraan lietesäiliöön separaattorin ohi. Lietelanta laimentuu tällöin siten, että sen kuiva-ainepitoisuus laskee noin 2,5 %:iin. Vielä parempi ratkaisu olisi separoidun liotelannan ilmastus ja pesuvesien johtaminen maasuodattimeen, koska ilmastuksella on sama vaikutus kuin laimentamisella lietteen maahanimeytymiseen.

Separoidun lietteen ilmastuksen sähkönkulutus on vain kolmannes separoimatta ilmastetun lietteen ilmastuksen sähkönkulutuksesta eli noin 3,3 kWh/m<sup>3</sup>. Ilmastuksen muuttuvat kustannukset ovat tällöin vain noin 1 mk/m<sup>3</sup>. Kiinteät kustannukset ilmastettaessa 500 m<sup>3</sup> vuodessa ovat noin 4,20 mk/m<sup>3</sup>. Nesteosan varastointitilan tarve on 15 - 30 % pienempi kuin alkuperäisen lannan ja pesuveden. Varastointikustannusten säästö on siten 2 - 4 mk alkuperäistä liete-m<sup>3</sup> kohti. Pelkästään varastointitilan säästö kattaa separoinnin aiheuttamat kustannukset (2,85 mk/m<sup>3</sup>), jos jatkuvatoiminen separaattori maksaisi 5 000 mk ja vuosittain separoitaisiin 500 m<sup>3</sup> lietettä, mikä vastaa noin 30 nautayksikön sisäruokintakauden aikana tuottamaa lietemäärää.

Jo pesuvesien johtaminen maasuodattimeen säästäisi varastointitilavuutta noin 35 % eli varastointikustannuksia noin 4,50 mk alkuperäistä lanta- ja pesuvesikuutiometriä kohti. Maasuodatuksen aiheuttamat kustannukset ovat noin 2,60 mk/m<sup>3</sup>. Pesuvesien maasuodattimeen johtamisen, separoinnin ja ilmastuksen avulla saavutettava varastotilavuuden säästö voisi olla yhteensä noin 65 %, jolloin varastointikustannuksia säästyisi alkuperäistä lanta- ja pesuvesi-m<sup>3</sup> kohti noin 8,50 mk. Lisäksi ravinnesäästöjen mukana säästettäisiin edelleen noin 8 mk alkuperäistä lanta- ja pesuvesi-m<sup>3</sup> kohti. Yhteensä säästöt nykyiseen käytäntöön olisivat noin 21,10 - 23,10 mk/m<sup>3</sup> ja kustannukset noin 9,60 mk/m<sup>3</sup> alkuperäistä lanta- ja pesuvesikuutiometriä kohti. Levitettävän massan pienentyminen alle puoleen alkuperäisestä vähentäisi myös talleantumis-tappioita.

Separoidun liotelannan nesteosan ilmastus on helpompaa kuin separoimattoman liotelannan. Samoin kiinteän osan kompostoituminen on helpompaa kuin liotelannan kompostointi. (HOLMA 1975, s. 77.) Kiinteän osan markkinointi on sitä helpompaa mitä kuivempaa se on, koska se sisältää tällöin enemmän ravinteita painoyksikköä kohti (RIEMANN ja TRAULSEN 1972). Separointi saattaisi esimerkiksi korvata kokonaan rehuhygienisistä syistä tehtävän liotelannan ilmastuksen. Lietteestä erotettu nesteosa on luonnollisesti myös varsin juoksevaa, joten se korvaa myös lietteen ilmastuksen lietteen viskositeettia alentavan vaikutuksen. Lietteen nesteosa ei tahraa nurmea siinä määrin kuin ilmastettu tai ilmastamaton liete. Se imeytyy maahan nopeammin kuin separoimaton liete eikä siitä jää kuiva-ainetta nurmikasvien lehdille. Nesteosan vaatima varastotila on noin 20 % pienempi kuin alkuperäisen lietteen. Jos liete separoidaan sitä mukaan kuin sitä syntyy voidaan tämä varastointitilavuuden pienentyminen hyödyntää.

Sianlietteen kiinteä osa voidaan erotella nesteosasta myös laskeutusaltaissa, koska



sianlietteen kiinteä osa laskeutuu varsin nopeasti varaston pohjalla. Sakeutusaltaat eivät sen sijaan soveltune käytettäväksi naudanlietteen kiinteän osan erottamiseen nesteosasta. PICCININIn ym. (1987) kokeessa sianlietteen kiinteä osa erotettiin nesteosasta viidessä peräkkäisessä altaassa. Kokeessa käsitelty lietemäärä oli varsin suuri suomalaisessa sikalassa muodostuvaan nähden. Päivässä käsitelty lietemäärä oli 60 m<sup>3</sup> eli kutakuinkin nykyisten pienimpien separaattoreiden kapasiteetti. Suomalaisessa sikalassa se vastaisi yli 9 000 lihasian lietettä. Sikalassa olleiden sikojen elopaino oli yhteensä 200 tonnia. Altaiden kokonaisvetoisuus oli 2 600 m<sup>3</sup>, ja niiden syvyys 2,5 m. Laskeutusaltaiden

jälkeen liete johdettiin lietesäiliöön. (PICCININI 1987.)

Jos vastaavat laskeutusaltaat rakennettaisiin suomalaisiin olosuhteisiin, oleellista olisi, että altaiden syvyys säilyisi 2,5 metrinä ja niiden tilavuus olisi suhteessa päivittaiseen lietemäärään. Altaiden koot suhteessa päivittaiseen lietemäärää selviävät taulukosta 7. Laskeutusaltaiden tilavuus oli noin 12 % varsinaisen lietesäiliön tilavuudesta. Sakeutusaltaiden tilavuus voidaan huomioda varastotilavuutena, joten laskeutusaltailla varustetun lannankäsittelyjärjestelmän varsinaisen lietesäiliö voi olla vastavasti pienempi kuin ilman laskeutusaltaita olevan lannankäsittelyjärjestelmän. Laskeutusaltaiden vaatima pinta-ala olisi 1 000 lihasikapaikan sikalassa vain noin 47 m<sup>2</sup>. Sen voisi jäätyksen estämiseksi sijoittaa esimerkiksi sikalan alle.

Varsin hyvään erottelutulokseen päästään jo ensimmäisessä laskeutusaltaassa. PICCININIn ym. (1987, s. 386) kokeessa sianlietteen kuiva-ainepitoisuus väheni alkuperäisestä 1 %:sta toisen laskeutusaltaan jälkeen 0,38 %:iin. Kokonaistypen pitoisuus laski toisen laskeutusaltaan jälkeisessä nesteosassa alkuperäisen lietelannan vastaavaan pitoisuuteen nähden 22 %, mutta liukoisen typen pitoisuus vain alle 1 %:n. Nesteosan typen kasveille käyttökelpoisen typen osuus (83 %) kasvoi alkuperäisen lietelannan vastaavasta 65 %:sta 83 %:iin eli varsin merkittävästi. Toisen laskeutusaltaan jälkeisen nesteosan lannoitusarvo oli lähes yhtä hyvä kuin alkuperäisen lietelannankin, ja sen aiheuttamat ympäristöriskit pienemmät esimerkiksi viljapeltojen lannoitteena, koska orgaanisen typen osuus oli pienempi. Samalla sen

Taulukko 7.

Laskeutusaltaiden tilavuus suhteessa päivittaiseen lietemäärään (PICCINI ym. 1987).

Laskeutusaltaan järjestysluku	Laskeutusaltaan tilavuus päivittäisen lietemäärän keranteina	Laskeutusaltaiden tilavuus esimerkiksi 1 000 lihasian sikalassa, m <sup>3</sup>	Laskeutusaltaiden pohjan pinta-ala <sup>1)</sup> esimerkiksi 1 000 lihasian sikalassa, m <sup>2</sup>
1	9,17	60,3	24,1
2	8,67	57,0	22,8
3	9,00	59,2	23,7
4	9,00	59,2	23,7
5	7,17	47,1	18,8
Yhteensä		282,8	113,1
Lihasiat tuottavat Suomessa keskimäärin 2,4 m <sup>3</sup> lietelantaa vuodessa. <sup>1)</sup> Laskeutusaltaiden syvyydeksi on oletettu 2,5 m.			

fosforipitoisuus laski kolmannekseen, joten fosforin ylilannoituksen vaara pieneni selvästi käytettäessä erottunutta nesteosaa lannoitteena alkuperäisen lietelannan sijasta. Nesteosan liukoisen typen ja fosforin suhde vastasi lannoitetta, jossa on 26 % typpeä ja vain 3 % fosforia, esimerkiksi typpirikas Y-lannos 1. Lisäksi toisen laskeutusaltaan jälkeisen nesteosan kemiallinen hapenkulutus oli 86 % pienempi kuin alkuperäisen lietteen. (PICCININI 1987, s. 386.) Hajuhaittojen ja ravinnetappioiden vähentämiseksi sakeutusaltaat voidaan kattaa kevytsoralla. Kevytsora pysyy altaisaan, kun väliseinien päälle asennetaan sopivat ritilät.

PICCININI:n ym. (1987) tutkimuksessa käyttämän sianlietteen kuiva-ainepitoisuus oli varsin pieni, vain 1 %. Suomalaisen lihasikalan lietteen kuiva-ainepitoisuus on selvästi suurempi. Sen kuiva-ainepitoisuus lietesäiliöstä mitattunakin on keskimäärin 7,6 % (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990, liite 1). Laskeutusaltaiden toiminta pitäisi selvittää suomalaisen kuiva-ainepitoisuuden omaavan sikalalietteen kanssa. Menetelmä näyttäisi kuitenkin olevan kustannuksiltaan kohtuullisen edullinen. Kustannukset alkuperäistä liete-m<sup>3</sup> kohti ovat kutakuinkin samat kuin separaattorierotuksessakin, mutta laskeutusaltaiden koko on helppo sopeuttaa sikalan kokoon. Lietelantaa ei kannata levittää keväällä ennen orastumista viljapelloille, koska typen teho laskee tällöin puoleen (HOLMA 1975, s. 106). Jos neste-osa voidaan levittää oraille ilman merkittäviä typen tappioita lietevaunulla tai sadettamalla, tällaantumisen aiheuttamien tappioiden väheneminen kattaa helposti laskeutusaltaista aiheutuvat kustannukset.

Separoinnista saatavien hyötyjen selvittämiseksi pitäisi kiintoaine- ja nesteisiin joutuvien ravinteiden osuus ja pitoisuus selvittää nykyistä tarkemmin. Norjassa tehdyissä tutkimuksissa naudanlietteen kummankin osan pitoisuudet olivat lähes yhtä suuret (MORGE ja FJELLDAL 1991, s. 4). Erotettujen komponenttien hygienia tulisi selvittää. *Salmonella*-bakteerit saattavat elää lietelannassa jopa vuoden (HOLMA 1975, s. 15). Separoimattoman lietteen levitykseen nurmelle liittyy siten rehuhygienisiä ongelmia. Separointi saattaa vaikuttaa *Salmonella*-bakteereita vähentävästi. Esimerkiksi virtsassa *Salmonella* elää vain noin pari kuukautta (HOLMA 1975, s. 16).

## 9. LANTALAT JA VIRTSASÄILIÖT

### 9.1. Avolantala

Jos avolantala ei ole katettu, sinne tulee sadevesiä. Tätä suurempi ongelma on kuitenkin katolta tulevat vedet, jotka usein joutuvat lantalaan, jos lantala on aivan karjasuojan seinän vieressä. Lantalaan voi tulla myös pintavesiä, jos se on ympäröivää maastoa syvemmällä eikä pintavesien pääsyä lantalaan ole rakenteiden avulla estetty. Katolta tulevien sadevesiä ja lantalan ulkopuolelta sinne valuvien vesien määrä on yleensä merkittävä silloin, kun niitä lantalaan joutuu. Suoraan lantalaan satavien sadevesien merkitystä voidaan vähentää pitämällä varastoitavan lantakerroksen paksuus mahdollisimman suurena. Noin 3 metrin korkuisessa lan-

takerroksessa, kuten lietelantalassa, sadevesien merkitys on vähäinen. Avolantaloissa varastointikorkeus on kuitenkin keskimäärin korkeintaan 1,5 metriä. Kuivalannan kuiva-ainepitoisuuden tulisi olla vähintään noin 24 %, jotta se pysyisi kuivalantana vuotuisen sadeveden nettokertymän ollessa 300 mm (HOLMA 1975, s. 67). Sadevedet eivät juurikaan lisää kuivalannan tilavuutta vaan massaa. Perävaunun kuljetuskapasiteettia rajoittaa kuivalantaa kuljetettaessa yleensä tilavuus eikä paino. Pelkät sadevedet eivät siten lisää kuljetus- tai levityskustannuksia. Sadevedet saattavat kuitenkin aiheuttaa toiminnallista ongelmaa tekemällä kuivalannasta ns. välilantaa, jonka kuiva-ainepitoisuus on 10 - 20 % ja jota on vaikea käsitellä lietelantana tai kuivalantana. Pahimmassakin tapauksessa ylimääräistä kuiviketta pitää 4 %:n kuiva-ainepitoisuutta vastaava määrä eli noin 40 kg lanta-m<sup>3</sup> kohti. Tästä aiheutuvat kustannukset olisivat noin 7,50 mk/m<sup>3</sup> lantaa. Kuivalantalan vesikattorakenteista aiheutuva vuotuiskestäminen on noin 21 mk varastoitavaa lanta-m<sup>3</sup> kohti, kun kattorakenteiden neliöhinta on 400 mk (ANON. 1992e, s. 3), korko 6 % ja käyttöaika 20 vuotta, joten avolantala ei yleensä kannata kattaa. Kattorakenne saattaa lisäksi haitata kuormausta.

## 9.2. Lietelantala

Lietesäiliöön satavat vedet lisäävät lietteen määrää noin 30 cm talven aikana (HOLMA 1975, s. 67). Kesällä haihtuminen ja sadevedet ovat tasapainossa (HOLMA 1975, s. 72). Maakuopat ovat yleensä suurialaisia, jolloin sadevesien osuus voi niissä nousta kohtuuttomaksi talvikuukausien aikana (HOLMA 1975, s. 72). Halpa varasto voi siten kostautua suurina levityskustannuksina, jos lietettä ei sadeteta. Jos esimerkiksi kattamattoman lietevaraston syvyys pienenee 3 metristä 1,5 metriin, sadevesien osuus kaksinkertaistuu 10 %:sta 20 %:iin. Lietelantasäiliössä kaikilla sadevesillä, jotka eivät haihdu lietesäiliöstä, on kustannuksia lisäävä vaikutus, koska ne lisäävät lietteen sekä tilavuutta että massaa omalla tilavuudellaan ja massallaan.

Rakennuksista, kuten lietevarastoista, aiheutuvat vuotuiskestäminen ovat kohtuullisen pienet, vaikka rakennuskustannus olisikin suuri, koska niiden kestoikä voi olla 20 - 40 vuotta (HOLMA 1975, s. 89). Rakenteista aiheutuvien kustannusten pitämiseksi kurissa on niiden todellinen käyttöaika saatava riittävän pitkäksi. Lietelantavaraston lisätilavuuden yksikköhinta on noin 150 mk/m<sup>3</sup> (ANON. 1992, s. 3). Jos korkokanta on 6 %, käyttöaika 20 vuotta eikä jäännösarvoa ole, lietevaraston vuotuiskestäminen on 12 mk/m<sup>3</sup>. Jos käyttöaika jää puoleen eli kymmeneen vuoteen vuotuiskestäminen on 19,50 mk/m<sup>3</sup>. Edelleen käyttöajan jäädessä vain viiteen vuoteen vuotuiskestäminen on 34,50 mk/m<sup>3</sup>. Maakuopan kaivu maksaa noin 14 mk/m<sup>3</sup> (ANON. 1992, s. 6). Maakuopan rakennuskustannukset ovat siten vain noin 10 % varsinaisen lietesäiliön rakennuskustannuksista, jos ylimääräisiä eristyskerroksia ei tarvita. Maakuoppalietevarastosta aiheutuvat vuotuiskestäminen olisivat siten vain noin 1,10 mk/m<sup>3</sup>, jos sen katsotaan kestävänsä 20 vuotta. Koska maakuopan käyttäminen lietevarastona alentaisi merkittävästi lietelannan varastointikustannuksia ja lietevarastoja rakennetaan tällä hetkellä varsin runsaasti, olisi pikaisesti selvitettävä

millä edellytyksillä lietelantaa voidaan suomalaisissa olosuhteissa varastoida maakuopassa ilman ympäristöhaittoja.

Ympäristöavustuksia on jaettu pienten keskimäärin 15 lehmän navetoiden lantavarastojen rakentamiseen. Pienten varastojen yksikköhinta on suurempi kuin isojen. Esimerkiksi 15 lehmän navetan, jossa on noin 22,5 nautayksikköä, lietevaraston koko on noin 365 m<sup>3</sup>. Sen rakentamisesta aiheutuva yksikkökustannus on noin 250 mk/m<sup>3</sup>. Siitä aiheutuva vuotuiskestäminen on 20 mk/m<sup>3</sup>, jos käyttöaika on vain 10 vuotta. Tosin viljelijälle näkyvät vuotuiskestämukset ovat vain puolet edellä mainitusta, jos hän saa ympäristöavustusta 50 % kustannusarviosta. Kansantaloudellisesti kustannukset pitää kuitenkin laskea ilman tämänkaltaisia tulonsiirtoja. On varsin todennäköistä, että alle 15 lehmän navetat poistuvat suurimmalta osin tuotannosta kymmenen vuoden kuluessa. Ympäristöavustukset tulisikin ensisijaisesti jakaa tuotantoyksiköille, jotka todennäköisemmin ovat tuotannossa mukana vielä 10 - 20 vuoden kuluttua. Tämä tarkoittaa sitä, että lehmäluvun tulisi olla ainakin 20.

Lietevastaston koolla ja muodolla on suuri vaikutus varaston yksikkökustannuksiin. Suuren varaston rakennuskustannukset ovat yksikköä kohti pienemmät kuin pienen. Pyöreä lietevarasto on halvempi kuin suorakaiteen muotoinen, ja ero kasvaa lietesäiliön koon kasvaessa. Lietesäiliön seinä on neliometriä kohti kalliimpaa kuin lietesäiliön pohja. Jos lietesäiliön halkaisija on 12 metriä ja sen syvyys 3 metriä, seinälieriön pinta-ala on yhtä suuri kuin pohjan pinta-ala. Säiliö laajenee yhtä paljon suurennettaessa vaippaa tai pohjaa yhtä paljon. Pohjaa laajennettaessa kuitenkin myös vaippa laajenee 56 % pohjan laajentumisesta. Pohjan neliometrihintaa saa siten olla vain noin 65 % seinämän neliometrihinnasta, jotta säiliötä kannattaisi mieluummin rakentaa suuremmaksi sen pohjanpinta-alaa suurentamalla kuin syventämällä.

Halvimmalla lisätilavuutta saataisiin tekemällä lietesäiliön pohja kartioksi. Esimerkiksi jos lietesäiliön pohja tehdäänkin kartioksi, jonka halkaisija on 16 metriä ja keskikohta on metrin reunoja syvemmällä, saadaan lietesäiliöön lisätilavuutta 67 m<sup>3</sup>, mutta pohjan pinta-ala kasvaa vain 2 m<sup>2</sup>. Lisäksi maata on poistettava lisää sama määrä kuin säiliön tilavuus kasvaa. Kustannukset lisätilavuudesta ovat siten ainoastaan 16 mk/m<sup>3</sup>. Ratkaisuun liittyy kuitenkin selviä toiminnallisia riskejä, jotka pitäisi selvittää. Esimerkiksi KAPUISEN ja KARHUSEN (1990, s. 97) mukaan lietesäiliön pohjan tulee olla vaakasuorassa, jotta pohjalle ei kertyisi kuiva-ainetta. Haitan suuruus on kuitenkin epäselvä. Missään tapauksessa lietesäiliön pohjaan ei kannata tehdä kallistuksia toimivuuden parantamiseksi.

Lietelantaloita rakennetaan lähivuosina varsin runsaasti. Pelkästään niihin kohdistuvien ympäristöavustusten arvo on ehkä noin 40 miljoonaa markkaa vuosittain. Lietelantavarastojen kustannusoptimointitutkimuksen kustannukset tulisivat hyvinkin helposti katetuiksi moninkertaisesti säästyneinä valtionvaroina. 200 000 markan tutkimus olisi vain 0,5 % lietelantavarastojen vuosittaisesta ympäristöavustuksesta. Lisäksi tutkimuksen vaikutus ulottuisi useille vuosille. Ympäristöavustuksen lisäksi säästyisi korkotukivarjoja, maatalouden kustannukset alentuisivat ja tutkimusmäärärahoista saatava hyöty olisi mittava panostukseen nähden.

### 9.3. Peltopatterit

Tuotannosta lähimmän kymmenen vuoden sisällä poistuvien tilojen lannan varastointi edelleenkin pellolla lantapattereissa saattaisi olla varsin perusteltua. Lisäksi lantapattereista mahdollisesti aiheutuvaa ympäristöriskiä voidaan tehokkaasti pienentää tiedottamalla. Oikein tehtynä peltopatterivarastoinnin ympäristöhaitat voidaan pitää olemattomana. Peltopatterivarastoja käytettäessä lanta tulisi varastoida suhteellisen suurissa aumoissa ja mielellään peitettynä paikalla, joka ei voi joutua tulvavesien peittämäksi ja joka ei vietä vesistöihin päin, kohtuullisella etäisyydellä ojista.

### 9.4. Virtsa säiliöt

Tulevaisuudessa liete tulee olemaan lähes ainoa järkevä lannan käsittelytapa. Kuitenkin lantaa käsitellään vielä pitkään myös kuivalantajärjestelmässä. Kuivalantala vaatii tuekseen virtsa säiliön. Kuivalantajärjestelmä ei missään olosuhteissa vaadi pesuvesien sekoittamista lantaan toimivuutensa kannalta, kuten lietelantajärjestelmässä saattaa asianlaita joskus olla. Sen tähden kuivalantanavetan pesuvedet tulisi johtaa imeytyskaivojen ja maasuodattimien kautta luontoon. Virtsa on parempi laimentaa vedellä vasta levityksen yhteydessä.

Naudan virtsan typpipitoisuus on 6 - 8 % ja sikojen 3 - 4 % (KEMPPAINEN 1984, liite). Typen tappiot tulee estää kannella tai esimerkiksi kevytsorakatteella. Virtsa säiliön yksikkökustannukset ovat samat kuin lietelantalan. Liete säiliön yksikkökustannus on kuitenkin alempi kuin virtsa säiliön, koska virtsa säiliö on pienempi kuin vastaavan kokoisen karjan lietelantalan.

## 10. LEVITYS KASVUSTOON

### 10.1. Lietelannan levitys nurmelle

Raa'an lietelannan levitys nurmelle aiheuttaa rehuhygieniäongelman. Kuitenkin esimerkiksi varastointi parantaa lietelannan hygieniää. PERSSONIN (1974) mukaan loisten munat ja toukat menettävät varastosäiliössä ruotsalaisessa ilmastossa elinkykynsä talvella kolmessa kuukaudessa ja kesällä alle yhdessä kuukaudessa. Esimerkiksi *Salmonella* saattaa kuitenkin säilyä kasvinosissa puolikin vuotta (ANON. 1971).

Sadetus ja runsas sade puhdistavat kasvuston lannan jätteistä, jolloin tartuntavaara vähenee (HOLMA 1975, s. 119). Jos liete levitetään lietevaunulla kasvavan nurmen pintaan, lietettä ei kannata laimentaa, kuten sadettaessa. Jotta lietteen typen haihtuminen puolittuisi verrattuna laimentamattomaan lietteeseen, on siihen lisättävä vettä 100 % alkuperäisen lietteen määrästä (DÖHLER 1990, s. 41.9). Vastaavaan typen tehoon päästään, jos lietteen levityksen jälkeen kasvusto pestään vesimäärällä, joka on 15 % lietteen määrästä (STEFFENS 1991, s. 264). Pienempi vesimäärä ainakin vähentää ajettavien kuormien määrää. Se myös helpottaa tilannetta tiloilla, joilla veden saanti on vaikeaa. Tallaantumisen väheneminen riippuu käytetyistä kalustosta ja levitystekniikasta. Jos vesi levitetään erikseen levittämisen jälkeen, tallaantuminen lisääntyy, koska joka ajourasta ajetaan kaksi kertaa yhden asemasta.

Jos liete ja vesi levitetään samalla ajolla tallaantuminen ei lisääny välttämättä juuri lainkaan, kun kasvusto pestään pienellä vesimäärällä lietteen laimentamisen sijasta, mutta ajettavien kuormien määrä lisääntyy noin 15 %.

Parhaiten pintalevitykseen soveltuu lietteen pinnalle erottunut nesteosa. Tätä ei ilmastamattomaan naudanlietteeseen kuitenkaan välttämättä muodostu. Ilmastettu liete sen sijaan laskeutuu nopeasti (MYHR 1991, s. 115 ja OECHSNER 1991, s. 110). Nesteosan liukoisen typen ja kaliumin pitoisuudet ovat kutakuinkin samat kuin pohjalle jäävän kiinteänkin osan. Kiinteässä osassa on sen sijaan jopa 8-kertainen määrä fosforia. (MYHR 1991, s. 114.)

## 10.2. Lietelannan sijoitus

Liete voidaan sijoittaa nurmeen ilman, että kasvustossa olisi tämän jälkeen bakteereita (HOLMA 1974a). Naudanlietteen sijoittamisen merkitys on suurempi kuin sianlietteen sijoittamisen, koska naudanlietteen viskositeetti on suurempi kuin sianlietteen. Ilman lämpötilan ollessa matala (5 - 10 °C) sianliete voidaan mullata erikseen esimerkiksi äestämällä ilman suuria ammoniakkihäviöitä. Sen sijaan naudanlietteen ammoniakkitappiot kasvavat hyvin nopeasti multauksen viivästyessä, vaikka lämpötila olisikin alhainen. (DÖHLER 1990, s. 41.3) Ammoniakin tappiot ovat erityisen suuret lämpimällä säällä. Tämä johtunee siitä, että ammoniakin liukoisuus veteen pienenee jyrkästi veden lämpötilan noustessa (Neumüller Ref. van den WEGHE 1990, s. 45.9).

Paras tulos naudan liotelannan sijoittamisesta saadaan, kun se sijoitetaan peltoon 6 - 16 päivää kylvön jälkeen. Naudan liotelannan liukoisen typen teho silloin 95 %. Kylvön jälkeen sijoitetun naudan liotelannan teho on jopa suurempi kuin 1 - 5 päivää ennen kylvöä sijoitetun. Eroa on 5 %-yksikköä. (KEMPPAINEN 1990) Kylvön jälkeinen sijoitus aiheuttaa vähemmän tallaustappioita kuin ennen kylvöä tehty, koska maat ovat ensin mainitussa tapauksessa kuivempia. Toisaalta sijoitusvantaat voivat vaurioittaa kasvustoa. Sijoituksen vaikutus typen hyväksikäyttöön on eri kokeissa vaihdellut lievistä sadon laskusta pintalevitykseen verrattuna lähes kaksinkertaiseen typen hyväksikäyttöön (LEINONEN 1993, s. 47).

## 10.3. Lietelannan levitys kasvustoon letkulevityksenä

DÖHLERin (1990, s. 41.1) mittausten mukaan liotelannan levitys kasvustoon letkulevityksenä tavallisen pintalevityksen asemesta pienentää ammoniakin häviöitä 67 %:sta 48 %:iin. Lypsykarjan lietteessä vastaavan liukoisen typen säästön arvo on noin 1,20 mk/m<sup>3</sup>. Levityspuomisto maksaa noin 35 000 mk ja sopii tavalliseen liotelantavaunuun. Puomista aiheutuvat lisäkustannukset ovat siten vuodessa noin 4 500 mk (10 v, 6 %). Letkulevittimellä pitäisi levittää noin 3 800 m<sup>3</sup> lypsykarjan lietettä vuodessa, jotta sen hankinta kannattaisi. Tämä vastaa noin 230 nautayksikön sisäruokintakauden aikana tuottamaa lantamäärää sellaisena kuin se nykyisin varastoidaan. Eurokokoisilla nautakarjatiloilinkin sen pitäisi olla vähintään viiden tilan yhteiskäytössä.

Sikalalietteen juoksevuus on pienempi kuin naudanlietteen, joten yhtä suurta typen hyväksikäytön paranemista ei voida saavuttaa levitettäessä sianlietettä letkulevittimellä roiskelevyn asemesta. 19 %-yksikön suuruinen typen häviöiden pieneneminen olisi lihasikalan lietteessä 4,90 mk/m<sup>3</sup> arvoinen.

#### 10.4. Lietelannan levitys syöttöletkulevittimellä

Syöttöletkulevitys soveltuu tiloille, joiden pellot sijaitsevat lietalantalan välittömässä läheisyydessä, ja pumppaaminen suoraan varastosta pellolle on mahdollista. Lietesäiliön ei välttämättä tarvitse sijaita karjasuojan yhteydessä, vaan lietevaraston laajennus kannattaa tehdä kauempana sijaitsevien lohkojen yhteyteen, jos syöttöletkulevitystä aiotaan käyttää. Lähipeltojen yhteydessä olevaan lisälietevarastoon liete voidaan siirtää järkevimmin syöttöletkulla. Lietelantaloiden välimatka voi siten olla noin 300 - 1000 metriä syöttöletkun pituudesta riippuen. Selvästi kauempana olevien peltojen yhteyteen tehtyihin lietalantavarastoihin lietalanta pitää kuljettaa lietevaunulla. Lietteen kuljetus levityspaikalle on menetelmän pullonkaula. (TORTTILA ja SIPILÄ 1992, s. 55 - 57.) Jos liete joudutaan kuljettamaan levityspaikalle lietevaunulla levityksen yhteydessä, kannattaa liete myös levittää sillä. GODWINin ym. (1990, s. 49) mukaan suoraan lietalantalasta syöttöletkulla levitettäessä työsaavutus on 0,75 ha/h ja lietevaunulla levitettäessä 0,28 ha/h 500 metrin päässä olevalle pellolle. Menetelmän etuja ovat ennen kaikkea sen nopeus ja peltojen tallaantumisen väheneminen. Tallaustappioiden voidaan olettaa vähenevän keskimäärin noin puoleen eli 5 %:iin sadon arvosta. Tarvittavan levityskaluston arvo saisi olla siinä tapauksessa, että lietalanta levitetään suoraan lietevarastosta, noin 2 700 mk/ha. Koska lietevaunu on menetelmässä tarpeeton voidaan menetelmää hyvittää sen arvolla, noin 30 000 mk. 300 metriä pitkä syöttöletku, pumppu, hajotinlevy ja letkukela maksavat noin 40 000 markkaa. (TORTTILA ja SIPILÄ 1992, s. 38). Menetelmää voidaan pitää taloudellisena, jos lietalanta voidaan pumpata pellolle suoraan lietesäiliöstä.

#### 10.5. Lietelannan sadetus

Sadetuksen aikana typen tappiot ovat noin 10 % (BOXBERGER ja GRONAUER 1992, s. 42.3). Sadetuksen vaatima ja mahdollistama lietteen laimentaminen pienentää levityksen jälkeisiä typen tappioita niin paljon, että sadetuksen aikaiset tappiot tulevat korvatuksi. Sadetettaessa tilavuuden kasvusta aiheutuva haitta ei ole yhtä suuri kuin lietevaunulevityksessä, mutta kustannukset lisääntyvät tässäkin yhteydessä laimennussuhteen kasvaessa. Sadetuksessa käyttövoimasta aiheutuvat kustannukset ovat noin 15 p/m<sup>3</sup>. Menetelmän käyttö edellyttää, että tilalla on käytettävissä riittävästi vettä lietalannan laimentamiseen levityksen yhteydessä tai separaattori ja että tilalla on käytettävissä sadetuskalusto. Lietteen varastoiminen laimennettuna ei ole taloudellisesti mielekäästä, koska kasvaneesta varastointikapasiteetista aiheutuvia kustannuksia ei voida kattaa säästyneen typen avulla. Lypsikarjan lietteen liukoisen typen arvo on vain noin 8 - 9 mk/m<sup>3</sup>, ja kokonaistypenkin

vain noin 13 - 15 mk/m<sup>3</sup>. Varastointikustannukset ovat noin 12 mk/m<sup>3</sup>. Lypsylehmän lietteestä noin 16,4 m<sup>3</sup> tulee lantavarastoon vuoden aikana, jos sitä laidunnetaan 4 kuukautta. Jos laimennossuhde on 1:1, laimennusvettä kuluu 16,4 m<sup>3</sup> lehmää kohti vuodessa. Jos karjan koko on 45 nautayksikköä (30 lypsylehmää ja 30 nuorta nautaa), tilalla kuluisi vettä noin 740 m<sup>3</sup> lietteen laimentamiseen. Jos sadetuslaite maksaa 120 000 markkaa, sen poisto aika on 10 vuotta ja korko 6 %, vuotuis kusten-  
nukset (15 600 mk) siitä olisivat edellisen esimerkin karjan lietteen (740 m<sup>3</sup>) sadetuk-  
sesta noin 217 mk/m<sup>3</sup> alkuperäistä lietettä. Lisäksi tulisivat kustannukset käyttövoi-  
masta 25 p/m<sup>3</sup> laimennettua lietettä. Näin lietemäärän sadettamisesta saavutettavat  
typen säästöt eivät riitä kattamaan aiheutuneita kustannuksia. Sadetuksella saavutet-  
tavat tallautumistappioiden häviöiden poistuminen yhdessä typen säästöjen kanssa  
kattaa sadetuksesta aiheutuvat kustannukset jo kokonaislietemäärän ollessa vähintään  
1 100 m<sup>3</sup>. Toisaalta sadettamalla voidaan säästää lietteen levityksestä muutoin  
aiheutuvat kustannukset. Lietteen ja pintalevityksestä aiheutuvat muuttuvat kusten-  
nukset ovat noin 1,30 mk/m<sup>3</sup> alkuperäistä lietettä ja kiinteät kustannukset noin  
5,30 mk/m<sup>3</sup>. Tämän lisäksi kuljetuksesta aiheutuu muuttuvia kustannuksia, noin  
1,70 mk/m<sup>3</sup>·km. Pumpkauksesta aiheutuvat muuttuvat kustannukset ovat noin 35p/m<sup>3</sup>.  
Jokin sekoitin tarvitaan myös sadetusvaihtoehdossa, joten pumppusekoittimen  
kiinteitä kustannuksia ei tarvitse huomioida kustannusvertailussa. Nämä kustannus-  
säästöt yhdessä talleentumis- ja typen tappioiden ja tavallisen lietelannan levityksen  
aiheuttamien kustannusten säästymisen kanssa kattavat sadetuksesta aiheutuvat  
kustannukset jo 45 nautayksikön tilalla. Sadetus kannattaisi siten aina, kun liete  
voidaan pumpata lietesäiliöstä suoraan sadetuskoneeseen. Liettevarasto voi sijaita  
myös muualla kuin karjasuojan välittömässä läheisyydessä. Muussa tapauksessa  
separoitu tai ilmastettu taikka sekä separoitu että ilmastettu liete kannattaa levittää  
kasvuston pinnalle lietevaunulla.

Jos lietettä laimennetaan tarpeeksi voidaan sadetukseen käyttää samaa kalustoa kuin  
tavalliseenkin sadetukseen. Sadetuksessa käyttövoimasta aiheutuvat kustannukset eivät  
rajoita laimennusta, vaan vesimäärä kasvaa laimennussuhteen kasvaessa liian suureksi  
kasvuston ja pellon sietokyvyn kannalta. 125 kg käyttökelpoista typpeä saadaan noin  
70 m<sup>3</sup>:stä lypsykarjan lietettä, kun typen hyötysuhde on 65 %. 10 m<sup>3</sup> lietettä vastaa  
1 mm:n sadetta. Normaali sadetus vastaa siten jo 7 mm:n sadetta. Esimerkiksi  
laimennus 1:7 vastaa jo 56 mm:n sadetta. Kerralla voidaan sadettaa korkeintaan noin  
1:3 laimennettua lietettä. Yhden hehtaarin sadetukseen kuluisi tällöin 22,9 mm:n  
suuttimella ja 600 kPa:n paineella vajaat kuusi tuntia. Naudan lietelantaa ei voi  
sadettaa laimentamatta, mutta separoitua lietettä kylläkin. Separoidulla naudan  
lietteellä sadetusaika olisi noin puolitoista tuntia. (ANON. 1980, s. 4.) Jos tämä  
sadetuskalusto on tilalla entuudestaan, lietteen sadetuksesta ei voida laskea aiheutuvan  
lisää kiinteitä kustannuksia ja sadetuskustannuksiin tarvitsee silloin lukea ainoastaan  
työstä ja käyttövoimasta aiheutuvat kustannukset. Sadetuskalusto voisi olla myös  
usean tilan yhteinen. Tällöin kiinteät kustannukset sadetettua liete-m<sup>3</sup> kohti jäisivät  
pieniksi. Se soveltuisi hyvin myös urakointikäyttöön. Lietteen levitys sadettamalla



vaikuttaa varsin lupaavalta menetelmältä. Sen avulla voitaisiin mahdollisesti säästää ilmastuksesta ja/tai lietteen sijoituksesta nurmeen aiheutuvat lisäkustannukset sekä tallaantumistappiot.

## 11. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Selkeästi paras hyöty lannankäsittelyyn liittyvissä tutkimuksissa saavutetaan keskittymällä kansallisiin ongelmakysymyksiin, jotka johtuvat tila- ja tuotantorakenteestamme sekä sen kehityksestä lähitulevaisuudessa ja kylmästä ilmastostamme. Ensin mainittu alue on selkeästi hyödyllisempi kuin jälkimmäinen, koska kyseisen laatusesta tutkimuksesta koituu hyötyä ainoastaan Suomelle ja siten sitä ei tee kukaan muu. Kylmä ilmastomme rajoittaa keskieurooppalaisten tutkimusten soveltuvuutta suomalaisiin olosuhteisiin, mutta esimerkiksi Ruotsi ja Norja ovat ilmastollisesti varsin samanlaisia. Lisäksi niiden tila- ja tuotantorakenne on lähellä suomalaista. Ilmastolisten seikkojen aiheuttamiin erityiskysymyksiin on siten saatavissa tietoa ainakin toisista pohjoismaista ja Pohjois-Amerikasta. Muutoin lantakysymyksiä on tutkittu ja tutkitaan varsin laajasti ympäri maailmaa. Kaikkein edullisimmin lantatutkimusta voidaan Suomessa viedä eteenpäin painottamalla kirjallisuustutkimusta, jossa ulkomailla saatuja tutkimustuloksia sovelletaan suomalaisiin olosuhteisiin täydennettynä välttämättömällä kokeellisella tutkimuksella silloin, kun ulkomaiset tulokset eivät ole sovellettavissa Suomen olosuhteisiin.

Kiireellisimmät lantatutkimustarpeet liittyvät lietevarastojen rakentamiseen. **Lannan varastoinnin taloudellista optimointia** koskeva tutkimus olisi tehtävä välittömästi. Myös kuiva- ja kuivikelantavarastojen sekä virtsasäiliöiden rakennuskustannusten alentamiseen tähtäävät tutkimukset ovat tärkeitä. Tarvittava varastointikauden pituus ja varastotilavuus olisi selvitettävä mitä pikimmin. Samalla tulisi selvittää erikokoisille tuotantoyksiköille taloudellisesti tarkoituksenmukaiset lannankäsittelyjärjestelmät ottaen huomioon niiden todennäköinen toteutuva käyttöikä. Nykyisin käytössä olevien tuotantoyksiköiden lannankäsittelyjärjestelmät ja lantavarastojen koot suhteessa eläinmääriin tulisi selvittää eläinlajeittain ja tuotantoyksikkökoottain, jotta voitaisiin arvioida eri lantalajien osuudet tulevaisuudessa tuotannon rationalisoituessa ja kohdistaa ympäristöavustukset tarkoituksenmukaisella tavalla. Varsinaisten tuotantorakennusten rakentaminen tällä vuosikymmenellä on vähäistä ja uusien eurokokoisten tuotantoyksiköiden rakentaminen keskittyy ensi vuosikymmenelle. Lannankäsittelyyn varsinaisen tuotantorakennuksen sisällä liittyvät tutkimukset voidaan siirtää tämän vuosikymmenen jälkipuoliskolle elleivät ne suoranaisesti kohdistu lannan varastointitarpeen pienentämiseen. Varastointitarpeen pienentämiseen tähtääviä tutkimuksia ovat esimerkiksi perinteiseen kuivikepohjaan ja kestokuivikepohjaan liittyvät tutkimukset. Lannan käsittelyyn liittyvä rakennustutkimus tulisi kohdentaa nautakarjarakennuksiin. Tämä koskee myös lantavarastoja. Lietelantajärjestelmä on entistä edullisempi vaihtoehto, kun lypsykarjojen koko kasvaa. Lantatutkimukset sekä rakennustutkimuksen että lannan ravinteiden hyödyntä-

mistutkimuksen osalta tulee keskittää naudan liettelantaan. Lietelannan jatkokäsittelyyn liittyvät tutkimukset voidaan separointia ja ilmastusta lukuunottamatta siirtää vuosikymmenen jälkipuoliskolle, koska ne eivät merkittävästi edesauta varastointitarpeen vähentämisessä eikä niitä voida soveltaa nykyisessä tuotantorakenteessa.

Lietelannan separointi liitettynä separoidun nesteosan sadetukseen vaikuttaa lupaavalta. Jatkuvatoimisen pienen lieteseparaattorin, jonka teho riittää noin 45 nautayksikön karjalle, kehittäminen olisi varsin kannattava tutkimushanke. Lietelannan sadetuksessa käytettävä tekniikka tulisi niinikään selvittää. Lietelannan ilmastuksen hygienisoiva vaikutus tulee selvitettyä jo nyt käynnissä olevissa tutkimuksissa. Lannan määrä ei ole nyt eikä tulevaisuudessa kohtuuton suhteessa peltopinta-alaan, jos lietteen levitys kasvavaan nurmeen voidaan selvittää. Yksittäisiä tilakohtaisia poikkeuksia on, mutta tämä kysymys on parasta ratkaista vaatimalla peltoalaan nähden liian suurilta kotieläintuotantoyksiköiltä tulevaisuudessa riittävät lannanlevityssopimukset lähinaapureiden pelloille tai vastaavat vuokrasopimukset kohtuullisella etäisyydellä oleville peltoihin.

**Lannan levitys kasvustoon näyttää olevan kiireellisin lantatutkimuksen aihe siinä osassa lannankäsittelyä, joka käsittelee sen hyödyntämistä peltoviljelyssä ja siitä aiheutuvia ympäristöhaittoja.** Koska lantamäärät eivät ole kohtuuttomia viljeltävään peltoalaan nähden edellä mainitun kysymysten ratkaisun jälkeen, merkittävät ravinnetappiot syntyvät kylmäkasvattamoiden lantakäytäviltä, käsittelemättömän lannan pintalevittämisestä ja lannan multaamatta jättämisestä, syys- ja talvilevityksistä sekä kuivikelannan orgaanisen typen mineralisoitumisesta ja huuhtoutumisesta kasvukauden jälkeen. Näistä selvittämättömiä kysymyksiä meneillään olevien tutkimusten valmistumisen jälkeen ovat lähinnä kylmäkasvattamoiden lantakäytävien typen haihtuminen ja sen vähentäminen, laitumelle tulevan lannan ravinnetappiot sekä lannan varastointimuodon ja tarkoituksenmukaisten levitysjankohtien yhteensovittaminen siten, että lannankäsittelystä aiheutuvat kustannukset olisivat mahdollisimman pienet saatuun hyötyyn nähden.

Väkilannoitteet ovat lannoiteveroista huolimatta selvästi edullisempia lannoitteina kuin karjanlanta eikä tilannetta pystytä korjaamaan lannoiteveroilla nostamatta maatalouden kustannuksia liikaa. Koska porkkana on liian pieni karjanlannan käytön tehostamiseksi, on käytettävä keppiä. Oiva mahdollisuus tähän olisi tuotettujen kotieläintuotteiden määrään suhteutettu jätehuoltomaksu, josta saisi alennusta lannankäsittelyjärjestelmän kehittyneisyyden perusteella. Järjestelmän luomiseksi olisi aloitettava tutkimus, jossa selvitetäisiin eri toimenpiteiden tehokkuus lannan ravinteiden hyödyntämisessä ja tätä vastaava sopiva alennus jätehuoltomaksuun. Koska typen tappiot ovat keskeisimpiä karjanlannan ympäristövaikutusten kannalta, jätehuoltomaksujärjestelmän laatimisen pohjaksi on selvítettävä typen häviöt karjanlannasta eri muodoissa ja niiden suhteelliset haitat toisiinsa nähden.

Viljelijöiden motivoiminen jo kehitettyjen ja tulevaisuudessa kehittävien hyvien lannankäsittelymenetelmien laajamittaisen käyttöönottoon lannoitetypen ja lannan typen hintasuhteiden takia edellyttäisi väkilannoitteen typpiveron merkittävää korotta-

mista nykyisestääänkin, ja sen korvaamista vastaavalla tuella viljelijöille. Tulevaisuudessa mahdollisen EU-jäsenyyden toteutuessa ei ole kuitenkaan mahdollista jakaa tuoteyksikkökohtaista tukea, ja merkittävä hehtaarikohtainen tukikaan ei motivoi tehokkaaseen lannan hyväksikäyttöön. Vaikutuskeinoksi näyttää jäävän lannankäsittelymenetelmien tukeminen ja sitä kautta hyvien lannankäsittelymenetelmien käytön mahdollistaminen. Lisäksi tiloilta voitaisiin periä kotieläintuotannonmäärään sidoksissa olevaa jätehuoltomaksua, koska lannan ravinteiden määrät ovat suhteessa tuotetun kotieläintuotteen määrään. Maksun voisivat kerätä esimerkiksi meijerit kiintiömaksujen sekä teurastamot tuotantopalkkioiden maksun ja markkinointimaksujen perimisen yhteydessä. Maksun suuruus vastaisi kustannuksia, jotka aiheutuvat lannankäsittelyjärjestelmän parantamisesta minimitasosta hyvään lannankäsittelytapaan.

Tällä hetkellä maksu voisi olla noin 25 mk lanta-m<sup>3</sup> kohti. Kun lypsylehmä tuottaa vuodessa keskimäärin noin 6 000 litraa maitoa ja 25 m<sup>3</sup> lantaa ja ummessa oleva lehmä tuottaa lantaa noin 10 m<sup>3</sup> vuodessa, lehmäkohtaisen perusmaksun pitäisi tällä hetkellä olla noin 250 mk vuodessa ja maitomäärän perusteella maksettavan maksun noin 6 penniä maitolitraa kohti. Sianlihassa maksu voisi olla noin 33 p/kg. Emakon perusmaksu olisi noin 60 mk ja jokaisesta tuotetusta porsaasta veloittettaisiin 1,10 mk jätehuoltomaksua. Maksusta saisi alennusta sen mukaan, missä suhteessa tilalla on levitysalaa tuotettuun lantamäärään nähden ja erilaisten lannan ravinteiden hyväksikäyttöä edistävien lannankäsittelymenetelmien käytön perusteella. Tilakohtainen alennus-% määritettäisiin katsastuksessa, jonka voisi toimittaa esimerkiksi maataloussihteeri. Meijerit ja teurastamot perisivät alennettua maksua niille toimitetun katsastustodistuksen perusteella. Kulloinkin tunnettuja parhaimpia menetelmiä käyttävälle tilalle alennuksen tulisi olla 100 %.

Jätehuoltomaksun tuotolla voitaisiin tukea ympäristöinvestointeja ja alan tutkimusta. Jätehuoltomaksu mahdollistaisi myös väkilannoitteiden typpiverosta luopumisen siinä mielessä, että sitä ei enää tarvittaisi motivoimaan parempaan lannankäsittelyyn. Samalla viljanviljelykustannukset alenisivat merkittävästi, koska typpivero on noin 48 % typpilannoitteiden typen arvosta. Typpilannoituksen ollessa 100 kg/ha typpiverosta aiheutuva kustannus on 260 mk/ha.

Vaikka suomalainen maatalous tulee lähivuosina selvästi rationalisoitumaan, ovat suomalaiset tuotantoyksiköt edelleen varsin pieniä. Lannankäsittelyyn liittyvien koneiden kapasiteetti on tulevaisuudessakin turhan suuri yksikkökokoon nähden. Koneiden yhteiskäyttö ja yhteistyö tilojen välillä ei Suomessa ole kovin suosittua. Lannankäsittelystä aiheutuvien kustannusten pienentämiseksi olisikin tutkittava, miten tätä yhteistyötä voitaisiin lisätä. Eräänä vaihtoehtona on erityisten koneasemien synnyn edistämien yhteiskunnan tuella. **Tilojen välisen yhteistyön kehittämiseksi karjanlannan käsittelyssä olisi aloitettava tutkimus.**

## 12. KIRJALLISUUS

ANON. 1963. Eläinruumiin ravitseminen. Maanviljelijän tietokirja 2: 26 - 71.

-- " -- 1965. Klartecken för flytgödsel. Jord och skog 4: 10 - 13.

-- " -- 1971. Salmonella genom flytgödsel. Lantmannen 18: 20 - 21.

-- " -- 1980. Rainer Turbo 70/300 -sadetuskone. VAKOLAn koetusselostus 1019: 1 - 7.

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

-- " -- 1988. Maatalouden työnormit. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston monisteita 2: 1 - 157.

-- " -- 1991a. Maatilatalouden rakentamistarvetyöryhmän mietintö. Maatilahallitus. s. 58 + liitteitä.

-- " -- 1991b. Council directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal of the European Communities L 375: 1 - 8.

-- " -- 1991c. Maatilatalouden rakenneohjelma. Maatilahallitus. s. 123 + 17 liitettä.

-- " -- 1992a. Maatalouslaskenta 1990. Osa 1: Maatilat. Suomen virallinen tilasto. Maa- ja metsätalous 1: 1 - 151.

-- " -- 1992b. Maatalouslaskenta 1990. Osa 5: Viljelijät, rakennukset ja koneet. Suomen virallinen tilasto. Maa- ja metsätalous 9: 1 - 293.

-- " -- 1992c. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maaseutukeskusalueittain lannoitusvuonna 1991/1992. Kemira. 12 s.

-- " -- 1992d. Kompostoiva sikala on hajuton. Käytännön Maamies 8: 40 - 42.

-- " -- 1992e. Rakennuskustannukset. Maatilahallitus. Rakentamisohjeet MRO E2: 1 - 14.

-- " -- 1992f. ETA-tietoa. Maatilahallituksen tiedotusjulkaisu. 4 s. Saatavissa Ulkoministeriön Eurooppa-tiedotuksen kansalaispalvelusta.

-- " -- 1993. Tietovakka 1993. Maatalousalan tiedotuskeskus. 25 s.

ANTTILA, R. 1967. Rakolattian käyttökelpoisuutta karjarakennuksissa selvittävä tutkimus. Työtehoseuran julkaisuja 120: 1 - 80.

BAADER, W., BARDTKE, D., GRABBE, K. & TIETJEN, C. 1977. Behandlung tierischer Exkrementé. Abfälle aus der Tierhaltung: 76 - 157.

BALSSEN, E. 1981. Separierung und Belüftung von Schweineflüssigung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft 61: 1 - 104. Kiel.

BARTUSSEK, H. 1993. Sloped floor systems for dairy cows: New experiences in Austria. American Society of Agricultural Engineers. Fourth International Livestock Environment Symposium: 986 - 992.

BERGLUND, S., ANIANSSON, G. & EKESBO, I. 1965. Hantering av flytande gödsel. Jordbrukstekniska institutet. Meddelande 310: 1 - 143. Summary: Liquid manure handling.

BOXBERGER, J. & GRONAUER, A. 1990. NH<sub>3</sub>-Emissionen während der Flüssigmistausbringung. Ammoniak in der Umwelt. Gemeinsames Symposium 10. bis 12. Oktober 1990: 42.1 - 42.4. Filderstadt.

BRINK, N. 1973. Vattenföroreningar från jordbruket. Vattenmiljö. Praktisk miljö-kunskap: 354 - 374. Borås.

BRØNDBO, K. 1992. Gylle er mer økonomisk enn blautgjødsel. Norsk Landbrug 18: 10 - 11.

CHIAPPINI, U. & ZAPPAVIGNA, P. 1993. Experimental tests on sloped bedded floors for dairy cows with different slopes. American Society of Agricultural Engineers. Fourth International Livestock Environment Symposium: 1001 - 1007.

CLAESSON, S. & STEINECK, S. 1991. Växtnäring, hushållning - miljö. Sveriges lantbruksuniversitet. Speciella skrifter 41: 1 - 69 + 1 liite.

DÖHLER, H. 1990. Ammoniakverluste nach der Flüssigmistausbringungserfassung und minderungsmöglichkeiten. Ammoniak in der Umwelt. Gemeinsames Symposium 10. bis 12. Oktober 1990: 41.1 - 41.10. Filderstadt.

FINCK, A. 1979. Dünger und Düngung. 442 s. Weinheim.

GODWIN, R.J., WARNER, N.L. & HANN, M.J. 1990. Comparison of umbilical hose and conventional tanker-mounted slurry injection systems. *Agricultural Engineering* 2: 45 - 50.

HOLMA, M. 1974a. Lietelanta nurmeen sijoituskoneella. *Käytännön Maamies* 1: 29 - 30.

-- " -- 1975. Lannan käsittely ja hyväksikäyttö. Kirjallisuustutkimus. Työtehoseuran julkaisuja 180: 1 - 150.

-- " -- 1978. Lannanpoistolaitteet. Toiminta ja soveltuvuustutkimus. Työtehoseuran julkaisuja 204: 1 - 64. Summary: Manure Removal Equipment. Functional and Suitability Study.

-- " -- 1981. Esitutkimus lannan hyväksikäytöstä. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. 65 s.

KAILA, A. 1949. Karjanlannan fosforista. *Maataloustieteellinen aikakauskirja*: 67 - 82. Summary: On phosphorus in farm manure.

KAPUINEN, P. 1993. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. VAKOLAN tutkimusselostus 66: 1 - 77. Summary: Methods and buildings for beef production II.

-- " -- & KARHUNEN, J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus VAKOLAN tutkimusselostus 59: 1 - 108 + 2 liitettä. Summary: Functional performance of liquid manure systems.

KARHUNEN, J., AARNIO, K. & MYKKÄNEN, U. 1988. Lannanpoistolaitteiden toimivuus ja kestävyys. VAKOLAN tutkimusselostus 50: 1 - 52.

KEMPPAINEN, E. 1983. Karjanlannan merkitys lannoitteena. Lannan varastointi ja käyttö. *Tieto tuottamaan* 23. Maaseutukeskuksen julkaisuja 678: 7 - 40.

-- " --. 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluun. SITRAn julkaisu 11: 1 - 80 + 7 liitettä.

-- " -- 1990. Lanta talteen. Peltoliite. *Pellervo* 5: 18 - 19.

KERÄNEN, S. & NISKANEN, R. 1987. Typpilannoituksen vaikutus happamoitumiseen Suomessa. Ympäristöministeriö. Ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto. *Sarja D* 30: 1 - 64. Sammandrag: Inverkan av kvävegödsling på försurning i Finland. Summary: The effects of nitrogen fertilization on acidification in Finland.

KOIVUNEN, T. 1992. Kompostoitunut Envistim-lanta. Entsyymipreparaatin maahan-tuojan kirjallinen ilmoitus. Saatavissa Maatalouden tutkimuskeskuksen maataloustek-nologian laitokselta.

KOSMAT, H. 1969. Gülle düngung und Bodenfruchtbarkeit. Bericht über die 5. Arbeitstagung "Fragen der Güllerei" gehalten von 10. bis 12. September 1968 in Gumpenstein: 1 - 48. Gumpenstein.

LEINONEN, P. 1993. Lietelannan ilmastus ja käyttö nurmien lannoitteena. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 472: 1 - 70.

MANNI, J. & KAPUINEN, P. 1990. Kevytsora lietesäiliön katteena. VAKOLAn tiedote 46: 1 - 15.

MATTILA, I., HARMAA, K. & STENROOS, A. 1985. Biokaasun käytön soveltuvuus maatalon energiahuollossa. Maatalouskeskusten liitto. Suunnitteluosaston sarja D<sub>2</sub>: 1 - 58.

MORKEN, J. & FJELLDAL, E. 1991. The performance of a cheap auger type slurry separator. Norges Landbrukshøgskole. Institutt for tekniske fag. ITF-trykk 6: 1 - 6.

MYHR, K. 1991. Verknad av våtkompostering på kjemisk samansetnad og fysiske eigenskapar i blaut storfegjødsel. Norsk Lantbruksforskning 5: 107 - 118. Summary: The effects of wet composting on chemical composition and physical properties of cattle slurry.

NILSSON, C. 1974. Lagringsbehållare för flytgödsel. Aktuellt från lant-brugshögskolan 203. Teknik 24: 1 - 48. Östervåla.

NIEMI, J. & MARTTILA, J. 1992. Suomalaisen sikatalouden kilpailukyky Euroopassa. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 177: 1 - 70.

OECHSNER, H. 1991. Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Entseuchung von Flüssigmist durch aerob-thermophile Stabilisierung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) 203: 1 - 200. Hohenheim.

OKSANEN, E.H. & LAUROLA, H. 1974. Navetan lannanpoistolaitteista ja niiden taloudellisuudesta. Karjatalous 5: 21 - 23.

PEHKONEN, A., PUURUNEN, M., LUOMA, T., SARIN, H. & LAINE, A. 1993. Maatalousteknologian alan toimenpideohjelma maatalouden tuotantokustannusten alentamiseksi yleiseurooppalaiselle tasolle. Työtehoseuran monisteita 3: 1 - 46 + 7 liitettä.

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

PENTTILÄ, A. 1993. Ontto potkuri. Koneviesti 13: 8 - 9.

PERSSON, L. 1974. Flytgödsels roll vid spridning av inälvparasiter hos djur. Nordisk jordbruksforskning 1: 65 - 67.

PICCININI, S. & CORTELLINI, L. 1987. Solid-liquid separation of animal slurries. Agricultural Waste Management and Environmental Protection I: 219 - 229. Göttingen.

-- " --, CORTELLINI, L. & BONAZZI, G. 1987. Sepation of pig slurry by sedimentation. Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste: 385 - 388. Dordrecht.

PIPATTI, R. 1990. Ammoniakkipäästöt ja -laskeuma Suomessa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 711: 1 - 41 + 1 liite.

RIEHMANN, U. & TRAUlsen, H. 1972. Beseitigung von Schweineflüssigmist. KTBL-Flugschrift 24: 1 - 48.

SALONEN, M. 1963. Lannoitus. Maanviljelysoppi 1: 178 - 228. Porvoo.

SCHMID, G. 1969. Gülleanwendung auf Ackerland. Bericht über die 5. arbeitstagung "Fragen der Güllerei", von 10. bis 12. September 1968 in Gumpenstein. bundesversuchanstalt für alpenländische Lantwirtschaft Gumpenstein bei irdning. 341 s. Gumpenstein.

SIPILÄ, I. 1992. Ammoniakin haihtuminen lietalannan pintalevityksessä. Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitos. Maatalousteknologian julkaisuja 2: 1 - 38. Summary: Ammonia Emissions After Surface Spreading of Slurry.

SIPILÄ, M. & UOTILA, P.J. 1971. Maatalouden työnormit. Työtehoseuran julkaisuja 155: 1 - 47. Helsinki.



SKJELHAUGEN, O.J. 1992. Samkompostering av septikslam og husdyrgjødsel. Foredrag NJF-Teknik-92, seminarium 212, 2.-3.11.1992. Saatavissa Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimuslaitokselta.

-- " -- & GJERVAN, J.O. 1987. Feltundersøkelse av våtkompostering i hoved- og tilleggslagre. Norges lantbrukshøgskole. Institutt for bygningsteknikk. IBT-rapport 247: 1 - 39. Summary: Field investigations of liquid composting in main and additional storages.

SKJØLBERG, O. 1988. Handtering og bruk av husdyrgjødsel. Norsk institutt for lantbruksøkonomisk forskning. Forskningsmelding A-005-88: 1 - 107. Summary: Manure management.

SNEATH, R. W. 1987. The performance of a decanting centrifuge with piggery slurry and how its running costs can be offset. Agricultural Waste Management and Environmental Protection I: 231 - 239. Göttingen.

SOMMER, S. G. 1991. Ammonia volatilization from slurry during storage and in the field. Nordiska jordbruksforskare förening. NJF-utredning/rapport 74: 59 - 73.

VON STEFFENS, G. 1991. Geruchs- und Ammoniakfreisungen bei und nach der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. Dtsch. tierärztl. Wschr. 7: 245 - 292. Summary: Odour and ammonia emissions by and after application of animal manures.

STEINECK, S. 1973. Gödselhantering. Mattby 18 - 20 oktober 1973: 49 - 56.

-- " -- 1988. Flytgödsel till vall. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst.f. markvetenskap. Avd.f. växtnäringlära. Rapport 172: 1 - 25. Summary: Slurry applied to grass and mixed ley.

TORIKKA, E. 1991. Biosuodattimen käyttö ympäristötekniikassa. Esitutkimus. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Poltto- ja lämpötekniikan laboratorio 1: 1 - 20. Jyväskylä.

TORTTILA, M. & SIPILÄ, I. 1992. Syöttöletkumenetelmän soveltuvuus lietelannan levitykseen. Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitos. Maatalousteknologian julkaisuja 3: 1 - 59.

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

VAN DEN WEGHE, H. 1990. Mit welchen technischen Entwicklungen kann gerechnet werden? Ammoniak in der Umwelt. Gemeinsames Symposium 10. bis 12. Oktober 1990: 45.1 - 41.17. Filderstadt.

WIKLANDER, L. 1973. Flytgödsling - en miljöfarlig metod?. Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A 198: 1 - 12. Summary: Liquid manure - water polluting?.

WILLIAMS, A.G., SHAW, M., SELVIAH, C.M. & CUMBY. 1989. The Oxygen Requirements for Deodorizing and Stabilizing Pig Slurry by Aerobic Treatment. J.agric.-Engng Res. 43: 291 - 311.

SUOMESSA PARHAILLAAN KÄYNNISSÄ OLEVAT TAI LÄHIAIKOINA PÄÄTTYNEET MAATALOUDEN LANNANKÄSITTELYYN  
LIITTYVÄ TUTKIMUSHANKKEET

Luettelo käsittää ne tutkimushankkeet, joita rahoitetaan Maatilatalouden kehittämisrahastosta, Maatalouden yhteistutkimusmäärärahoista taikka jotka ovat mukana Maatalouden tutkimuskeskuksen sisäisessä tutkimusrekisterissä. Näiden lisäksi saattaa olla käynnissä joitakin pieniä yksityisten säätöiden tai vastaavien rahoittamia tutkimuksia Maatalouden tutkimuskeskuksen ulkopuolella.

Tutkimuksen nimi	Myönnetty rahoitus	Tutkimuksen päättymisajankohta <sup>1)</sup>	Tutkimuksen suorittaja
Kuivikepohjien toimivuus kylmäkasvattamoissa	220 900 m	31.12.1993	Maatalouden tutkimuskeskus, maatalousteknologian tutkimuslaitos
Karjanlannan käsittely ja käyttö		1993	Maatalouden tutkimuskeskus, Itä-Suomen tutkimusyksikkö, luonnonmukaisen tuotannon tutkimuskeskus
Teollisuuden jätevesiliitteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa		1993	Maatalouden tutkimuskeskus, ympäristöntutkimuslaitos
Lannankäsittelyn taloudellisuus ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen (tämä tutkimus)	70 000 m	28.02.1994	Maatalouden tutkimuskeskus, maatalousteknologian tutkimuslaitos
Lannan kompostoinnin optimointi ja ympäristöekologisten sekä ympäristöhygieenisten haittojen minimointi	30 000 m	28.02.1994	Joensuun yliopisto, biologian laitos

Lannan kompostoinnin kannattavuus rumpukompostorin avulla	117 000 m	31.12.1994	Työteho-seura ry., maatalousosasto
Turkistarhojen ympäristönsuojelun kehittäminen Osatutkimus 1.	250 000 m	31.12.1994	Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri ja Maatalouden tutkimuskeskus, kotieläintuotannon tutkimuslaitos, turkistalouden tutkimuskeskusta
Lietelannan ilmastus lietteen käyttökelpoisuuden parantajana		1994	Maatalouden tutkimuskeskus, Itä- Suomen tutkimusyksikkö, luonnonmukaisen tuotannon tutkimuskeskusta
Lannan ja muiden lannoitukseen kelpaavien biomassojen anaerobinen käsittely maatalouden jätehuollossa ja energiantuotannossa	100 000 y	1994	Joensuun yliopisto, biologian laitos
Lietelannan ympäristöhaittojen vähentäminen turpeeseen imeyttämällä	100 000 y	1994 (1995)	Maatalouden tutkimuskeskus, kasvintuotannon tutkimuslaitos
Karjanlannan ravinteiden huuhtoutuminen	100 000 y	1994 (1997)	Maatalouden tutkimuskeskus, Kainuun tutkimuskeskusta
Nurmien taloudellisen käyttöiän pidentäminen. Osatutkimus 1: Lietelannan levitys pintaan sijoittaen.		1994	Maatalouden tutkimuskeskus, Pohjois-Suomen tutkimusyksikkö, Pohjois-Pohjanmaan tutkimuskeskusta
Lannan levitys kasvustoon	200 000 m	31.05.1995	Maatalouden tutkimuskeskus, maatalousteknologian tutkimuslaitos

Kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot

140 000 a 31.12.1995

Maatalouden tutkimuskeskus,  
maatalousteknologian  
tutkimuslaitos, tutkija Petri  
Kapuinen

Puhdistamolietteen käyttöarvo

avoin

Maatalouden tutkimuskeskus, Itä-  
Suomen tutkimusyksikkö,  
Karjalan tutkimusasema

- m) Maatilatalouden kehittämisrahaston varoilla rahoitettava tutkimus
- y) Maatalouden yhteistutkimusmäärärahoista rahoitettava tutkimus
- a) Suomen Akatemian tutkijankoulutusmäärärahat

- l) Päätymisajankohta tarkoittaa merkityn rahoittajan myöntämän rahoituksen päättymisajankohtaa. Sulkuihin merkitty päätymisajankohta tarkoittaa tutkimuksen suorittajan omilla tai muulla rahoituksella jatkaman osan päättymistä.

## VAKOLAn tutkimusselostuksia

47. MÄKELÄ, J. & MIKKOLA, H. 1987. Lannoitteenlevityksen tasaisuus
48. PUUMALA, M., KARHUNEN, J., LOUHELAINEN, K. & VILHUNEN, P. 1987. Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen
49. SCHÄFER, W. & AHOKAS, J. 1988. Maatalouskoneiden tietokanta
50. KARHUNEN, J., AARNIO, K. & MYKKÄNEN, U. 1988. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys
51. KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1988. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset
52. PUUMALA, M., MANNI, J. & SARIN, H. 1988. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä
53. MATTILA, T. & VIROLAINEN, V. 1989. Hellävarainen perunankorjuu
54. MIKKOLA, H. 1989. Syyskylvöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988  
PITKÄNEN, J. 1989. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen
56. KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1989. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa
57. SARIOLA, J., TUUNANEN, L., PAAVOLA, J. & AHOKAS, J. 1990. Kylmäilmakuivurin mitoitust ja käyttö
58. MÄKELÄ, J. & LAUROLA, H. 1990. Leikkuupuumurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa
59. KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus
60. SUOKANNAS, A. 1991. Heinän varastokui vaus
61. SARIOLA, J., TUUNANEN, L., ESKELINEN, T., LOUHELAINEN, K. & RIPATTI, T. 1992. Viljankuivauksen pölyhaitat
62. SUOKANNAS, A. 1991. Säilörehun siirto ja käsittely talvella
63. KAPUINEN, P. 1992. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset
64. KERVINEN, J. & SUOKANNAS, A. 1993. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu
65. SARIOLA, J. & LEPPÄLÄ, J. 1993. Hellävarainen perunan kauppakunnostus
66. KAPUINEN, P. 1993. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II
67. PUUMALA, M. & LEHTINIEMI, T. 1993. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
68. KAPUINEN, P. 1994. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksi käytön parantaminen

## VAKOLAn tiedotteita

- 41/87 PUUMALA, M. 1987. Jauhatusjärjestelyjä ja kustannuksia
- 42/88 AARNIO, K. & KARHUNEN, J. 1988. Lannanpoistolaitteiden toimivuus ja kestävyys.
- 43/88 MANNI, J. 1988. Käytännön ohjeita konevaraston hankintaa suunnittelevalle.
- 44/89 1989. Pohjoismaiset lypsykone- ja laiteohjeet
- 45/89 1989. Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella
- 45 S/89 NYSAND, M. 1989. Rundbalsensilering
- 46/90 MANNI, J. & KAPUINEN, P. 1990. Kevytso-  
ra lietesäiliön katteena
- 47/90 KARHUNEN, J. 1990. Lietelannan kompostointi
- 48/90 LEPPÄNEN, K. & NYSAND, M. 1990. Turvallinen ja nopea työkonoiden kytkentä
- 49/91 LEHTINIEMI, T. & PUUMALA, M. 1991. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 MANNI, J. 1991. Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa
- 51/92 VIROLAINEN, V. 1992. Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 KARHUNEN, J. 1992. Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdoissa
- 53/93 MIKKOLA, H. 1993. Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 JANTUNEN, J. 1993. Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 SUOKANNAS, A. 1993. Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 JANTUNEN, J. 1993. Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 VIROLAINEN, V. 1993. Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 KAJA, J. & KOSKIAHO, J. 1993. Maatilan ja maatilarakennuksen jätteenhoito
- 59/93 HUOTELIN, R. 1993. Maatilarakennuksen kunnossapito vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 SALMINEN, K. & ALAKOMI, T. 1993. Tyhji-  
en maatilarakennusten uusi käyttö
- 61/94 MIKKOLA, H. 1994. Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 PUUMALA, M. 1994. Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 SARIOLA, J., PIETILÄ, J. & MÄKELÄ, O. 1994. Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 KARHUNEN, J. 1994. Itkupinta-tuloilma-  
laitteen vaikutus eläinsuojassa

