



MAATALOUDEN
TALOUDELLINEN
TUTKIMUSLAITOS

227•1998

Tutkimuksia

AGRICULTURAL
ECONOMICS
RESEARCH
INSTITUTE

Finland

Research reports

LANTBRUKS-
EKONOMISKA
FORSKNINGS-
ANSTALTEN

Undersökningar

Karjanlannan käytön kannattavuus

Kaisu Haataja



TUTKIMUKSIA 227

Karjanlannan käytön kannattavuus

MMM:n karjanlantatutkimusohjelma
vuosille 1995-97, osahanke 4

Kaisu Haataja

MAATALOUDEN TALOUDELLINEN TUTKIMUSLAITOS
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH INSTITUTE, FINLAND
RESEARCH REPORTS 227

ISBN 951-687-017-1
ISSN 1239-8799

Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 1998

Esipuhe

Maa- ja metsätalousministeriön rahoituksella vuosina 1995-1997 toteutettu laaja Karjanlantatutkimusohjelma selvitti karjanlannan kannattavaa ja ympäristöystävällistä käsittelyä ja käyttöä. Kotieläintiloilla lannan käsittely ja käyttö ovat tuotantoprosessiin kiinteästi kuuluvia työvaiheita. Eläintuotantoprosessin näkökulmasta katsottuna lanta on jäte, mutta sen sisältämät ravinteet tekevät siitä käyttökelpoisen lannoitetuotantopanoksen kasvintuotantoprosessiin. Pienen työvoimatarpeen, hyvin toimivan koneistuksen ja oikea-aikaisesti vapautuvien ravinteiden vuoksi keinolannoitteet ovat vallanneet yhä suuremman osuuden kokonaislannoitemäärästä. Karjanlannan käyttö on kuitenkin viime vuosina noussut jälleen enemmän esille. Syinä tähän ovat olleet viljelijöiden ja kuluttajien entisestään parantunut ympäristötietoisuus ja toisaalta EU-jäsenyyden myötä muuttuneet tuotteiden ja tuotantopanosten hintasuhteet sekä hinta- ja tukirakenteet ja tiukentuneet ympäristönsuojelusäännökset. Koska Suomessa ei karjanlannalle ole merkittäviä jatkojalostusmahdollisuuksia eikä toimivia lantamarkkinoita, lannan hyödyntäminen tiloilla on entistä tärkeämpää.

Karjanlantatutkimusohjelmassa selvitettiin karjanlannan käsittelyä ja käyttöä luonnontieteellis-teknis-taloudellisena kokonaisuutena, joka vaikuttaa merkittävästi niin yksityisen tilan talouteen kuin myös ympäröivän yhteiskunnan hyvinvointiin. Tutkimusohjelman taloustieteellinen osio eli osahanke 4 raportoidaan tässä julkaisussa. Esitetyt taloudelliset laskelmat pohjautuvat pääsääntöisesti luonnontieteellisten ja teknisten osioiden tuottamalle aineistolle. Näin ollen taloudellinen analyysi on myös tutkimusohjelman kokoava elementti. Se jäsentää luonnontieteellisen ja teknisen tiedon luomaa kokonaisuutta siten, että tuotantoprosessin kannattavuus ja ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman hyvin hahmotettavissa niin käytännön maatalousyrittäjän kuin myös yhteiskunnallisen päätöksentekijän kannalta. Tutkimusohjelman muiden osaprojektien tutkimustulokset julkaistaan omina raportteinaan asianomaisten laitosten julkaisusarjoissa. Koko tutkimusohjelman kattava loppuraportti julkaistaan Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen sarjassa. Esitämme kiitokset Karjanlantatutkimusohjelmassa mukana olleille tutkijoille ja sitä valvoneelle johtoryhmälle sekä maa- ja metsätalousministeriölle.

Helsingissä kesäkuussa 1998

Jouko Sirén
ylijohtaja

Jukka Peltola
vastuullinen tutkija

KARJANLANNAN KÄYTÖN KANNATTAVUUS

KAISU HAATAJA

A feasibility study on alternative production systems in agriculture

Abstract: This study is a part of a larger programme on manure research conducted in 1995-1997. The aim of the study was to find out economically and environmentally feasible production systems on the basis of four alternatives: present production systems, organic farming, intensive husbandry, and so-called low cost farming. Farm models created at the Agricultural Economics Research Institute were used to calculate the costs of manure storage and handling, and to describe manure management on dairy, beef, hog, and piglet farms of different sizes.

The costs of manure handling were divided in to direct and indirect costs. Generally, the most expensive direct cost item was due to storage facilities. The environmental norms have brought about cost pressure to the farms during the last few years, especially due to tighter manure storage requirements.

In some cases indirect costs like the effects of soil compaction and timeliness costs may have been higher than the storage costs or labor or machinery costs in manure spreading. Currently the significance of these indirect cost items is downplayed, as the price of a product is low relative to subsidies. However, in the long run soil compaction can cause longstanding effects on general growth conditions and nutrient leaching.

It is possible to avoid soil compaction and timeliness costs by spreading livestock slurry on growing grassland or crops. By using an injection technique in spreading slurry it is possible to reduce ammonia emissions close to zero. The costs from reducing the emissions by using the injection technique were calculated utilizing data from two grassland field experiments. In the case of Ruukki experiment, the costs were FIM 1-3 per nitrogen kilo, or FIM 2-5 per N kg if increased labor demand is included. The costs of Jokioinen experiment on clay soil were FIM 2-6 and FIM 4-7 per N kg, respectively.

Effects of inexpensive building structures on manure management costs were also evaluated. It seems that cost savings achieved in cheaper structures often result in higher labor and litter costs in manure handling. Therefore, the total costs from our models may not differ so much. Depending on the circumstances on a particular farm, however, one alternative may fit much better than another.

Similarly, on organic farms the requirement to compost the manure and the drainage of waste water from a mandatory outdoor cattle yard, causes extra costs compared to conventional farms.

Key words: animal waste, farm models, production costs

Sisällysluettelo

1. Johdanto	7
2. Tilamallien laskentaperusteet	8
2.1. Tausta	8
2.2. Laskentaperusteet	9
2.3. Ajallisuuskustannus	12
2.4. Maan tiivistyminen	14
3. Tilamallitarkastelu	16
3.1. Maidontuotantotilat	16
3.1.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna	16
3.1.2. Luomumaidontuotantotila.....	31
3.1.3. Intensiivinen maidontuotantotila.....	41
3.2. Naudanlihantuotantotilat	55
3.2.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna	55
3.2.2. Low cost -skenaarion tarkastelu emolehmätilamalleilla	60
3.3. Sianlihantuotantotilat	69
3.3.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna	70
3.3.2. Intensiivinen tila	75
3.4. Porsastuotantotilat	86
3.4.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna	86
4. Lannankäsittelyinvestointien kannattavuus	91
4.1. Ympäristösuojeluinvestointien arviointi	91
4.2. Lantalan laajennusinvestoinnit	92
4.3. Lannanlevitysmenetelmien vertailu	94
5. Keskeiset tulokset	97
6. Johtopäätökset	100
Kirjallisuus	103

1. Johdanto

Lannankäsittely muodostaa järjestelmän, jossa toimivassa ratkaisussa on otettava huomioon monia tilan sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä. Ympäristövaikutukset ovat keskeinen osa lannankäsittelyä. Maatalouden ammoniakkipäästöt Suomessa muodostavat noin 90 % kaikista ihmisen aiheuttamista ammoniakkipäästöistä (Pipatti 1990). Suomen ammoniakkipäästöistä 80% on lähtöisin kotieläinten lannasta ja kokonaistyyppilaskeumasta kotieläinten osuus on noin 15 %. Ammoniakkipäästöt saastuttavat maaperää happaman laskeuman muodossa.

Lannan typen ja fosforin huuhtoutuminen vesistöihin on todennäköistä, kun lantaa levitetään peltoalaa kohden suuria määriä tai lantaa levitetään epäedullisena ajankohtana. Sen vuoksi on asetettu tavoitteeksi, että lantaa levitetäisiin ensisijaisesti keväällä. Keväinen lannanlevitys kasvattaa kuitenkin lannan varastointitarvetta ja toisaalta lisää ajallisuuskustannusta sekä aiheuttaa maan tiivistymistä. Hallituksen vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaan maatalouden fosfori- ja tyyppipäästöt pitäisi saada puolitettua vuoden 1993 tasosta vuoteen 2005 mennessä (Ympäristöministeriö 1998).

Lannanlevitys on voitava järjestää myös taloudellisesti järkevällä tavalla. Lannan varastoinnista, esikäsittelyistä ja levityksestä aiheutuu rakennus-, kone- ja työkuukustannuksia, joita lannan ravinnearvolla ei voida useinkaan kattaa. Kustannuksia muodostuu myös sekä ravinnehävikkien kautta että lannanlevityksestä aiheutuvan ajallisuuskustannuksen ja maan tiivistymisen aiheuttamina satotappioina. Lannankäsittelystä voi aiheutua lisäksi yleisiä ympäristöhaittoja, esim. hajuhaittoja tai veden laadun heikkenemistä, jotka vaikuttavat tuotantokustannuksiin usein vasta pidemmällä aikavälillä.

Maatalouden ympäristötuen ehdot sekä nitraattidirektiivi ovat asettaneet karjanlannan varastoinnille, levitysmäärille ja levitysjankohdille reunaehdoja. Eri-tyisesti varastointitilavuuden kasvattaminen on aiheuttanut monille tiloille lisäinvestointitarvetta. Näistä rajoituksista aiheutuvia kustannuksia voidaan kutsua ns. hallinnollisiksi kustannuksiksi eli lainsäädännöstä tai ympäristöohjeistuksesta johtuviksi. Samaan aikaan viljelijöiden tulisi löytää keinoja tuotantokustannuksien karsimiseen.

Lannankäsittely kokonaisuudessaan on monivaiheinen prosessi, jonka toimivassa ratkaisussa on otettava huomioon kotieläintuotanto, lannan ravinteet hyödyntävä kasvintuotanto sekä myös työntekijöiden ja eläinten asettamat vaatimukset. Lyhyellä aikavälillä karjanlanta on tilalla käsiteltävä nykyisellä kalustolla ja nykyisessä viljelyjärjestelmässä mahdollisimman taloudellisesti. Ympäristöön aiheutuva ravinnekuormitus on minimoitava työtapoja tarkentaen ja nykyistä tuotantovälineistöä käyttäen parhaalla mahdollisella tavalla. Pitkällä aikavälillä voidaan viljely- ja tuotantojärjestelmä sekä lannan talteenotto-, käsittely- ja levitysmenetelmät suunnitella ja järjestellä siten, että yrityksen tuotanto voidaan perustaa kestäväen kehityksen mukaiselle periaatteelle.

Karjanlantatutkimusohjelman taloudellisen osahankkeen tavoitteena oli selvittää karjanlannan taloudelliseen käyttöön liittyviä kysymyksiä eri tuotantovaihtoehtoisissa. Tilamallien avulla tarkasteltiin eri lannankäsittelyjärjestelmien kustannuksia. Samoin täsmennettiin ja arvioitiin eri lannankäsittelyvaihtoehtojen keskeisimpiä teknisiä, taloudellisia ja ympäristöllisiä riskejä ja ongelmia eri vaihtoehtoisissa.

Tutkimusongelma täsmennettiin seuraavasti:

- Mitkä tekijät vaikuttavat eri tuotantojärjestelmissä lannankäsittelyn kustannuksiin ja mikä on näiden kustannuserien merkittävyys?
- Miten lannan ympäristöön kohdistuvia ravinnehävikkejä voidaan vähentää taloudellisesti järkevällä tavalla erityisesti lannan levitysvaiheessa?

Luvussa 2 käydään läpi tilamallien kustannuserien laskentaperusteet. Luvussa 3 tilamallien avulla tarkastellaan karjanlannan käsittelyyn liittyviä tekijöitä ja kustannuksia eri tuotantovaihtoehtoisissa. Ympäristöinvestointien luonteisten karjanlantainvestointien kannattavuutta käsitellään luvussa 4. Luvuissa 5 ja 6 esitetään keskeiset tulokset ja johtopäätökset.

2. Tilamallien laskentaperusteet

2.1. Tausta

Karjanlantatutkimusohjelmaa kehiteltäessä päädyttiin neljään todennäköiseen vaihtoehtoon tulevaisuuden nauta- ja sikatilojen tuotantojärjestelmistä. Vaihtoehtoisiksi nimettiin 1. nykyinen tuotanto operatiivisesti toteutettuna, 2. luomutila, 3. intensiivisesti toimiva tila ja 4. low cost- tila. Tavoitteena näissä eri skenaarioissa oli paikantaa mahdollisia lannankäsittelyyn liittyviä ongelmia ja arvioida niiden merkittävyyttä. Tässä alkutarkastelussa tuotiin esille myös niitä keskeisiä karjanlantakysymyksiä, joihin tulevaisuudessa on kyettävä vastaamaan.

Eri tuotantojärjestelmiä tarkasteltiin tässä työssä tilamallien avulla. Aineistona käytettiin Ala-Mantilan (1992) Maatalouden taloudellisessa tutkimuslaitoksessa laatimia eri tuotteiden tuotantokustannuksien seurantaan rakennettuja viljelmämalleja. Karjanlannan käsittelyä ja siihen liittyviä kysymyksiä voidaan mallien avulla tarkastella osana tilan tuotantojärjestelmäkokonaisuutta. Mallien avulla on myös mahdollista selvittää erilaisten ratkaisujen kokonaisvaikutuksia ja toisaalta etsiä ratkaisujen tärkeimpiä parametrejä.

Eri vaihtoehtoja selvitettiin nauta- ja sikataloutta kuvaavilla malleilla (taulukko 1). Kutakin tuotantosuuntaa käsiteltiin eri tilakokoluokkien ja lannankäsittelymenetelmien kannalta.

Taulukko 1. Tutkimuksen skenaariovaihtoehdot tuotantosuunnittain.

SKENAARIO- VAIHTOEHTO	TUOTANTOSUUNTA ja lannankäsittelymenetelmä			
	Nykystrategia	maidontuotanto <i>kuivalanta/liete</i>	naudanlihan- tuotanto <i>lietelanta</i>	sianlihantuotanto <i>lietelanta</i>
Luomu-malli	maidontuotanto <i>kuivalanta/liete</i>			
Intensiivinen kotieläintila	maidontuotanto <i>lietelanta</i>		sianlihantuotanto <i>lietelanta</i>	
Low cost -malli		emolehmätuotanto <i>osakuivike- pohjaratkaisu</i>		

Skenaariovaihtoehtojen välillä suurimmat erot olivat tuotantorakennuksissa ja tästä johtuen eri lannankäsittelymenetelmissä, lannanlevityskalustovalinnoissa, peltoalassa suhteessa eläinmäärään sekä tilakoossa. Maidontuotantovaihtoehdoissa nykytilamallissa lähtökohtana oli tilan rehuomavaraisuus. Intensiivisissä maitomalleissa eläintiheys oli ympäristötuen ehdot juuri täyttävä ja peltoala oli pelkästään nurmella. Luomutilalla tuotanto rakennettiin noudattaen luonnonmukaisen kotieläintuotannon tuotantoehtoja. Naudanlihantuotantomalleissa vaihtoehtoisesti tuotantorakennuksena oli lämmin pihatto lietelantamenetelmällä tai eristämätön tuotantorakennus, jossa lannankäsittelyyn käytettiin kuivikepohjaa. Sianlihantuotantovaihtoehdot erosivat eniten toisistaan eläintiheyden ja tilakokoluokkien suhteen. Porsastuotantotilojen lannankäsittelyä tarkasteltiin kuivalantamenetelmän kannalta.

2.2. Laskentaperusteet

Tilamallien rakentaminen

Ala-Mantilan (1995) mukaan tilamallien rakentaminen tapahtuu pääpiirteittäin siten, että tuotantosuunnan ja eläinmäärän määrittämisen jälkeen päätetään se, miten tuotanto tilamallilla järjestetään. Mallit on tavoitteena rakentaa niin, että niiden avulla voidaan joustavasti tarkastella mm. eri ruokintamenetelmien, tuotantorakennustyyppien (esim. parsinavetta tai pihatto, lämmin tai eristämätön rakennus) ja edelleen eri lannankäsittelyjärjestelmien taloudellisia vaikutuksia. Tarvittavia lähtötietoja ovat mm. ruokintavaihtoehdot (tuotosten ja ruokinnan yhteensovittaminen), tuotantorakennusten rakennus- ja käyttökustannukset, eri lannankäsittelyjärjestelmät ja niiden rakennus- ja käyttökustannukset sekä työnmenekki (ruokinta- ja hoitotyöt, lannankäsittelytyöt).

Seuraavaksi ratkaistaan tilamallien käytettävissä olevan peltoalan määräytyminen. Määräytymisperusteena voi olla rehun tuottamiseen tarvittava ala tai sekä rehun tuottamiseen että lannanlevitykseen tarvittava ala. Peltoalan käyttö eri viljelykasveille lasketaan ensi sijassa kotieläinten rehutarpeesta lähtien. Luomuskenaariossa otetaan huomioon myös viljelykiertovaatimukset. Lannoituksessa otetaan huomioon karjanlannan sisältämät ravinteet ja niiden käyttökelpoisuus. Tässä vaiheessa tarvitaan mm. seuraavia lähtötietoja: satotasot eri skenaariovaihtoehtoisissa, eri lannankäsittelyjärjestelmien vaikutus lannan ravinnesisältöön, tuotantotarvikkeiden käyttömäärät ja hinnat sekä työnmenekki peltoviljelyssä.

Kolmanneksi on mietittävä työn hinnoittelu. Työkustannus on merkittävä kustannuserä, jolloin lopputulokseen on vaikutusta miten viljelijäperheen oma työ hinnoitellaan sekä kuinka paljon tilan ulkopuolisille työntekijöille maksetaan palkkaa.

Laskentaperusteet

Tilamallit on rakennettu siten, että ne edustavat keskimääräistä tehokkaampaa tuotantoa Etelä-Suomen olosuhteissa. Tilan pellot oletetaan salaojitetuiksi ja kullakin mallilla on tuotantovälineet, jotka parhaiten katsotaan sopivan kyseiseen tuotantohaaraan ja tilakokoluokkaan. Kustannuksia ei voida siten pitää keskimääräisenä vaan ainoastaan nimenomaisen viljelmämallin mukaisen viljelmän kustannustasona.

Tilamallien tuotantokustannuslaskelmien kustannuserien laskentaperusteet on käyty yksityiskohtaisesti läpi Ala-Mantilan julkaisussa (1992). Tässä tutkimuksessa perustilamalleissa lähtökohtana on käytetty samoja laskentaperusteita hintatiedot päivitettyinä vuodelle 1996. Karjanlannan käytön tarkasteluun on perusmalleihin rakennettu lisäosia, joiden avulla voidaan selvittää karjanlannan käsittelyyn liittyviä tekijöitä perusmalleja tarkemmin. Tilamalleja on tässä työssä ensisijaisesti käytetty karjanlannan käsittelyn eri kustannuserien määrittämiseen ja merkittävyyden arviointiin.

Lannankäsittelyn kustannuksia on tilamalleissa laskettu ensin rakennuksista ja koneista aiheutuvina korko-, poisto-, kunnossapitokustannuksina sekä vakuutusmaksuina. Nämä kustannukset sisältyvät tässä työssä käytettyyn käsitteeseen vuotuis-kustannus ja suorat kustannukset. Poistokustannus on laskettu rakennuksille, koneille ja kalustolle sekä salaojituksille tasapoistona kunkin omaisuusosan jälleenhankinta-arvosta. Talousrakennusten taloudellisena käyttöikä on käytetty 25 vuotta, jolloin vuotuinen poistokustannus on 4 % rakennusten jälleenhankinta-arvosta. Koneiden ja laitteiden taloudellisena poistoajana on käytetty 10-14 vuotta. Poistokustannusta määritettäessä koneilla ja laitteilla ei ole oletettu olevan merkittävää jäännösarvoa. Salaojitusten kestoikä on arvioitu 60 vuotta.

Korjaus- ja kunnossapitokustannuksiksi tilamalleissa on käytetty rakennuksilla 1 % ja koneilla 3 % jälleenhankinta-arvosta. Salaojitusten korjaus- ja kunnossapito-

menot sisältyvät yleiskustannuksiin. Vakuutusmaksujen suuruudeksi on arvioitu keskimäärin 0,2 % rakennusten, koneiden ja kaluston jälleenhankinta-arvosta ja kotieläinten nykarvosta. Nykarvo on tilamalleissa puolet jälleenhankinta-arvosta. Korkokustannus on laskettu omaisuuden nykarvolle. Viljelmämalleissa korkokustannus lasketaan kaikissa tuotantosuunnissa ja eri tilakokoluokissa saman korkokannan mukaan. Korkokantana laskelmissa on käytetty 6 %.

Lannankäsittelyn koneiden ja laitteiden hinta- ym. tietoja tarkennettiin koneiden valmistajilta ja myyjiltä. Eläinten lantamäärät ja lantavarastojen tilavuudet laskettiin Maa- ja metsätalousministeriön laatimien minimivarastointiohjeaati-
musten mukaisesti (MMM 1996e). Lantavarastojen rakennuskustannukset määritettiin MMM:n (1996d) rakennusohjekustannuksien perusteella, jolloin kustannuksiin sisältyy myös rakentamisen työ-
kustannukset (taulukko 2). Kaikki hinnat on ilmoitettu ilman arvonlisäveroa.

Karjanlantojen ravinnepitoisuuksina käytettiin Viljavuuspalvelu Oy:n vuoden 1995 keskimääräisiä lanta-analyy-
sien tuloksia (taulukko 3) (Viljavuuspalvelu 1996). Ravinnemäärien laskemisessa tilamalleissa on otettu huomioon lannan liukoinen tyyppi ja fosforista kasveille käyttökelpoinen osa eli ympäristötuen ehdoissa käytetty 75 % kokonaisfosforista.

Työnmenekit on laskettu Työtehosteuran työnormien mukaan (lannanlevityksen työnormit mm. Peltonen ja Vanhala 1992). Jos jokin työvaihe teetetään tilamallissa vuokratyönä, vuokratyön työnmenekki ei sisälly tilan työnmenekkiin vaan tästä aiheutuva kustannus näkyy vuokratyökorvauksena. Tuotantokustannuslaskelmissa on oletettu viljelijäperheellä olevan käytössään maataloustöihin 1,5 hengen työpanos. Vuotuinen työpanos on laskettu 40 tunnin viikoittaisen työajan ja neljän viikon loman mukaan. Vuotuiseksi työpanokseksi muodostuu työntekijää kohden 1860 tuntia ja viljelijäperhettä kohden 2790 tuntia. Palkkatyön tarve muodostuu ihmistyötarpeen ja viljelijäperheen oman työn erotuksena. Viljelijäperheen työn

Taulukko 2. Lantavarastojen rakennuskustannukset.

	Yksikkö	mk/yks	yksikköön saakka	ylittävältä osalta mk/yks
Lietelantavarasto,				
virtsa- säiliö	m ³	280	100	90
Kuivalantala	m ³	300	100	70
Lietelantalalan vesikate	m ²	130		
Kuivalantalalan vesikat- t rakenne	m ²	300		
Virtsa- säiliön betonikansi	m ²	220		

Lähde: MMM 1996d

Taulukko 3. Tilamalleissa käytetyt karjanlannan ravinnepitoisuudet.

	Liukoinen typpi kg/m ³	Fosfori kg/m ³	Kalium kg/m ³
Naudan lietelanta	1,84	0,56	3,06
Naudan kuivikelanta	1,28	1,41	3,30
Naudan virtsa	2,15	0,06	4,44
Sian lietelanta	3,03	0,97	1,95
Sian kuivikelanta	1,27	2,94	3,18
Sian virtsa	1,74	0,11	1,59

Lähde: Viljavuuspalvelu 1996

hintana on malleissa käytetty 40,10 markkaa/tunti ja palkkatyölle 66,50 markkaa/tunti.

2.3. Ajallisuuskustannus

Tilamalleissa on lannankäsittelyn suorien kustannusvaikutusten, rakennusten ja koneiden vuotuiskestävyyksien ja työkustannuksien, lisäksi tarkasteltu myös lannankäsittelystä aiheutuvien epäsuorien kustannuserien kuten ajallisuuskustannuksien ja maan tiivistymisestä aiheutuvien kustannuksien merkitystä.

Ajallisuuskustannuksella tarkoitetaan peltoviljelyssä kustannuserää, joka muodostuu satotappioiden tai satotason alenemisen aiheuttamista tulonmenetyksistä epäoptimaalisen ajankohdan vuoksi. Ajallisuuskustannusta aiheuttavia tekijöitä ovat mm. liian pieni konekapasiteetti peltopinta-alaa kohden tai peltojen vaihtelevasta maalajista aiheutuva epätasainen kuivuminen, jonka johdosta kylvöajankohta myöhästyy. Kylvö saattaa viivästyä myös koneiden särkymisen, viljelijän heikon kunnan tai epäonnistuneen koneyhteistyön tuloksena.

Karjanlannan levitys muiden kevättöiden yhteydessä lisää osaltaan ajallisuuskustannusta. Ruotsissa tehtyjen tutkimusten mukaan ajallisuusvaikutus oli kevätiljoilla 42 kg/ha/pvä ja lisäksi lannan levitys viivytti kylvöjä kolmasosalla kylvöalasta (Brundin ja Rodhe 1990). Tästä saatiin määritettyä ajallisuuskustannus seuraavan kaavan avulla:

$$(1) \quad K_{ajall} = 1/3 * L * a * T$$

jossa K_{ajall} = ajallisuuskustannus kok. (mk)
 L = ajallisuusvaikutus (mk/ha/pvä)
 a = kevätiljapinta-ala (ha)
 T = lannanlevityksen vaatima aika (pvä)

Tikkurilassa ja Jokioisilla tehtyjen kylvöaikakokeitten perusteella ruotsalaisten tutkimusten mukainen ajallisuusvaikutus on ainakin suomalaisten savimaiden osalta liian pieni. Ajallisuuskustannuksen laskemiseksi on tilamalleissa käytetty myös suomalaisten kylvöaikakokeitten tuloksia.

Maan kuivuminen saattaa Suomen oloissa tapahtua hyvin nopeasti, minkä takia kylvöajalla on usein merkittävä vaikutus orastumisen onnistumiseen. Keväällä maan on oltava riittävän kuivaa, jotta se kantaa koneita ja jotta muokkaus ja kylvö teknisesti onnistuvat. Toisaalta kylvöalustan tulee sisältää riittävästi orastumiseen tarvittavaa kosteutta ja oltava hyvärakenteinen, jotta maan ilmanvaihto toimii.

Kylvön oikeaan ajoittamiseen on kiinnitettävä huomiota erityisesti savi- ja hiesumailla. Maan kuivuminen voi keväällä tapahtua hyvin nopeasti, jolloin sopivaa kylvöaikaa riittää vaikeimmilla maalajeilla vain parin päivän verran. Jos kylvö viivästyä, maa ehtii kuivaa liikaa, minkä seurauksena savi- ja hiesumaat muokkautuvat kokkareiksi ja itäminen jää lähes säännönmukaisesti huonommaksi kuin ns. normaaliaikaan kylvetäessä (Rahkonen ja Esala 1988).

Liian aikaisesta muokkauksesta ja kylvöstä johtuen märkä savi tahtautuu muokkauksen yhteydessä ja pelto jää kokkareiseksi ja kovaksi. Kokkareinen maa kuivuu nopeasti ja siementen kontakti maahan tulee huonoksi ja silloin orastuminen jää heikoksi (Kivisaari ja Larpes 1983).

Tikkurilassa vuosien 1970-1979 kylvöaikakokeissa selvitettiin mm. kylvöajan merkitystä hieta-, hiue- ja hiesusavilla, kun kylvöajankohdat (6 ajankohtaa) vaihtelivat aikaisesta myöhäiseen (Kivisaari ja Larpes 1983). Koesarjassa kylvöajan viivästyessä toisesta tai kolmannelta kylvöajasta, satotaso alkoi ohralla ja kauralla maalajista riippumatta laskea, jolloin myöhäisin kylvöaika tuotti pienimmän sadon. Kylvöajalla oli vaikutusta satotasoon silloin, kun alkukesä oli kuiva. Jos kevään ja kesän kosteusolot olivat suotuisat, satotason aleneminen ei kaikkina vuosina ollut selkeä tai sitä ei voitu todeta lainkaan. Jos taas kevät ja kesä olivat kuivia, sadot etenkin hiesusavella saattoivat muodostua lähes mitättömiksi.

Tikkurilan hieta-, hiue- ja hiesusavella tehtyjen ohran kylvöaikakokeiden perusteella laskettiin sadonmenetyksiä päivää kohden, kun kylvö ei tapahtunut optimiajankohtana vaan ajoittui tästä ajankohdasta myöhemmäksi. Tämä em. ruotsalaiseen selvityksen ajallisuusvaikutukseen verrattava sadonmenetys ohralla oli Tikkurilan kokeissa tutkimusajankohtana keskimäärin hietasavella 124, hiuesavella 184 ja hiesusavella 124 kg/ha/pv. Jokioisten kenttäkokeissa savimaalla (Rahkonen ja Esala 1988) vuosina 1981-83 kylvöjen myöhästyminen optimiajankohdasta alensi ohrasatoja keskimäärin 63 kg/ha/pv.

Etelä-Pohjanmaan koeaseman kylvöaikakokeissa savimaalla 1974-80 kolmella eri ohralajilla (Esala ja Hautala 1981) kylvöjen myöhästyisestä aiheutuva sadonmenetys oli keskimäärin 58 kg/ha/pv. Koeasemalla järjestettiin vastaava kylvöaikakoe myös multamaalla. Tulokset olivat samansuuntaiset kuin savi-

maan kokeissa, mutta kylvöajalla ei multamaalla ollut niin suurta merkitystä kuin savimaalla.

Sadonmenetykset liian aikaisesta kylvöajankohdasta johtuen verrattuna optimikylvöaikaan oli kenttäkokeiden tuloksia tarkasteltaessa pienempiä kuin myöhäisimpien ajankohtien satotappiot. Em. kenttäkokeiden perusteella sadonmenetykset liian aikaisesta kylvöstä olivat Tikkurilan kokeista laskettuna hietasavella 39, hiesavella 50 ja hiesusavella 51 kg/ha/pv, jos kaikki koevuodet otettiin huomioon. Muutamana vuotena ensimmäinen kylvöajankohta tuotti parhaan hehtaarisadon. Samoin Jokioisten kokeissa, jos kaikki koevuodet otettiin huomioon sato-tason lasku liian aikaisesta kylvöstä oli keskimäärin 15 kg/ha/pv ja ottamalla mukaan vain ne vuodet jolloin ensimmäinen kylvöajankohta ei ollut paras, sato-tappiot olivat 38 kg/ha/pv. Etelä-Pohjanmaan kokeissa liian aikaisesta kylvöstä koesarjan parhaaseen kylvöajankohtaan verrattuna aiheutui ohrasadon alenemista keskimäärin 33 kg/ha/pv.

Ajallisuuskustannus voidaan määrittää myös konekapasiteetin avulla kahdelta eri tavalla. Yksi vaihtoehto on luoda konekanta, jonka avulla työt saadaan tehtyä ajallaan ja ajallisuuskustannus määräytyy koneinvestoinnista aiheutuneiden kustannusten perusteella. Toinen vaihtoehto on määrittää peltotöihin kulunut aika ja jakaa mahdolliset satotappiot kunkin koneen tehon, leveyden tms. työn tulokseen vaikuttavan seikan perusteella ja määrittää ajallisuuskustannukset menetetyt satotuoton kautta.

2.4. Maan tiivistyminen

Maan toimiva rakenne on edellytys peltoviljelyn kustannuksien, ympäristöhaittojen ja satovaihtelujen pienentämiselle. Maan tiivistymisriski on suuri, kun kostealla pellolla ajetaan paljon ja/tai painavilla kuormilla. Lannan levityksessä maan tiivistymistä tapahtuu usein keväällä ja syksyllä, jolloin maan olosuhteet ovat märät. Maan tiivistymisen seurauksena maan suuret huokokset pienenevät, vedenläpäisykyky heikkenee ja maan mekaaninen vastus lisääntyy. Rakennemuutos vaikuttaa kasvien kasvuun ja satoiin. Kun maan vedenläpäisykyky hidastuu, voi veden hidas imeytyminen maahan lisätä pintavaluntaa ja eroosiota (Alakukku 1997).

Tiivistyminen ei aina ole haitallista, vaan siemenen itämiskosteuden turvaamiseksi kylvökerroksen lievä tiiviys on eduksi. Routa ja kyntö kuohkeuttavat osaltaan tiivistynyttä maata, samoin nurmen viljely. Jankon ja pohjamaan tiivistymän palautuminen voi vaatia vuosikymmeniäkin (Alakukku 1989).

Selvitettäessä kenttäkokeissa maan tiivistymistä, raskas, noin 16 tonnin teliakselikuormitus kosteahkolla pellolla tiivisti sekä savimaata että eloperäistä maata ainakin puolen metrin syvyyteen. Tiivistymä säilyi mitattavana 30 ja 50 sentin syvyydessä koko 9-vuotisen seurantajakson ajan. Kyntökerroksen tiivistymä hävisi vähitellen tänä jaksone (Alakukku 1997).

Tutkittaessa tiivistymisen vaikutuksia satoiin, Jokioisten hiuesavi/aitosavimaan tiivistäminen neljästi kauttaaltaan 16 tonnin teliakselipainolla syksyllä 1981 laski viljojen satoa yli 10 % kolmena ensimmäisenä vuonna (Alakukku ja Elonen 1989). Maan tiivistymisen vaikutuksena oli myös kasvuston pakkotuleentumista ja raaka-alkuainepitoisuuden laskua. Maan tiivistäminen yhden kerran vaikutti sadon määrään ja laatuun huomattavasti vähemmän kuin neljä tiivistymiskertaa. Tiivistämisen jälkeen koealat kynnettiin.

Maa joutuu tiivistymiselle alttiiksi usein joka vuosi. Kokeessa sänkipellolla ajettiin neljänä peräkkäisenä syksynä traktori-perävaunu-yhdistelmällä, jossa perävaunun akselipaino oli 5000 kg. Vuosittainen ajomäärä oli 0, 100 tai 300 tnkm/ha (tnkm/ha= yhdistelmän paino (tn) * ajettu matka (km)/(pinta-ala, jolle ajo jakaantui (ha)). Koejaksojen keskiarvona 100 tnkm:n kuormitus pienensi savimaalla ohrasatoa 4 % ja 300 tnkm:n tiivistys 6 % (Alakukku ja Elonen 1994).

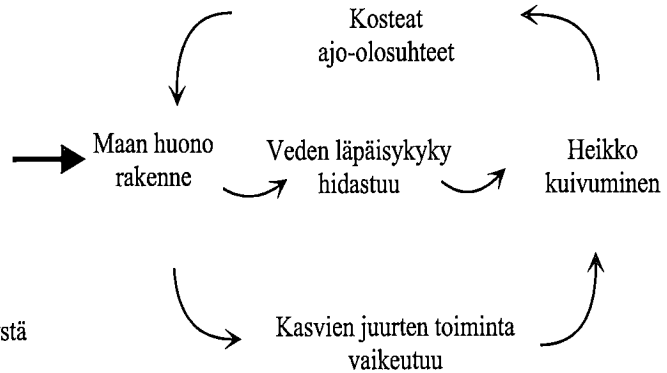
Kevätkokeissa rankka tiivistäminen kauttaaltaan savimaalla ennen kevätmuokkausta pienensi kevätvehnän satoa 20 % tavanomaiseen kahteen äestys ja yhteen kylvöannoituskertaan verrattuna (Elonen 1980). Kun käytännössä tiivistymistä ei tapahdu tasaisesti koko pinta-alaltaan, on tilamalleissa käytetyt tiivistymisestä aiheutuvat 5 %:n sadonmenetykset realistisia lähtöarvoja.

Maan tiivistymisen voimakkuuteen vaikuttavat myös mm. ajokuviot, pellon muoto, pellolle tuloreittien sijainti ja määrä, työleveys, pellolle ajettava lantamäärä ja ajoneuvon paino. Lannanlevitys voi entisestään lisätä maan tiivistymistä, jos ennen kylvömuokkausta tarvitaan useampi äestyskerta levityksestä aiheutuneiden renkaanjälkien tasoittamiseksi. Maalajeista ovat pahiten tiivistyviä jäykät savet.

Maan tiivistymisellä maan rakenteen heikkenemisen kautta on vaikutuksia kasvin kasvuun ja satotasoihin sekä myös maan eroosioon, kuivatukseen ja muokkautuvuuteen. Alakukun (1997) mukaan typpisato olisi jyväsatoa herkempi mittari mittaamaan tiivistymisvaikutuksia. Maan tiivistyminen oli yhteydessä typenottoon mm. vaikuttamalla kasvien juurten kasvuun sekä vähentämällä maan orgaanisen typen mineralisoitumista.

Erilaisilla viljelytoimenpiteillä voidaan vaikuttaa maan rakenteen toimivuuteen ja ehkäistä maan tiivistymiskierteen syntymistä (kuvio 1). Pitkällä tähtäyksellä tulisi kehittää nykyistä vähemmän maata kuormittavia menetelmiä ja koneita. Lyhyellä aikavälillä maan tiivistymistä on vältettävä työskenneltäessä nykyisillä koneilla (Alakukku ja Elonen 1994).

- Paljon ajokertoja
- Suuri akselipaino
- Korkea rengaspaine
- Suuri sademäärä
- Märät olosuhteet
- Ojituksen toimimattomuus
- Vuosittainen kyntö
- Suuri osuus keväällä kylvettävillä kasveilla
- Pieni työleveys
- Ei orgaanisen aineksen lisäystä



Kuvio 1. Maan tiivistymiskierteeseen vaikuttavat tekijät (Arvidsson 1990).

3. Tilamallitarkastelu

3.1. Maidontuotantotilat

Nykyistä tuotantoa tarkasteltiin ensin erikokoisilla maidontuotantoa harjoittavilla tiloilla. Aktiivituloista vuonna 1996 lypsykarjatiloja oli 32 % ja lihanautatiloja 8 %. Lypsykarjatiloja oli noin 30 400. Keskimäärin lypsykarjatiloilta oli peltoa 25 hehtaaria. Karjantarkkailussa olevilla maitotiloilla oli keskimäärin 14,5 lehmää. Vuonna 1995 karjakokoluokassa 1-9 lehmää oli 20 % kaikista maitotiloista, 10-19 lehmää 59 % ja 20-29 lehmää 18 % maitotiloista (Maatilarekisteri 1996, Maatila-tilastollinen vuosikirja 1997).

Lypsykarjatilojen määrän kehitystä on arvioitu mm. skenaariotarkastelun avulla (Niemi ym. 1995). Äärimmäisessä tilanteessa, jossa kansallisista tuista luovuttaisiin vuoteen 2005 mennessä ja tavoitteena olisi vuoden 1993 työ- ja pääomataso, lypsykarjatilojen keskikoko tulisi olla keskimäärin 18,5 lehmää vuonna 2000 ja noin 25 lehmää vuonna 2005. Tällöin tilakoon täytyisi olla Etelä-Suomessa 28, Sisä-Suomessa 24 ja Pohjois-Suomessa 24 lehmää.

3.1.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna

Nykymaidotuskenaariossa tuotantorakennukset ovat lämpöeristettyjä. Pienimmällä tilalla on kuivalantamenetelmä, isommilla tiloilla lietelantamenetelmä. Kuivalanta poistetaan mekaanisesti tuotantorakennuksesta ja vähäisestä kuivikkeiden käytöstä johtuen varastoinnin aikana ei tapahdu kompostoitumista. Tuotantorakennuksesta syntyvät jätevedet johdetaan kuivalantamenetelmässä sakokaivojen

kautta ojiin tai imeytetään maahan. Lietelantajärjestelmässä pesuvedet johdetaan lietesäiliöön. Tiloilla voi olla ongelmana riittämätön lannan varastointikapasiteetti.

Kuivalannan varastoinnin aikana tapahtuu typpihävikkejä ammoniakkin haihtuessa. Kuivalannan käyttöä lannoitteena vaikeuttaa sen heterogeenisuus, josta johtuen ravinnesisällön luotettava määrittäminen on vaikeaa. Oikean annosmäärän ja tasaisen levitystuloksen saavuttaminen on tunnetuilla levitinlaitteilla lähes mahdotonta. Nykyisellä tekniikalla ei ole mahdollista levittää kuivalantaa kasvavaan nurmeen ilman hygieniaongelmia. Kasvinviljelyn ollessa pääosin nurmiviljelyä, kuivalannan käyttö rajoittuu siten nurmien perustamisen yhteyteen. Eläinmäärän kasvusta johtuvan entistä suuremman lantamäärän levittäminen keväällä kasvattaa ajallisuuskustannusta ja lisää peltomaan tiivistymistä. Virtsa voidaan levittää myös kasvavaan nurmeen.

Tiloilla pyritään nykyskenaariossa levittämään lanta nurmen perustamisen ja viljojen kylvöjen yhteydessä. Tällöin toteutetaan meijeriteollisuuden suosimaa turvallisen vaihtoehdon kriteerejä, jolloin minimoidaan klostridipitoisuusriskiä. Rehun huono hygieeninen laatu heikentää maidon laatua ja vaikuttaa edelleen juuston valmistusprosesseihin. Maito voi saastua klostrideista lannan, maa-aineksen tai rehujätteiden kautta. Haitallisten itiöiden pääsyä voidaan vähentää Rammerin ja Spörndlyn (1994) mukaan kahta kautta. Ensiksikin vähennetään haitallisten mikrobien pääsyä rehuun. Itiöt kulkevat lehmän ruuansulatuskanavan läpi ja sekoittuvat lannan joukkoon. Tavoitteena on syöttää mahdollisimman itiövapaata rehua, jolloin voidaan katkaista itiöiden kiertokulku lanta-rehu-lehmä-lanta. Toisena keinona on entistä hygieenisempi lypsy.

Yhteenveto nykyisen tuotannon ongelmista:

- mahdollisuus kasvattaa varastointikapasiteettia taloudellisesti
- tuotantorakennuksissa syntyvien jätevesien käsittely
- kuivalannan ravinnesisältö ja sen merkitys, heterogeenisuus
- kuivalannan annostelu ja levitystasaisuus
- lannan typpi- ja hajupäästöt
- ajallisuusvaikutukset ja maan tiivistyminen

Nykymaitoskenaario

Nykyskenaariossa maidontuotantotiloja tarkasteltiin 16, 32, 64 ja 96 lehmän tilamalleilla. Lehmäkanta uudistettiin 4 vuodessa, jolloin kokonaisnautayksikkömäärään sisältyi myös vuotuinen uudistuksen määrä. Lehmävasikat, joita ei tarvittu uudistusmäärään sekä kaikki sonnivasikat, myytiin toiselle tilalle.

Pellon ja karjanlannan käyttö

Karja ruokittiin kotoisilla rehuilla, jolloin peltoala määräytyi eläinten ruokintanormien ja viljelykasvien satotasojen perusteella. Maitotuotos oli 7000 kg/lehmä. Malleissa satotasoina käytettiin kauralle 3500, ohralle 3600 ja heinälle 4200 kg/ha sekä säilörehulle 4200, säilörehuudelmalle 926 ja laitumelle 3200 ry/ha. Laidunkauden pituus oli 110 vuorokautta. Säilörehu- ja laidunnurmet uudistettiin joka kolmas vuosi ja laidunnurmet joka neljäs vuosi. Pellon tarve nautayksikköä kohden malleissa muodostui 1,54 hehtaariksi. 64 lehmän ja tätä suuremmilla tiloilla kesannoitiin rehualan lisäksi 5 % peltoalasta (taulukko 4). Eläintiheydeksi maitotilamalleissa muodostui 16 ja 32 lehmän tilamalleilla 0,62 ja näitä suuremmilla tiloilla, joissa alasta oli lisäksi 5 % kesantona, 0,59 eläinyksikköä/hehtaari.

Taulukko 4. Pellon käyttö nykymaitotilamalleissa.

	16 lehmää + uudistus = 20 ny	32 lehmää + uudistus = 40 ny	64 lehmää + uudistus = 80 ny	96 lehmää + uudistus = 120 ny
Kauraa	5,05	10,10	20,21	30,31
Ohraa	4,92	9,82	19,65	29,47
Kuivaheinää	3,27	6,55	13,10	19,65
Säilörehua	7,83	15,65	31,31	46,96
Laidunta	9,21	18,42	36,84	55,26
Kesanto	0	0	6,37	9,56
Yhteensä	30,27	60,55	127,47	191,21
Peltoala, jolle voi mullokselle levittää lantaa				
vilja-ala	9,96	19,93	39,85	59,78
nurmiala	6,00	12,01	24,01	36,02
Yhteensä	15,97	31,93	63,87	95,80

16 lehmän tilamalleissa oli parsinavetta ja tätä suuremmilla tiloilla lämmin pihatto. 16 lehmän tilalla lannankäsittelyä tarkasteltiin sekä kuivalanta- että lietelantajärjestelmässä. Pihatoissa oli lietelantamenetelmä. Ottaen huomioon 110 vuorokauden laidunkausi vähentävänä tekijänä, kuivalantamenetelmässä nautayksikköä kohden varastotilaa varattiin kuivalannalle 8,4 m³ ja virtsalle 5,6 m³ ja lietelantamenetelmässä 16,8 m³. Malleissa lanta jaettiin vuosittain uudistettavan nurmialan ja rehuvilja-alan kesken (taulukko 5). Tarvittavat lisäravinteet, lähinnä typpi, täydennettiin ostolannoitteina.

Nykystrategian maitotilamalleissa oli tavoitteena, että ympäristötuen ehdot täyttyvät. Tilamalleissa lannoitus suunniteltiin ympäristötuen ehtojen ns. tarkennetun

Taulukko 5. Karjanlanta- ja lannan ravinnemäärät suhteessa peltoalaan.

Nauta- yksiköitä	20 ny (kuivalanta)	20 ny (lietelanta)	40 ny	80 ny	120 ny
Peltoala, ha	30,27	30,27	60,55	127,47	191,21
Lantamäärät, yht. m ³ /tila					
- kuivikel.	165				
- virtsaa	110				
- lietelantaa		430	800	1480	2160
Lantaa m ³ /mullosala ha		27	25	23	23
Ravinnemäärät, yht. kg/tila (kg/ha ei kesantoalaa mukana)					
- tyypeä	447 (15)	790 (26)	1470 (24)	2719 (21)	3968 (21)
- fosforia	179 (6)	180 (6)	336 (6)	621 (5)	906 (5)
- kaliumia	1031 (34)	1314 (43)	2444 (40)	4522 (36)	6599 (35)
Ravinnemäärät lannasta, vilja-alalle, kg/ha					
- tyypeä	28	50	46	42	41
- fosforia	11	11	11	10	9
- kaliumia	65	82	76	70	68
Ravinnemäärät lannasta, koko nurmialaa kohti laskettuna, kg/ha					
- tyypeä	8	15	14	12	12
- fosforia	3	3	3	3	3
- kaliumia	19	24	23	21	20

lannoituksen mukaan, jolloin malleissa kasvien lannoitustasot perustuivat maan fosforin viljavuustasoon ja viljojen osalta myös toteutuneisiin satotasoihin. Fosforin viljavuusluokka oletettiin ensin tilamalleissa hyväksi. Tällöin fosforilannoitusraja kuitenkin ylittyi kauran (lannoitusraja 5 kg P/ha) ja laitumen (0 kg P/ha) osalta ja jäi vajaaksi muilla viljelykasveilla. Kun fosforin yli- ja alijäämät painotettiin pelto- kasvien pinta-aloilla, tilan koko rehuntuotantoalaa kohden fosforia tuli ylimääräistä 0,5-1,5 kg P/ha/v sallittuun lannoitustasoon verrattuna. Jos kasvien lannoitustasot laskettiin maan tyydyttävän fosforiluokan mukaan ja lannoitus pysyi muuten samana kuin edellä, koko peltoalaa kohden fosforivajaus vaihteli tällöin eri tilakoko- luokissa 6,9-7,4 kg P/ha/v. Käytännön tiloilla fosforilannoituksen taseus tehdään aina kasvulohkoittain. Nykymaidontuotannon tilamalleissa karjanlannan fosfori ei ollut ongelma vaan nurmien perustamisen yhteydessä olisi voinut käyttää suurem- piakin lantamääriä.

Lanta sopii hyvin nurmelle, joka on pitkän kasvuajan kasvi. Koska osa lannan sisältämistä ravinteista on hitaasti hajoavassa muodossa, ehtii nurmi käyttää lyhyemmän kasvuajan kasveihin verrattuna ravinteita paremmin hyväksi. Kun

nurmi perustetaan ilman suojakasvia tai vihantana korjattavan suojakasvin kanssa, esimerkiksi kokoviljasäilörehuna, lietelantaa voidaan käyttää nurmen kannalta suurempia määriä kuin jos suojavilja korjataan tuleentuneena. Kun nurmi perustetaan tuleentuneena korjattavan suojaviljan kanssa, levitysmäärässä tulee huomioida, että suojakasvi ei rehevöityisi liikaa. Tuleentuneena korjattavan ohran korjuu tapahtuu nurmen kannalta liian myöhään. Nurmi ei silloin ehdi kasvaa riittävän vahvaksi selvitäkseen kunnolla talvesta ja se voi myös jäädä harvaksi esimerkiksi varjostuksen vuoksi (Kemppainen 1985).

Lannan käsittelyyn sitoutunut pääoma

Lannankäsittelykoneisiin 16 lehmän tilamallissa, jossa oli kuivalantajärjestelmä, lannan kuormaukseen varattiin etukuormaimeen lantatalikko sekä levitykseen yleisperävaunu lantavarustein. Tilalla oli vain yksi traktori, jolloin sekä kuormaus että levitys tapahtui tällä traktorilla. Yleisperävaunua käytetään tilalla usein myös säilörehunkorjuuseen, joten käytännössä vaunusta aiheutuvat kustannukset eivät rasita pelkästään lannankäsittelyä. Virtsanlevitys teetettiin tilalla vuokratyönä, jonka kustannus muodostui virtsan kuormauksen, kuljetuksen ja levityksen työnmenekistä. Vuokratyön hintana käytettiin 180 mk/tunti.

Kuivalantatilalla kuivikkeiksi kerättiin puolet kauran ja puolet ohran olkisadosta. Nautayksikköä kohden olkia oli tällöin käytettävissä noin 1,7 kg/vrk. Tästä aiheutui kustannuksia, jotka olivat tällä 16 lehmän tilamallissa noin 1378 markkaa vuodessa. Työkustannus vaikutti edelleen maidon tuotantokustannukseen lisäävästi 1,3 p/maitolitra verrattuna tilanteeseen, jossa olkia ei olisi kerätty. Koska kuivalantajärjestelmässä kuivikkeita joka tapauksessa tarvitaan, toinen mahdollisuus oli ostoturpeen käyttö. Jos turpeen menekkinä käytettiin 1,3 kuutiota nautayksikköä kohden vuodessa ja turvekuution hintana 35 markkaa, aiheutui ostokuiviketurpeesta kustannuksia 929 markkaa ja maitolitraa kohden 0,9 penniä.

Jos lannankäsittelyn investointikustannuksia laskettiin lannan varastointivaiheesta aina pellolle levitykseen saakka, muodostivat kuivalannan ja virtsan varastointirakennuskustannukset lähes 70 % näistä kustannuksista (taulukko 6). Kuivalannan ja virtsan varastoinnista ja levityksestä aiheutuvia kustannuksia laskettiin myös vuotta kohden. Kun näitä vuotuis-kustannuksia (korko-, poisto-, kunnossapito- ja vakuutuskustannuksia) verrattiin vuoden aikana syntyvän lantamäärän arvoon, ei lannan ravinnearvo kattanut näitä kustannuksia. Lannan ravinnearvo laskettiin hinnoittelemalla lannan ravinnepitoisuus yksiravinteisten ostolannoitteiden mukaan. Typen hinta laskettiin Suomensalpietarin (3,92 mk/N kg), fosforin Superfosfaatin (12,11 mk/P kg) ja kaliumin Kalisuolan (2,14 mk/K kg) hinnan perusteella (1996). Kapuinen (1997b) laskee huhti-kesäkuussa 1997 markkinoilla olleiden keskeisten lannoitteiden mukaan ravinteiden hinnat ja sai verottomiksi hinnoiksi typelle 4,11 mk/kg, fosforille 6,83 mk/kg (heinäkuussa

Taulukko 6. Kuivalannankäsittelystä aiheutuvat kustannukset 16 lehmän maito-tilamallissa.

Investointikustannukset	Kuivalannan ja virtsan käsittelystä aiheutuvat			
	mk	Vuotuis-kustannukset	mk/vuosi	mk/ny
Kuivalantala	34530	Varastointikustannus	6947	354
Kuivalantalan vesikate	16471	Kuivalannan lev.kalusto	5494	280
Virtsa-säiliö	28883	Virtsanlevitys vuokratyönä	544	28
Virtsa-säiliön betonikansi	4831	Traktorin käyttökustannus	751	38
Yleisperävaunu	34700	Ihmistyökustannus	644	33
Lantatalikko etukuormaimeen	3100			
Yhteensä	122515	Yhteensä	14379	732
mk/ny	6126	Kuivalannan ja virtsan ravinnearvo	6129	312
		Karjanlannan nettoarvo	-8250	-420

1993 vielä 12,69 mk/kg) ja kaliumille 3,05 mk/kg. Lannan ravinnearvo määritettiin lannan varastoinnin loppuvaiheessa.

Yleistilannetta kuivalannan käsittelystä tilalla kuvaa se, että kuivalannan määrästä ja kuormien koosta ei ole aina selvää käsitystä. Kuivalannan hyväksikäyttöä vaikeuttaa kuitenkin erityisesti kuivalannan ravinnesisällön heterogeenisuus ja levitystasaisuuden vaihtelu. Ruotsalaisen selvityksen mukaan kuivalannan liukaisen tyyppien variaatiokerroin oli jopa yli 70 % (Steineck et al. 1991). Viikissä kuivalannan levityskokeissa fosforiannoksen mukaan mitattuna levitystasaisuuden variaatiokerroin vaihteli 21-52 %:iin. Itse lannan fosforipitoisuuden variaatiokerroin oli 10-23 % (Sipilä 1997). Parempi levitystasaisuus edellyttäisi siten ensiksikin tasalaatuisempaa levitettävää materiaalia kuin myös levityslaitteen tasaisempaa levitysjälkeä.

Lannanlevityskaluston levitystasaisuuden mittana käytetään prosentteina ilmaistua keskihajontaa eli vaihtelukerrointa. Epätasaisen lannoitteen levityksen aiheuttamat sadonmenetykset ilmenevät nimenomaan kasvuston lakoutumisena. Zimmermanın (1973) tekemän tutkimuksen mukaan epätasaisen levityksen aiheuttamat tappiot kevätiljoilla vaihtelivat 0,3-8,1 %:iin kasvuston pysyessä pystyssä ja 7,6-17,8 %:iin mikäli kasvusto lakoutui.

Taulukossa 7 on arvioitu levitystasaisuuden vaikutusta ohran satotappioihin, kun kuivalantaa on levitetty 40 tn/hehtaari ja ohran satotaso on ollut 3600 kiloa. Lisäksi oletettiin, että kasvusto säilyy pystyssä. Vaihtelukertoimen ollessa 30 % satotappio kohosi ohralla 2,9 %:iin.

Taulukko 7. Kuivalannan levitystasaisuuden vaikutus ohran satotappioihin.

Vaihtelu- kerroin	Satotappio %	Menetys kg	Ohran hinta mk/kg	Tappio mk/ha
0	0	0	0,75	0
15	0,7	25	0,75	19
30	2,9	104	0,75	78

Jos kuivalanta on hyvin runsaskuivikkeista, sitä voidaan toisaalta pitää enemmän maanparannusaineena, jonka arvoon levitystekniikalla ei tältä kannalta olisi niin suurta vaikutusta. Sen sijaan virtsaa ja lietelantaa tulisi pyrkiä käyttämään väkilannoitteen tavoin, sillä niiden ravinteet ovat verraten liukoisia ja siten myöskin helposti häviäviä (Kempainen 1992).

Tilamalleissa, joissa oli lietelantamenetelmä, lietelantavarastojen rakennuskustannukset laskettiin laidunkauden osuus vähennettynä. Säiliöt katettiin vesikatteella (taulukko 8). Lietekalustoon kuului tilamalleissa sekoitusvaiheessa traktori-käyttöinen potkurisekoitin. Tämän jälkeen liete sekä kuormattiin että siirrettiin pelloille imupainevaunulla.

Verrattaessa lietelannan varastointi- ja levitysvaiheen vuotuis-kustannuksia lietelannan ravinnearvoon, pienemmällä tilamalleilla tämä lannan nettoarvo oli negatiivinen, mutta 64 ja 96 lehmän tilamalleissa lannan ravinnearvo yksiravinteisten ostolannoitteiden mukaan hinnoiteltuna pystyi juuri peittämään lietteen käsittelyn peruskustannukset (taulukko 9). Laskelmassa suuremmilla tiloilla oletettiin selvittävän yhdellä levitysvaunulla.

Koska 16 lehmän molemmat nykymaitotilamallit olivat lannankäsittelyjärjestelmää lukuunottamatta identtiset, muodostuivat näiden tilamallien kustannuserot pelkästään kuivalanta- ja lietelantajärjestelmän eroista lantojen varastoinnissa,

Taulukko 8. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat investointikustannukset.

Lehmiä, kpl	16	32	64	96
Lietelantaa, m ³	430	800	1460	2100
Investointi- kohteet	JHA mk/m ³	JHA mk/m ³	JHA mk/m ³	JHA mk/m ³
Lietelantavarasto	57648	90895	150191	209486
Ed. vesikate	11165	20770	37899	55029
Tr. käyttöinen potkurisekoitin	4300	4300	5600	5600
Imupainevaunu	33100	33100	43300	43300
Yhteensä	106212	247 149065	187 236990	163 313415
				148

Taulukko 9. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat vuotuis kustannukset varastointivaiheesta pellolle levitettynä.

Lehmiä, kpl	16		32		64		96	
Lietelantaa, m ³	430		800		1460		2100	
Vuotuis- kustannukset	mk/v	mk/m ³	mk/v	mk/m ³	mk/v	mk/m ³	mk/v	mk/m ³
Varastointi (sis.kate)	5643	13	9157	11	15414	11	22071	10
Sekoituslaite	697	2	697	1	907	1	907	0
Levitysvaunu	4811	11	4811	6	6293	4	6293	3
Traktorityö	670	2	1138	1	1992	1	2936	1
Ihmistyö	470	1	886	1	1618	1	2443	1
Yhteensä	12290	29	16688	21	26424	18	34649	16
Lietelannan ravinnearvo	8096	19	15061	19	27859	19	40658	19
Lietelannan nettoarvo	-4194	-10	-1627	-2	1435	1	6009	3

levityskalustoissa ja työnmenekeissä, kuivikeoljen keräyksestä sekä kuivalannan, virtsan ja lietelannan eri ravinnepitoisuuksista.

Työnmenekki

Kotieläintöihin sisältyvä sisäruokintakauden lannanpoistoon ja kuivittamiseen kuluva aika oli moninkertainen lannan pellolle levitykseen verrattuna (taulukko 10). Lietelantamenetelmässä ei kuivikkeita käytetty. Lannanlevitysvaiheen työt on tarkemmin jaoteltu taulukossa 11.

Taulukko 10. Työnmenekki nykymaitotilamalleissa.

Lehmiä, kpl	16 (kuival)	16 (liete)	32	64	96
Peltoa, ha	30	30	61	121	182
Ihmistyö tuntia/tila					
kotieläintyöt, josta	2498	2387	3575	5112	6292
lannanpoisto ja kuivittam.	234	144	261	713	1241
lannankäsittelytyöt	16	12	22	40	61
kasvinviljelytyöt	232	210	418	713	1241
muut maatal.työt	454	454	605	850	1275
johtotyöt	151	151	242	408	612
Työnmenekki yht. h/tila	3352	3215	4864	7123	9480

Taulukko 11. Lannankäsittelytyöt nykymaitotilamalleissa.

Lehmiä, kpl	16 (kuival)	16 (liete)	32	64	96
Peltoa, ha	30	30	61	121	182
Levitysvaunu, m ³	7,5 tn	7	7	10	10
Ihmistyöosuus:					
Sekoitus valvonta, tuntia/tila		0,9	0,8	0,8	0,6
Kuormaus	11,5	5,7	10,7	19,7	28,8
Kuljetus	0,9	1,5	4,0	7,6	13,6
Levitys	3,6	3,6	6,7	12,3	18,0
Yhteensä ihmistyötä	16,1	11,7	22,1	40,4	60,9
Yhteensä traktorityöaika	13,7	12,2	20,7	36,2	53,4
Virtsanlevitys vuokratyönä	3 h				

Lannan kuljetusmatkaan kuluva aika laskettiin siten, että pellot oletettiin olevan tilan välittömässä läheisyydessä. Työnmenekin laskemiseen käytettiin kaavaa (Peltonen ja Vanhala 1992):

$$\text{Kuljetukseen kuluva aika (min/m}^3\text{)} = \frac{\text{edestakainen matka, km} \cdot 60 \text{ min/h}}{\text{keskinopeus, km/h} \cdot \text{kuormakoko, m}^3}$$

+ elpymis - ja häiriöaika

Käytännön tiloilla osa pelloista saattaa olla monenkin kilometrin päässä talouskeskuksesta, jolloin kuljetukseen kuluva aika voi olla huomattavasti tilamallien lannan kuljetukseen kuluva aikaa suurempi.

Edellä mainituilla tilatiedoilla ja lähtöoletuksilla maidontuotantokustannus nykymaitotilamalleilla muodostui taulukon 12 mukaiseksi.

Ajallisuuskustannus ja maan tiivistyminen

Tilamallien avulla on mahdollista arvioida yksittäisten eri tekijöiden vaikutuksia maidon tuotantokustannukseen (penniä/maitolitra) verrattuna lähtökohtatilanteeseen. Ajallisuuskustannuksen laskemiseksi käytettiin luvussa 2.3. esitettyä laskentakaavaa, jossa kevätiljoille ajallisuusvaikutuksena käytettiin ensin ruotsalaisen selvityksen mukaista 42 kg/ha/päivä. Kustannusvaikutukset laskettiin myös käyttämällä ajallisuusvaikutuksena 60 ja 120 kg/ha/päivä, jolloin oli mahdollista arvioida ajallisuuskustannuksia saviperäisiä maalajeja viljeltäessä käytettäessä lähtöaineistona suomalaisia kenttäkokeiden tuloksia. Maan tiivistymisestä aiheutuvia kustannuksia arvioitaessa käytettiin viljoilla satotappiona 5 %. Ohran satotaso oli 3600 kg/ha ja kauralla 3500 kg/ha. Viljan hintana oli 75 p/kg (taulukko 13 ja 14).

Taulukko 12. Maidon tuotantokustannus nykyskenaarion tilamalleissa.

MAITOTILAMALLIT					
Lehmiä, kpl	16	16	32	64	96
Tilan koko peltoala, ha	30,27	30,27	60,55	127,47	191,21
Lannankäsittelymenetelmä	kuivalanta	lietelanta	lietelanta	lietelanta	lietelanta
KUSTANNUKSET					
1. Tarvikkeet					
a) Siemen	6437	6437	12873	25746	38619
b) Lannoitteet	23980	22634	45105	91207	137308
c) Kalkki	5190	5190	9731	19462	29194
d) Kasvinsuojeluaineet	123	123	245	490	735
e) Rehunsäilöntäaine ja -muovit	4504	4504	9008	27348	41022
f) Ostorehut	11254	11254	22507	45014	67522
g) Muu kotieläinkustannus	15396	15396	26789	50899	72331
h) Sähkö	11950	9584	18284	36568	51965
i) Poltto- ja voiteluaine	2204	2098	3449	7154	14292
j) Vuokratyökorvaukset	12412	11868	20619	15429	0
Yhteensä	93449	89087	168610	319319	452988
2. Työkustannus					
- viljelijäperheen työ	111879	111879	111879	111879	111879
- MYEL ja MATA	12447	12447	15989	17374	18576
- palkkatyö	37374	28249	137896	288173	444912
Yhteensä	161700	152575	265764	417427	575367
3. Yleiskustannukset					
	14080	13401	23422	37672	52388
4. Omaisuudesta aiheutuvat					
- rakennusomaisuuden poisto	25149	24513	45669	67562	104651
- kone- ja kalusto-om. poisto	31411	30587	51813	95429	117213
- salaojitusten poisto	4869	4869	9738	20501	30751
- raken. korjaus ja kunnossapito	6287	6128	11417	16891	26163
- koneiden “	10715	10382	17526	31427	38906
- salaojitusten “	1461	1461	2921	6150	9225
- maatilavakuutus	2086	2032	3680	5930	8511
- korkovaatimus 6 %	74235	73384	140871	268170	395927
Yhteensä	156262	153356	283636	512059	731347
Tuotantokustannus yht.	425459	408419	741432	1286338	1811812
Väh. poistoeläimet	18138	18138	36276	72553	108829
Maidon tuotantokustannus, mk	407321	390281	705155	1213785	1702983
Tuotettu maitomäärä, l	103112	103112	206223	412447	618670
Maidon tuotanto-	395,0	378,5	341,9	294,3	275,3
kustannus, p/l					
suhdelukuna (1. tila=100)	100,0	95,8	86,6	74,5	69,7

Taulukko 13. Ajallisuuskustannuksen ja maan tiivistymisen vaikutus maidon tuotantokustannukseen (mk/tila, p/maitolitra).

	Lehmiä 16, (liete)		Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96	
Maidon tuotantokustannus								
mk/tila/v	390281		705155		1213785		1702983	
p/maitolitra	378,5		341,9		294,3		275,3	
Ohra-ala, ha	4,91		9,82		19,65		29,47	
Kaura-ala, ha	5,05		10,10		20,21		30,31	
Lisäys tuotanto-	mk/	p/	mk/	p/	mk/	p/	mk/	p/
kustannukseen	tila/v	litra	tila/v	litra	tila/v	litra	tila/v	litra
Ajallisuuskustannuksen								
vaikutus 42 kg/ha/pv	117	0,11	397	0,19	1391	0,34	3075	0,50
60 kg/ha/pv	167	0,16	568	0,28	1987	0,48	4392	0,71
120 kg/ha/pv	334	0,32	1135	0,55	3974	0,96	8784	1,42
Maan tiivistymisen								
vaikutus satotasoon - 5 %	1326	1,29	2652	1,29	5305	1,29	7957	1,29

Taulukko 14. Ajallisuuskustannus ja maan tiivistymisestä aiheutuvat kustannukset viljahehtaaria kohden laskettuna (mk/ha).

Muutos tuotanto-	Lehmiä 16		Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96	
	mk/ tila/v	mk/vilja- hehtaari	mk/ tila/v	mk/vilja- hehtaari	mk/ tila/v	mk/vilja- hehtaari	mk/ tila/v	mk/vilja- hehtaari
Ajallisuuskustannuksen								
vaikutus								
42 kg/ha/pv	117	12	397	20	1391	35	3075	51
60 kg/ha/pv	167	17	568	29	1987	50	4392	73
120 kg/ha/pv	334	34	1135	57	3974	100	8784	147
Maan tiivistymisen								
vaikutus	1326	133	2652	133	5305	133	7957	133

Liukoisen typen hyväksikäytön kustannusvaikutuksista

Ympäristötuen ehdossa oletetaan lannan liukoisen typen suhteelliseksi tehoksi kevätlannoituksessa 100 % ja syyslevityksessä 50 % (MMM 1996c). Tämä koskee kaikkia lantalajeja. Lannan kokonaisfosforista lasketaan 75 % olevan kasveille käyttökelpoista ja kokonaiskaliumista 100 %. Syys- ja kevätlannoituksessa ei ympäristötuen ehdossa fosforin ja kaliumin käyttökelpoisuudessa tehdä eroa.

Kempainen (1992) arvioi kevätlevityksessä ilman välitöntä multausta virtsan liukoisen typen suhteelliseksi todelliseksi tehoksi 60 %, kuivikelannalle 90 % ja

lietelannalle 80 %. Syksyllä virtsaa levitettäessä ja pikaisesti heti mullattuna arvioitiin vain 40 % virtsan liukoisesta tyypestä seuraavana keväänä olevan kasvien käytettävissä ja pintalevitettynä enää 10 %. Syyslevityksessä vastaavasti heti mullattuna kuivikelannan liukoisesta tyypestä arvioitiin seuraavana keväänä olevan jäljellä 70 % ja lietelannan liukoisesta tyypestä 50 %. Käytännössä kuitenkin syksyllä levitetyn lannan tehoa on vaikea arvioida. Täydennettäessä keväällä väkilannoitteilla syksyllä levitettyä karjanlantaa väkilannoitetäydennys osuu harvoin kohdalleen ja useimmiten seurauksena on joko yli- tai alilannoitus, josta seuraa sadon määrä- ja laatutappioita.

Tilamalleissa oli lähtökohtana, että karjanlanta levitettiin pelkästään keväällä. Kun oletuksia muutettiin siten, että puolet karjanlannasta levitettäisiin keväällä ja puolet syksyllä, oletettiin lannan liukoisen tyyden hyväksikäyttöksi 75 %. Jos tilan koko lantamäärä levitettiin pelkästään syksyllä, tyyden hyväksikäyttönä käytettiin 50 %:a. Liukoisen tyyden hävikit korvattiin ostolannoitteiden tyydellä, josta aiheutui tuotantokustannukseen lisäystä (taulukko 15).

Taulukko 15. Lannan liukoisen tyyden hyväksikäyttöerojen vaikutus maidon tuotantokustannukseen (mk/tila/vuosi, p/litra).

	Lehmiä 16 kuivalanta		Lehmiä 16 lietelanta		Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96	
Maidon tuotantokustannus										
mk/tila/v	407321		390281		705155		1213785		1702983	
p/maitolitra	395,0		378,5		341,9		294,3		275,3	
Oletus 1,84 kg N/m ³										
N hyv.käyttö 100 %										
Lisäys tuotantokustannukseen, kun	mk/ tila/v	p/ litra	mk/ tila/v	p/ litra	mk/ tila/v	p/ litra	mk/ tila/v	p/ litra	mk/ tila/v	p/ litra
lannan liukoisen tyyden										
hyv.käyttö 75 %	495	0,48	876	0,85	1600	0,78	2949	0,72	4304	0,70
50 %	991	0,96	1752	1,70	3201	1,55	5898	1,43	8608	1,39
25 %	1486	1,44	2627	2,55	4801	2,33	8848	2,15	12912	2,09

Viljelijällä on ympäristötuen puitteissa käytettävissä peltokasveittain tietyt lannoituksen perustasot. Jos ja kun ravinnehävikkejä aiheutuu lannan levityksen aikana ja vielä levityksen jälkeen esimerkiksi runsaiden sateiden takia, ei lisäravinteita voida enää levittää, jos on jo käytetty ympäristötuen ehtojen mukaiset lannoituksen maksimimäärät. Viljelijällä on käytettävissään siten ravinnekiintiö, jonka ravinnekilot kannattaa käyttää ravinnetappiot minimoiden taloudellisten rajoitteiden puitteissa.

Karjanlannan ravinnehävikkeistä aiheutuvia kustannuksia voidaan ostolannoitekustannuksen lisäksi arvioida myös ravinteiden tuotantovaikutusten perusteella eli ravinnehävikkeistä aiheutuvina sadonmenetyksinä. Ravinnehävikkitappiot voivat

satotappioiden (typen tuottoarvona) arvioituina olla huomattavasti suuremmat kuin ostolannoitekustannuksena (typpikilon arvona) laskettuna.

Ongelmana liian pienet lantavarastot

Tiloilla on usein riittävästi viljelypinta-alaa lannan levittämiseksi hyväksyttävällä tavalla. Ongelmia ovat sen sijaan aiheuttaneet liian pienet varastointitilat, jolloin on jouduttu levittämään lantaa kasvukauden ulkopuolella. Tilat ovat ympäristöehtojen täyttämiseksi joutuneet etsimään erilaisia ratkaisuja lisävarastotilojen järjestämiseksi. Ratkaisuvaihtoehtoja ovat mm. lisärakentaminen, patterivarastointi, irralliset lisäsäiliöt, tilojen yhteisvarastot, varastotilan vuokraus naapurilta, ylimääräisen virtsan tai lietteen turpeeseen imeyttäminen tai virtsan kuljetus jätevedenpuhdistamolle. Äärimmäinen vaihtoehto lantaongelmaan on eläinmäärän vähentäminen.

Lisärakennettaessa on perinteisten rakennusratkaisujen lisäksi lietevarastoksi käytetty maahan kaivettua tilaa, joka on päällystetty kumimatolla. Käytännön tutkimustarpeena onkin halpojen lantavarastojen kehittäminen ja tähän liittyen turvallisen varastoinnin selvittäminen. Kokeiluhankkeissa on ollut tavoitteena löytää näitä entistä edullisempia ja kevytrakenteisempia vaihtoehtoja lantavarastoiksi (mm. Heinälä 1996). Hankkeissa on kokeiltu erilaisia rakennustapoja kuten maabetonia, asfalttia, kiveystä ja betoniteollisuuden sivutuotteita. Pohjan vesitiiviyyttä on varmistettu mm. muovi- ja kumikermillä. Kokeiluhankkeissa lantavarastojen rakennuskustannusten on arvioitu olevan 1/3-1/2 nykyisten kiinteiden lantavarastojen kustannuksista.

Lantalarakennuksia suunniteltaessa on otettava huomioon myös maisematekijät. Karjakoon kasvaessa tarvittavan lantalalan koko kasvaa ja lantala vie yhä suuremman tilan talouskeskuksen läheisyydestä. Suuret lantalat eivät ole maisemallisesti eivätkä hygieenisesti talouskeskukseen sijoitettuna hyvä ratkaisu. Em. syistä ja työhuippujen tasaamiseksi voisi olla järkevää rakentaa osa lantavarastotilasta viljelysten läheisyyteen, jolloin talouskeskuksessa oleva lantavarasto riittäisi muutaman kuukauden välivarastointiin. Viljelysten lähelle sijoitettuihin lantavarastoihin lanta voitaisiin siirtää silloin, kun on aikaa ja tiestö kestää. Useampi varastointivaihe lisää toisaalta jonkin verran työnmenekkiä, kun lanta kuormataan ja kuljetetaan useamman kerran.

Lantavarastojen tilavuustarpeeseen vaikuttavat syntyvä lannan määrä, pesu- ja sadevesien mukaan pääsy ja varastointiajan pituus. Käytettävää varastotilavuutta voidaan säästää ohjaamalla pesuvedet ja kotitalouksien jätevedet esimerkiksi maapuhdistamon kautta, jolloin ne eivät ole enää kasvattamassa virtsa- ja lietesäiliöiden tilavuutta. Kapuisen ja Karhusen (1990) tutkimuksessa lietalannan tuotantomäärät vaihtelivat navettatyypin mukaan. Parsinavetoissa lietalannan tuotantomäärä vuodessa nautayksikköä kohden oli pesuvedet mukaan laskien keskimäärin 25,5 m³/ny, pihatoissa 37,7 m³/ny ja lihakarjakasvattamoissa 17,8 m³/ny. Varsinai-

seksi lietalannan määräksi tutkijat arvioivat kirjallisuuden perusteella korkeintaan 22 m³/ny/v. Maatalousrakennusten suunnitteluohjeissa (MMM 1996e) minimivarastointitilavuutena on navettatyyppejä erittelemättä vuoden lietemäärälle 24,0 m³/lypsylehmä ja 8 kuukaudelle 16,0 m³, johon lisätään maito- ja lypsylaitteiden pesuvesien määrä ja sadevesivara. 20 nautayksikön lietalantavarastokustannukset MMM:n ohjekustannusten (1996d) mukaan laskettuna käytettäessä lietemäärinä 24,0-37,7 m³/ny/vuosi, vaihteli investointikustannus 62 200-86 860 markkaan. Jos lietevarasto laskettiin 8 kuukaudelle, investointikustannus oli vastaavasti 47 800-64 200 markkaa. Tavoitetilavuutena olisi, että lantavarastojen tilavuus riittäisi myös poikkeuksellisissa olosuhteissa ja lantaa ei jouduttaisi levittämään esimerkiksi liian aikaisin keväällä. Tällöin voitaisiin varmistaa lannan ravinnesisällön säilyminen ja ajoittaa lannan levitysajankohta kasvintuotannon ja ympäristön kannalta mahdollisimman hyvin.

Vuosina 1995, 1996 ja vuoden 1997 alkupuolella tehtyjen noin 37 400 ympäristöhoito-ohjelmien perusteella lantaloiden laajentamistarvetta on kahdella kolmesta karjatilasta. Lisärakentamisen kustannus on keskimäärin 44 570 markkaa / hanke. Lisärakentamiskustannukset näille, jo suunnitelman tehneille tiloille (47 % kaikista ympäristötukea hakeneista tiloista), olisivat yhteensä noin 725,6 milj. markkaa (Maaseutukeskusten Liitto 1997).

Varastointitilan riittämättömyysongelma on joillakin tiloilla ratkaistu sekoittamalla lietettä turpeeseen, jolloin syntyvää kiinteää lantaa on voitu varastoida aumoissa kuivalannan tavoin. Kevättalvella 1996 kokeiltiin lietteen ja virtsan sekoittamista turpeeseen lietuvaunun avulla ympäristötukeen liittyvän kokeiluhankkeen puitteissa (Leppänen 1996). Turpeeseen imeyttäminen koettiin tiloilla varastotilojen rakentamisen vaihtoehdoksi silloin, kun tulevaisuus tiloilla oli avoin, jatkajaa ei välttämättä ollut tai muutoin mietittiin tilanpidon lopettamista. Turpeeseen imeyttäminen nähtiin mielekkäänä myös silloin, kun varastotilat olivat vain hieman riittämättömät ja varastointiongelma esiintyi vain satunnaisesti. Turpeeseen imeyttäminen voi tapahtua esimerkiksi 1) sekoittamalla turvetta ja lietettä lietuvaunun avulla, 2) ajamalla tyhjään laakasiiloon tai maapohjaiseen laakeaan kuoppaan ohuina kerroksina turvetta ja lietettä/virtsaa patteriksi sekä 3) virtsaa on mahdollista imeyttää turpeeseen myös käyttämällä turvetta kuivikkeena kuivalantavetoissa.

Käytännön ongelmia kokeiluhankkeessa aiheuttivat poikkeukselliset sääolot. Lietuvaunumenetelmää ei voitu toteuttaa poikkeuksellisen kylmissä olosuhteissa. Pakkasen noustessa yli 15 asteen oli lietevaunun toiminta keskeytettävä, koska kone ei kestänyt pakkasta. Liete- ja virtsavarastot jäätyivät myös poikkeuksellisten pitkien ja kovien pakkasjaksojen aikana. Osa viljelijöistä koki turpeen hinnan olevan menetelmän käyttöönoton esteenä (30-44 mk/m³ ilman alv). Lisäksi yhden lietekuution käsittelykulut (lietevaunun käyttö ja turvekustannus) olivat normaalisti noin 60 markkaa. Oman lietuvaunun hankintakustannus olisi ollut noin 35 200 markkaa. Tyhjillään olevien liete- ja virtsasäiliöiden mahdollisimman tehokas hyö-

dyntäminen nähtiin monella tilalla taloudellisesti edullisimmaksi vaihtoehdoksi ja siihen panostaminen tärkeäksi (Leppänen 1996).

Hakkola (1994) on tutkinut turpeeseen sekoitetun naudan lietalannan lannoitusvaikutuksia. Turvetta käytettiin lietalantakuutiota kohden $1,5 \text{ m}^3$. Hakkolan kokeissa turvelannan antamat ohran sadonlisäykset eivät riittäneet peittämään turpeen käytöstä aiheutuvia lisäkustannuksia. Turpeen sekoittaminen lietalantaan paransi lietalannan typen hyväksikäyttöä vain kevätleivityksessä ja tällöinkin varsin vähän. Kokeessa tuli esille turpeen typpihävikkejä pienentävä vaikutus.

Kangas (1996) on verrannut Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla turvelietelannan lannoitusominaisuuksia pelkkään lietalantaan verrattuna ja selvittänyt näiden lannoitusaineiden vaikutusta peltomaahan useamman vuoden käytössä. Tutkimuksen mukaan turpeeseen sekoitettu lietalanta vaikuttaa lannoitteena ja parantaa maan kasvukuntoa lietalannan veroisesti. Sekä lietalanta että turpeeseen sekoitettu lietalanta olivat ohran lannoitteena lähes väkilannoitteen veroisia, kun levitettävät typpimäärät mitoitettiin kenttäkokeissa yhtä suuriksi.

Karjatilojen jätevesien käsittely

Maito huoneesta syntyy huuhtelu- ja pesuvesiä keskimäärin $0,4 \text{ m}^3$ vuorokaudessa. Vuotta kohden maito- ja lypsylaitteiden pesuvesimäärä vaihtelee yleensä $100\text{--}200 \text{ m}^3$ (Ympäristöministeriö 1997). Pesussa käytettävät fosforipitoiset pesuaineet ovat osaltaan aiheuttamassa fosforikuormitusta. Pesuvesien klooripitoisuus on myös usein korkea ja pH-arvo vaihtelee voimakkaasti. Jätevedet johdetaan tiloilla yleensä lietalantasäiliöön tai sakokaivojen kautta maastoon tai ojiin ja edelleen vesistöön.

Ympäristökeskuksissa on ollut kokeiluhankkeita karjatilojen maito huoneiden jätevesien käsittelyn edelleen kehittämiseksi. Pohjois-Savon ympäristökeskuksessa on mm. selvitetty karjatilojen maito huoneiden jätevesien käsittelymahdollisuuksia yhdessä tilan asuinrakennuksen jätevesien kanssa erityisesti maasuotimen sekä myös kivivillasuotimen kannalta (Laukkanen 1997). Vuoden seurannan perusteella osoittautui, että jätevesien laatu vaihtelee hyvin voimakkaasti. Ensimmäiset huuhteluviedet sisältävät paljon orgaanista, happea kuluttavaa ainesta. Pesuvaiheen vesissä on taas fosforia moninkertainen määrä asuinrakennuksen jätevesiin verrattuna. Maasuotimien toimivuuteen vaikutti mm. laitoksen rakentamislaatu, kapasiteetti ja saostuskaivojen ajallaan tyhjentäminen. Orgaanisen kuorman väheneminen tutkituissa maapuhdistamoissa oli 90 %. Fosforinpoisto oli vähintään 50 %. Typenpoistoteho vaihteli riippuen mm. siitä miten happi riitti maaperässä mikrobeille.

Hämeen ympäristökeskuksen alueella on maitotiloille kokeiltu panospuhdistustekniikkaa soveltavaa järjestelmää, jossa ensin pesuvedet neutraloidaan ja sitten ilmastetaan ja selkeytetään erillisissä kaivoissa ennen vesien johtamista vesistöön. Järjestelmän uskotaan vähentävän kuormitusta hyvin tehokkaasti. Hank-

keessa puhdistamo 50 lehmän pihattonavetan pesuvesille ja tilan asumajätevesille maksoi 59 000 markkaa (alv 0 %) ilman työkustannuksia (Maaseudun Tulevaisuus 1.11.1997).

3.1.2. Luomumaidontuotantotila

Luonnonmukaista kotieläintuotantoa tarkasteltiin luomuskenaariossa maidontuotannon osalta. Luomutuotannossa Suomessa vuonna 1997 oli noin 120 lypsykarjatilaa. Samanaikaisesti oli siirtymävaiheessa 525 tilaa, joiden päätuotantosuunta oli lypsykarjatalous. Vuoteen 2000 mennessä luomumaidon määrän arvioidaan kiintiöiden perusteella nousevan 54,5 miljoonaan litraan (Kivinen ja Alasimi 1997).

Luomutiloille suositellaan rakennusratkaisuja, joissa eläimet voivat liikkua vapaasti sekä sisä- että ulkotiloissa. Luonnonmukaisessa tuotannossa pihatto- ja karsinakasvatus ovat ensisijaiset hyväksytyt navettatyypit. Parsinavetta on sallittu tilakohtaisesti 10 vuoden ajan kotieläintuotannon ensimmäisestä luomuhyväksynnästä lukien. Peruskorjauksessa ja uudisrakennuksissa vain pihattoratkaisu on sallittu (Luonnonmukaisen viljelyn liitto 1997b).

Kesäaikaan luomutilalla on eläinten päästävä laitumelle tai laajaan jaloittelutarhaan ja talvisaikaan sään niin salliessa. Ulkotarhojen koon mukaan pohjien päällystyksissä on tiloilla noudatettava Ympäristöministeriön ohjetta Kotieläintalouden ympäristönsuojelusta. Esimerkiksi jatkuvassa ympärivuotisessa käytössä olevan ulkoilutarhan (ala suurempi kuin 20 m²/eläinyksikkö), tarvitaan tiivispohjaista (maabetoni, betoni, asfaltti) alaa vähintään 5 m²/ey eläinten ruokinta- ja ulostamisalueille. Lanta ja virtsa kerätään alueelta lantavarastoihin. Jatkuvassa käytössä olevilla metsälaiduntarhoissa ja luonnonlaitumilla pysyvien ruokintapaikkojen ympärykset on päällystettävä kiinteällä materiaaalilla (tiivistetty hiekka ja sora, puunkuori, hake tms).

Luomutilalla kaikki lanta on kompostoitava ennen lannoitteeksi käyttöä. Kuivalanta voidaan kompostoida aumassa tai rumpukompostorissa. Lietelanta kompostoidaan ilmastamalla tai sekoittamalla liete turpeeseen ja kompostoimalla kuivalannan tapaan. Virtsa tulisi seisottaa, kompostoida tai ilmastaa ennen käyttöä. Erityisesti nurmelle levitettäessä virtsalle ja lietalannalle suositellaan vedellä laimentamista, sadetusta tai levittämistä riittävän sateen aikana.

Lannan varastoinnissa ja käsittelyssä samoin kuin säilörehun puristenesteen käsittelyssä luomutilan on noudatettava em. YM:n ohjetta. Tiloja sitovat myös ympäristötuen perustuen ehdot ja nitraattidirektiivi. Täten lantavarastojen tilavuuDET tulee olla mitoitettu 12 kuukaudelle vähennettynä laidunkauden osuudella. Virtsasäiliöitä tulisi olla kaksi, jotta virtsa voidaan seisottaa 2-3 kuukautta ennen levitystä. Kuivalannan on luomutiloilla vielä saanut kompostoida pelloille aumoihin useita kertoja vuoden aikana, jolloin käytännössä noin 6 kuukauden varastotila on ollut useimmilla tiloilla riittävä (Luonnonmukaisen viljelyn liitto

1997a). Lietelannan ilmastusta varten tulisi olla useampi lietesäiliö, että tuoretta lietettä ei enää pääsisi jo ilmastetun lietteen joukkoon.

Kompostiauman teko onnistuu yleisperävaunun ja kuormaimen avulla. Yleisperävaunuun kuormataan kompostoitavat aineet (lantaa, kuivikkeita, ja mahdollisesti muita lisäaineita esim. apatiittia tai savimultaa) kerroksittain. Purettaessa kuormat jonoon syntyy sopivan kokoinen auma. Levitysvaunu sekoittaa kompostiaineet keskenään ja aumasta tulee riittävän kuohkea. Komposti peitetään auman-
teon jälkeen turpeella, mudalla (5 cm), oljilla (15 cm) tai hengittävällä peitteellä. Lämpövaiheen jälkeen, noin 1-2 kuukautta kompostin tekemisestä, komposti tulisi suojata sateelta. Komposti voidaan tarvittaessa kääntää kompostin jäähtyttyä noin 1-2 kuukautta kompostin teosta. Sopiva kompostointiaika aumakompostoinnissa on peltokasveille yleensä noin 3-7 kuukautta. Lannan kompostoinnissa tilavuus pienenee yli 6 kk kompostointiaikana noin 50 % ja 3-5 kk kompostoinnissa noin 30 % (Luonnonmukaisen viljelyn liitto 1997b). Kompostin levitys pellolle ei poikkea tämän jälkeen enää tavanomaisen kuivalannan levityksestä. Lannanlevityksen työnmenekki voi tosin luomutilalla olla hieman suurempi kuin tavanomaisella tilalla, jos lanta levitetään pienempinä hehtaariannoksina. Levityksen jälkeen aumakomposti mullataan mahdollisimman nopeasti ammoniumtypen haihtumisen estämiseksi.

Lannan kompostoitumiseksi tarvittavat kuivikemäärät ovat yleensä huomattavasti suurempia kuin eläinten puhtaanapitoon tarvitaan. Kuivikkeena käytetään kompostoituvia materiaaleja; olkea, turvetta, puuhakkeita ja kuoriketta. Alusolkena voidaan käyttää myös tavanomaisesti viljeltyä olkea, jossa ei olisi mielellään käytetty torjunta-aineita ja korrenvahvistajia. Virtsasäiliömenetelmässä lannan sitomiseksi ja kompostointia varten kuivikkeita tulisi käyttää naudoille 4-6 kg olkia/ey/pv. Jos olkea ei ole tarpeeksi, käytetään lisäksi muita kuivikkeita. Jos myös virtsa imeytetään kuivikkeisiin, kuivikkeita tarvitaan 12-15 kg olkia/ey/pv. Vinokuivikepohjaa käytettäessä naudoilla riittää noin 8 kg olkia/ey/päivä (Luonnonmukaisen viljelyn liitto 1997b). Mikäli eläinsuojassa kuivikkeita ei ole käytetty kompostoinnin kannalta riittävästi, niitä täytyy lisätä viimeistään kompostia valmistettaessa.

Luomuviljelyssä on tavoitteena, että karjan määrä ja rehuntuotannon laajuus ovat tasapainossa toistensa kanssa. Tilan eläinmäärän ja peltoalan suhde ei saa ylittää 1,5 eläinyksikköä/hehtaari. Siten keskimäärin viljelykierron aikana käytetty lantamäärä ei saa ylittää 1,5 eläinyksikön tuottamaa lantamäärää hehtaaria kohden vuodessa. Karjamäärän ja peltoalan suhteen suositellaan olevan alle 0,8 ey/ha (Luonnonmukaisen viljelyn liitto 1997b). Ohjeita tulkittaessa viljelykierron pituus ei ole ajallisesti tarkka käsite, sillä viljelykierron pituus vaihtelee yleensä 3-8 vuoden välillä (Luonnonmukaisen viljelyn liitto 1997a).

Tilan ulkopuolelta saa tuoda tavanomaista lantaa täydennyslannoitteeksi korkeintaan puolet enimmäismäärästä eli 0,75 ey/ha/v tuottama lantamäärä ravinne-
määränä. Tilalla, josta lantaa tuodaan, ei saa olla teollismaista kotieläintuotan-

toa eli kotieläimiä saa olla enintään 2 ey/ha. Lannan- ja ravinnetuoton laskentaperusteina voidaan käyttää oletusta, että 1 eläinyksikkö tuottaa vuodessa 16 tonnia lantaa, joka sisältää 90 kiloa typpeä ja 18 kiloa fosforia. Tällöin 1,5 ey:n tuottamassa lantamäärässä ravinteina olisi 135 kiloa typpeä ja 27 kiloa fosforia. Lantojen ja virtsan kokonaisfosforista liukoiseksi lasketaan 75 % ja kompostin fosforista 60 % (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997).

Lantayhteistyötä harjoittavalla luomutilalla kotieläinrajoitus ei ole ongelma, koska peltoalaan voidaan laskea sekä luomutilan että yhteistyötilojen peltoala. Luomutila voi tehdä yhteistyötä kasvinviljelytilan kanssa, jolloin kasvinviljelytilan peltoja lannoitetaan karjatilan lannalla ja karjatila käyttää vastaavasti kasvinviljelytilalta saatavia rehuja.

Luomutilan lannankäsittelyn ongelmia:

- aumakompostoinnin hallinta
- typen tappiot kompostoinnissa ja ilmastuksessa
- kompostoidun lannan homogeenisuus
- kuivikkeiden saatavuus, sopivat ja taloudelliset kuivikemateriaalit
- kuivalannan levitysongelmat
- lannan ravinnetasapaino; ei täydennysmahdollisuutta helppoliukoisilla mineraalilannoitteilla

Luomumaitotilamallit

Luomumaitotilamalleissa tarkasteltiin rinnakkain kahta vastaavaa tilakokoluokkaa kuin nykyisen skenaarion maidontuotantomalleissa. Kahdella 16 lehmän tilalla oli vielä parsinavetta, joissa oli vaihtoehtoisesti kuivalanta-virtsanerotusmenetelmä tai lietelantajärjestelmä. 32 lehmän tilamalleissa ensimmäisessä oli lämmin pihatto ja lietelantajärjestelmä ja toisessa kylmä pihatto ja lanta käsiteltiin (puoli)kiinteänä. Eristämättömissä rakennuksissa lietelantajärjestelmä ei Suomen talviolosuhteissa toimi, joten käytäviltä ja jaloittelualueilta lanta kerätään puolikiinteänä lantana. Koska puolikiinteässä lannassa on liikaa kuiva-ainetta, jotta se voitaisiin lietelannan tapaan ilmastaa, niin tilalla puolikiinteä lanta kiinteytetään ja kompostoidaan kuivalantana. Kuivikkeita lantaan lisätään pääasiassa kompostintekovaiheessa. Jonkin verran kuivikkeita käytetään makuuparissa. Lantakäytävillä levitetty turve estää typen hävikkejä, mutta muutoin käytävien kuivitus on melko vähäistä, koska eläimet voivat alkaa maata käytävillä parsien sijasta.

Luomumaitotilamalleja ei voida verrata nykystrategian maidontuotantomalleihin ottamatta huomioon seuraavia muutoksia. Nykyskenarioon verrattuna viljan satotasoa laskettiin 30 % ja nurmisatoja 10 %. Luomutilamallissa nurmet olivat kaikki 3-vuotisia apilanurmia. Lehmien keskituotosta laskettiin 10 %, 6300 kiloon vuodessa. Uudistus-% laskettiin 20 prosenttiin. Ruokinnassa karkea-

rehun osuus on tuotantoehtojen mukaan oltava vähintään 70 % rehun kuiva-aineesta koko karjan vuotuisesta rehunkulutuksesta. Tilamalleissa ostorehuina käytettiin ainoastaan rypsirouhetta ja kivennäisvalmisteita. Pienimmässä 16 lehmän tilamallissa säilörehu tehtiin laakasiiloihin ja 32 lehmän tiloilla nurmirehujen korjuuseen käytettiin omaa pyöröpaalainta. Samankokoiset luomutilat olivat maleissa peruskonevalinnoiltaan identtiset. Ainoat erot joita tilamallien välillä oli, johtuivat eri rakennusratkaisuista ja tästä johtuen edelleen eri karjanlannankäsittelymenetelmistä.

Lannankäsittelyyn liittyvät investoinnit ja työnmenekit

Luomutilalla on eläimille oltava talvella ulkoilumahdollisuus. Tilamalleissa oli lannankäsittelyinvestointeihin varattu jatkuvassa ympärivuotisessa käytössä oleva ulkoilutarha, jonka ala oli suurempi kuin 20 neliötä / eläinyksikkö. Tällöin kokoontumisalueet, ruokintapaikat ja ulostamisalueet on oltava tiivispohjaisia. Tiivispohjaisen alan on oltava vähintään 5 neliötä / eläinyksikkö. Ohjekustannuksissa (MMM 1996d) jaloittelupihan kustannukset olivat 70 markkaa neliöltä 100 neliöön asti ja lisäneliöt 40 markkaa. Ympäristöministeriön ohjeissa jaloittelualueille edellytetään lisäksi vesien keräilykaivoa tai tiivispohjaisen alueen kattamista. Keräilykaivon tilavuuden tulee olla vähintään 0,3 kuutiota tiivispohjaisen alueen neliometriä kohti. Alueen kattamisvaihtoehto oli keräilykaivoa huomattavasti kalliimpi. Kattamisen kustannus oli kuivalantalan vesikattorakenteen ohjekustannuksissa 300 mk/m². Tilamalliin keräilykaivon rakentamiskustannukset laskettiin 280 mk/m³ ohjekustannuksien mukaan (MMM 1996d) (taulukko 16).

Jaloittelualueiden lisäksi luomutilalle voi aiheutua lisähankintakustannuksia kompostiaumojen peittämisestä. Kompostiauman lämpövaiheen jälkeen auman liiallinen kastuminen ja ravinnevalumat estetään peittämisellä. Mitä pidempään kompostia varastoidaan, sen tärkeämpää auman kattaminen on (Källander 1993). Auman peitteeksi käy hengittävä muovikate, muovi (esim. vanhat aumamuovit) tai pressu, jos kompostin riittävä hapen saanti turvataan. Markkinoilla on varsinaisia kompostihuopia, joilla myös estetään kesällä kompostin kuivumista ja syksyllä ja talvella jäätymistä. Hintaluokaltaan esimerkiksi 5*50 m kompostihuovan hinta oli noin 3000 markkaa. Tilamalleissa lähtökohtana kuitenkin oli, että lantala oli tilavuudeltaan noin 8 kuukauden varastointiajalle, joten kompostointiin oli mahdollista käyttää jo olemassa olevaa katettua lantala ja kompostihuopia ei ole laskettu kustannuksiin mukaan. Tulee kuitenkin huomioida, että katon alle tehty komposti kuivuu helposti liikaa. Liian kuivassa kompostissa pieneliötoiminta pysähtyy ja typpi, joka ei ole vielä sitoutunut orgaaniseen muotoon, haihtuu (Källander 1993).

Tiloilla syntyvinä lantamäärinä käytettiin samoja lantamääriä kuin muissakin maitotilamalleissa eli lypsylehmää (nautayksikköä) kohden syntyi lietelantaa

24, kuivikelantaa 12 ja virtsaa 8 tai kuivikelantaa+virtsaa 24 kuutiota. Näistä määristä vähennettiin laidunkauden osuus. Lietelantatiloilla lietalantamääriin laskettiin pesuvesiksi 100-140 kuutiota. Kuivalantatiloilla pesuvedet johdettiin sakokaivojen kautta ojiin tai imeytettiin maahan. Jaloittelutarha-alueiden vesi- ja ravinnemääriä ei tässä lähdetty investointikustannuksia pidemmälle arvioimaan. Kompostoitaessa kuivalantaa sen tilavuus pienenee 3-5 kuukauden kompostointiaikana noin 30 %. Tätä tilavuuden pienenemistä ei otettu lantalatilavuuksia laskettaessa huomioon vaan vasta levitysvaiheen työmenekissä. Virtsan levitys ja samalla jaloittelutarhan kaivon tyhjennys teetettiin 16 lehmän tilalla urakoitsijalla.

Vuotuista työnmenekkiä tarkasteltaessa lannankäsittelytöistä päivittäinen (tässä sisäruokintakauden aikainen) lannanpoisto ja kuivittaminen vievät kokonaisuudessaan paljon enemmän aikaa kuin muutaman päivän ajalle kasautuva aumakompostin valmistus ja auman levitystyöt (taulukot 17 ja 18).

Taulukko 16. Lannankäsittelyyn liittyvät investoinnit luomumaitotilamalleissa.

Lypsylehmiä, kpl	16	16	32	32
Navetta	parsinavetta	parsinavetta	lämmin pihatto	kylmä pihatto
Kuivikelantaa, m ³ /v	159			637
Virtsaa, m ³ /v	106			
Lietelantaa, m ³ /v		419	777	
Investointi-kohteet	JHA	JHA	JHA	JHA
Kuivalantala	34153			67611
Kuivalantalan vesikattorakenne	15932			63730
Virtsaäiliö	28559			
Virtsaäiliön betonikansi	4674			
Lietelantavarasto		56678	88957	
Lietelantalan vesikate		10885	20210	
Tr. käyttöinen potkurisekoitin		4300	4300	
Ilmastinlaitteet		12900	26200	
Yleisperävaunu				
lantavaruste	34700			55400
Lantatalikko etukuormaimeen	3100			3100
Imupainevaunu 7 m ³		33100	33100	
Jaloittelutarha (5 m ² /ey)	6487	6487	10414	10414
Jaloittelutarhan keräilykaivo (0,3 m ³ /m ²)	7784	7784	15569	15569
Yhteensä	135390	132135	168249	215824
Mk/nautayksikkö	7124	6953	4427	5678

Taulukko 17. Työnmenekki luomumaitotilamalleissa.

	Lehmiä, kpl			
	16 (kuival.)	16 (liete)	32 (liete)	32 (kuival.)
Ihmistyö tuntia/tila				
kotieläintyöt, josta	2363	2262	2742	2891
lannanpoisto ja kuivittaminen	228	137	248	398
lannankäsittelytyöt	30	13	25	97
kasvinviljelytyöt	220	185	322	362
muut maatal.työt	550	550	579	579
johtotyöt	145	145	232	232
Työnmenekki yht. h/tila	3307	3155	3900	4160

Karjanlannankäsittelyn työnmenekkejä tarkasteltaessa tavanomaisen ja luomutilan välillä lietelannan ilmastus ei lisää juuri ihmistyötä tavanomaiseen lietteen perussekoitukseen verrattuna. Sen sijaan kuivalantajärjestelmässä lannan aumakompostointityöt lisäävät vähintään yhden lannan kuormaus- ja levityskerran pe-

Taulukko 18. Luomumaitotilamallien lannankäsittelyn työnmenekit.

Lehmiä, kpl	16	16	32	32
Kuivikelantaa, m ³	159			637
Virtsaa	106			
Lietelantaa		419	777	
Levitysvaunu, m ³		7	7	
Yleisperävaunu, tn	7,5			9,5
Ihmistyön osuus, tuntia/tila:				
Aumakompostointi:				
Kuormaus lantalasta	4,9			19,7
Oljen lisäys	5,3			21,2
Lisäaineen käsittely	0,9			3,7
Kuorman purku aumaan	2,1			8,5
Auman peittäminen oljella	4,0			15,9
Yhteensä	17,3			49,4
Sekoituksen valvonta		0,9	0,9	
Kuormaus	9,1	5,6	10,4	36,4
Kuljetus	1,0	2,9	7,7	4,6
Levitys (hajalev.)	2,5	3,5	6,5	6,5
Yhteensä	12,6	12,9	25,4	47,5
Yhteensä ihmistyötä	29,9	12,9	25,4	97,0
Yhteensä traktorityöaika	25,4	13,2	23,8	82,5

rinteiseen kuivalannan kuormaus-kuljetus-levitys -työketjuun (ks. aumakompostoinnin työnormit Klemola 1993). Jos kompostiauma tehdään valmiiksi ennen kevättä pellolle, voidaan kuljetuksen osuus ajoittaa tehtäväksi muulloin kuin kevätkiireiden ajaksi. Lannankäsittelytyöt vaativat luomutilalla enemmän suunnittelutyötä etukäteen, jotta lanta ehditään kompostoida ennen levitystä.

Yhdistämällä lannankäsittelyyn liittyvät investoinnit (taulukko 16) ja työnmenekit (taulukko 18) varastointivaiheesta lannan pellolle levitykseen saakka saatiin lannankäsittelyn vuotuiskestannukset vuotta ja nautayksikköä kohden (taulukko 19). Lietelantakuutiota kohden kustannuksia tuli 16 lehmän tilalla 42 markkaa ja 32 lehmän tilalla 35 markkaa.

Pellon käyttö ja lannan ravinnemäärät

Luomutilamalleissa lantojen ravinnepitoisuuksina käytettiin Viljavuuspalveluun (1997) vuonna 1996 lähetettyjen lanta-analyysien keskiarvotuloksia naudan kompostoidusta kuivikelannasta, virtsasta ja ilmastetusta lietalannasta (taulukko 20).

Taulukko 19. Lannan käsittelystä aiheutuvat vuotuiskestannukset varastointivaiheesta pellolle levitettynä luomumaitotilamalleissa.

Lypsylehmiä, kpl	16	16	32	32				
Kuivikelantaa, m ³ /v	159						637	
Virtsaa, m ³ /v	106							
Lietelantaa, m ³ /v			419		777			
Vuotuiskestannukset (poisto-aika, vuotta)	Parsinavetta		Parsinavetta		Lämmin pihatto		Kylmä pihatto	
	mk/v	mk/ny	mk/v	mk/ny	mk/v	mk/ny	mk/v	mk/ny
Kuiviketurve	0	0	0	0	0	0	2626	69
Jaloittelualaue sis. kaivo (15 v)	1551	82	1551	82	2823	74	2823	74
Lantavarasto sis. katteet (25 v)	6832	359	5540	292	8952	236	10770	283
Sekoitus- ja ilmastuslaitteet (10 v)	0	0	2786	147	4941	130	0	0
Virtsanlevitys vuokratyönä	524	28	0	0	0	0	0	0
Levityskonekustannus (12 v)	5494	289	4811	253	4811	127	8502	224
Ilmastuksen sähkönkulutus (10 kWh/m ³)	0	0	1668	88	3096	81	0	0
Aumakompostoinnin ihmistyö (40 mk/h)	692	36	0	0	0	0	1981	52
Aumakompostoinnin tr.työ (55 mk/h)	807	42	0	0	0	0	2309	61
Lannanlevityksen ihmistyö (40 mk/h)	505	27	725	38	1019	27	1910	50
Lannanlevityksen tr.työ (55 mk/h)	589	31	516	27	1309	34	2226	59
Yhteensä	16994	894	17597	926	26951	709	33147	872

Taulukko 20. Kompostoitujen karjanlantojen ravinnepitoisuuksia.

	Liuk.typpi kg/m ³	Fosfori kg/m ³	Kalium kg/m ³
Kompostoitu kuivikelanta	0,85	1,13	3,33
Virtsa	2,11	0,05	4,25
Ilmastettu lietelanta	1,78	0,36	3,06

Taulukko 21. Luomumaitotilamallien pellonkäyttö ja käytettävissä olevat lannan ravinnemäärät.

	16	Lypsylehmiä, kpl		32
		16	32	
Pellon käyttö				
- ohra	4,52	4,52	9,05	9,05
- kaura	4,65	4,65	9,31	9,31
- säilörehu	7,67	7,67	15,35	15,35
- laidun	8,58	8,58	17,16	17,16
- heinä	3,52	3,52	7,04	7,04
Yhteensä, ha	28,95	28,95	57,90	57,90
Mullosala, jolle voidaan levittää lantaa keväällä, ha	15,76	15,76	31,54	31,54
Eläintiheys ey/ha	0,6	0,6	0,6	0,6
Lannasta tulevat ravinteet koko tilaa (kg/tila/v) ja peltoalaa (kg/ha) kohden	kg/tila/v (kg/ha)	kg/tila/v (kg/ha)	kg/tila/v (kg/ha)	kg/tila/v (kg/ha)
- liukoista tyypeä	virtsa: 224 (8) k.lanta: 135 (4) yht. 359 (12)	ilmast. liete: 745 (26)	ilmast.liete: 1384 (24)	k.lanta: 542 (9)
- fosfori (lietteelle ja virtsalle 75 %) (aumakompostille 60 %)	virtsa: 4 (0,1) k.lanta: 108 (4) yht. 112 (4)	113 (4)	210 (4)	432 (7)
- kaliumia	virtsa: 451 (16) k.lanta: 530 (18) yht. 981 (34)	1281 (44)	2379 (41)	2122 (37)

Tilamalleissa tilan oma karjanlanta ei riittänyt täyttämään viljelykasvien ravinnetarvetta (taulukko 21), vaan lisäravinteita on hankittava typensitojakasvien avulla ja mahdollisesti myös toiselta kotieläintilalta.

Kuivikkeita 16 lehmän tilalla levitettiin lantakouruihin sonnan sitomiseksi ja kompostoitumista varten. Varsinaisesti virtsan imeytykseen kuivikkeita ei käytetty, vaan virtsa johdettiin tiiviiseen virtsasäiliöön. Kylmäpihatossa 32 lehmän tilalla

kuivikkeita levitettiin makuuparsiin ja jonkin verran turvetta myös käytäville. Aumakompostointivaiheessa molemmilla tiloilla lisättiin loput tarvittavista kuivikemääristä.

Tilan vilja-alalta saatavaa olkikuivikkeiden määrää ja riittävyyttä arvioitiin käyttämällä olkisatona samaa kuin kauran (2450 kg/ha) ja ohran (2520 kg/ha) jyväsatoa. Jos olkikuivikemääränä sisäruokintakaudella (255 vrk) käytettiin pienimmällä tilalla suositusten mukaista minimiä 4 kiloa eläinyksikköä kohden päivässä, tilan oma olkisato riitti juuri ja juuri. Käytettäessä 32 lehmän tilalla sisäruokintakaudella vinokuivikepohjan suositusta 8 kiloa olkea/ey tilan oma olkisato ei riittänyt, vaan puuttuva kuivikemäärä täydennettiin ostokuiviketurpeella. Puuttumaan jäi noin 30 000 kiloa olkea eli vaihtoehtoisesti noin 75 kuutiota turvetta, joka 35 markan kuutiohinnalla oli noin 2625 markkaa.

Luomutilamalleissa karjanlannan ravinnepitoisuuden muutoksia ja lannan ravinnearvoa ei voida verrata ja vaikutuksia edelleen arvioida maidon tuotantokustannuksiin samalla tavalla kuin väkilannoitteita käyttävissä tilamalleissa. Luomutiloilla korostuu lannanhoidon hyvä kokonaissuunnittelu. Varastoinnilla ja oikeilla lantamäärillä peltoalaa kohden voidaan vaikuttaa rehun ja edelleen maidon tuotantokustannuksiin. Luomutilalla korostuu myös se, että eläimet eivät itse tuota kasvin ravinteita, vaan rehunkäyttö ja lannantuotanto ovat välivaiheita ravinteiden kierrossa (Källander 1993). Luomumaidontuotantokustannus muodostui tilamalleissa taulukon 22 mukaiseksi.

Ravinnehävikkien vähentäminen

Luomutiloilla pyritään mahdollisimman suljettuun ravinnekiertoon. Ravinteiden tarkkaan hyväksikäyttöön on kiinnitettävä siten erityistä huomiota, koska lannan ravinteita ei voi korvata väkilannoitteilla. Kompostoinnissa tyypeä häviää haihtumalla ja huuhtoutumalla. Kompostoinnin hävikkejä voidaan vähentää lyhentämällä kompostointiaikaa, optimoimalla kompostoitava lanta- ja kuivikemäärä (C/N –suhde), käyttämällä katteita sekä sijoittamalla kompostipaikka tarpeeksi kauas vesistöistä ja välttämällä hyvin vettä läpäiseviä maita. Kompostialueelle lisätty turve lisää veden ja ravinteiden pidätyskykyä (Nykänen 1995).

Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasemalla Partalassa selvitettiin kompostin kattamisen vaikutusta ravinnehuuhtoutumiin karjanlannan aumakompostoinnissa (Roinila 1995). Merkittävin ravinnetappio aiheutui kaliumin hävikistä. Kompostoinnin aikana olkikate pienensi liukoisen kaliumin hävikkiä noin kahteen kolmasosaan ja huopakate alle neljäsosaan kattamattoman kompostin hävikistä. Leinonen ja Roinila (1995) arvioivat, että typpitappioista (kaikkiaan noin 25 %) noin neljännes huuhtoutui ja loput haihtuivat ammoniakkinä ilmaan. Typen huuhtoutumistappiot olivat näin peittämättömästä kompostista 5-10 % ja peitetystä pari prosenttia. Koe osoitti, että oikein perustettuna kompostiaumat ovat taloudellisesti ja ympäristön kannalta perusteltu vaihtoehto suurempien kui-

Taulukko 22. Luomumaidon tuotantokustannus.

MAITOTILAMALLIT				
Lehmiä, kpl	16	16	32	32
Tilan koko peltoala, ha	28,95	28,95	57,90	57,90
Lannankäsittelymenetelmä	kuivalanta+ virtsanerotus	lietelanta	lietelanta	kuivikelanta
KUSTANNUSERÄ				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	7630	7630	15257	15257
b) Kalkki	4963	4963	9305	9305
c) Rehunsäilöntäaine ja -muovit	4006	4006	12163	12163
d) Rypsirouhe ja kiven. rehut	5652	5652	11304	11304
e) Kuiviketurve	0	0	0	2626
f) Muu kotieläinkustannus	14893	14893	25913	24618
g) Sähkö	11427	9165	17484	16610
ilmastuksen sähkönkulutus	0	1668	3096	0
h) Poltto- ja voiteluaine	1753	1512	2370	3132
i) Vuokratyökorvaukset	9740	9740	16863	16863
virtsan levitys	524	0	0	0
Yhteensä	60586	59227	113756	111878
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	111879	111879	111879	111879
- MYEL ja MATA	12008	12008	15713	15713
- palkkatyö	34387	24295	73816	91085
Yhteensä	158274	148182	201408	218677
3. Yleiskustannukset				
	12457	12017	18623	17963
4. Omaisuudesta aiheutuvat				
- rakennusomaisuuden poisto	24507	23877	36011	31650
- kone- ja kal.om. poisto	30863	32192	62248	61315
- salaojitusten poisto	4656	4656	9312	9312
- raken. korjaus ja kunnossapito	6127	5969	9003	7913
- koneiden "	10512	10887	20952	20799
- salaojitusten "	1397	1397	2794	2794
- maatilavakuutus	2036	2029	3417	3188
- korkovaatimus 6 %	70913	70792	131964	128563
Yhteensä	151011	151799	275700	265533
Tuotantokustannus yht.	382328	371225	609486	614050
Väh. poistoeläimet	16078	16078	32157	32158
Maidon tuotantokustannus, mk	366249	355147	577329	581893
Tuotettu maitomäärä, l	92800	92800	185601	185601
Maidon tuotanto-				
kustannus, p/l	394,7	382,7	311,1	313,5
suhdelukuna (1. tila=100)	100,0	97,0	78,8	79,4

valantaloiden rakentamiselle. Verrattuna syyslevitykseen peitetyn kompostin hävikit olivat myös pienet.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa on meneillään koe, jossa ensimmäistä kertaa Suomessa verrataan rinnakkain tavanomaisen ja luomuviljelyn vesistökuorimituksia. Toholammin huuhtoutumiskentillä mitataan eri viljelykiertojen ja lannan kompostointitapojen fosfori- ja typpihävikkejä (Hakkola 1997). Luonnonmukaisen viljelyn kriittisimpiä viljelykierron vaiheita huuhtoutumisen kannalta ovat nurmen kyntö, karjanlannan varastointi ja käyttö sekä kestorikkakasvien torjuntakeinona käytetty avokesannointi (Nykänen 1995).

Luomutiloilla, joissa on lietelantajärjestelmä, lannankäsittelyn ravinnehävikien torjuntakeinot ovat samat kuin tavanomaisillakin tiloilla. Oikealla ilmastusmenetelmän valinnalla voidaan ammoniumtyypen haihtumista vähentää. Lientesäiliön poistoilman ammoniakkaa saadaan talteen biosuodattimen avulla (esimerkiksi noin 50 cm:n turvekerros) (mm. Schepel 1994). Ilmastuksessa käytännön hankaluuksia voi aiheuttaa lientesäiliön jäätyminen. Tässä mielessä ilmastus myöhemmin keväällä tai kesällä ja lietteen levitys kasvustoon olisi järkevämpää. Toinen ilmastukseen liittyvä kysymys on ilmastetun lietteen typpihävikit levityksen jälkeen. Levitysvaiheen hävikkeihin on mahdollista vaikuttaa sekä levitysmenetelmillä että levitysajankohdalla.

Vähemmän mitattu ravinnehävikkien lähde ovat pihattojen jaloittelu- ja ruokinta-alueet sekä ulkona olevat jaloittelualueet. Usein jo rakennusratkaisuilla voidaan paljon vaikuttaa siihen, että pinta- ja pohjavesien pilaantumiselta vältytään. Haihtumishävikkejä voidaan estää poistamalla lanta riittävän lyhyin väliajoin oleskelualueilta ja levittämällä turvetta näille alueille estämään ammoniakin haihtumista.

Luomutuotannon ympäristötavoitteisiin kuuluu ravinnehävikkien vähentämistavoitteiden lisäksi myös tavoite vähentää uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä ja energiakulutusta sekä korvata niitä uusiutuvilla, paikallisilla tuotantopanoksilla (Luonnonmukaisen viljelyn liitto 1997a). Tästä näkökulmasta tulevat lannankäsittelyssä eteen mietittäväksi mm. onko turve uusiutuva luonnonvara sekä ilmastuksen sähköenergiakulutuskysymykset. Kompostoinnin välttämättömyys on viime aikoina herättänyt keskustelua, koska luomutiloilla lannan kompostointi vaaditaan tällä hetkellä EU-maista vain Suomessa.

3.1.3. Intensiivinen maidontuotantotila

Intensiivisellä kotieläintilalla keskitytään kotieläintalouteen. Maitotilalla tuotantorakennuksena on pihatto, jossa lypsy tapahtuu lypsyasemalla. Lannanpoistomenetelmänä on lietelantajärjestelmä. Lämpöeristyksen avulla estetään rakolattien jäätyminen ja varmistetaan lannanpoistojärjestelmän toimiminen myös pakkasella. Investointi- ja pääomakustannukset ovat em. tekijöistä johtuen korkeat.

Kasvintuotannon tavoitteena on korkealaatuisen karkearehun tuottaminen. Tuotanto halutaan järjestää hyvien viljelymenetelmien mukaisesti. Karkearehuruokinta tapahtuu niittoruokinnalla tai ympärivuotisella säilörehuruokinnalla, jolloin hyödynnetään tilan peltoala tehokkaasti. Kasvinviljelyyn etsitään mahdollisesti uusia ratkaisuja pellonvuokrauksesta, kasvinviljelyn teettämisestä urakoitsijalla ja tilojen välisestä yhteistyöstä. Lietelantaa on käytettävä kasvavien nurmien lannoitteena, osin niitä perustettaessa.

Intensiivisten tilojen erityiskysymyksiä:

- lannan prosessointi määrän vähentämiseksi ja varastoinnin helpottamiseksi
- lannan prosessointi levityksen helpottamiseksi
- lietelannan levitysajankohtien lisääminen
- nykyistä tehokkaammat yhteiskäyttöön ja urakointiin soveltuvat lannanlevitysmenetelmät
- suurten yksiköiden ongelmat

Pellon ja lannan käyttö

Intensiivistä maidontuotantoa tarkasteltiin 32, 64, 96 ja 128 lehmän tilakokoluokissa. Uudistuksen määrä oli 25 % lehmämäärästä. Tuotantorakennuksena oli lämmin pihatto, jossa lypsy tapahtui lypsyasemalla. Karkearehut jaettiin rehunjakovaunulla ja väkirehuruokinta järjestettiin väkirehufactomaatein. Lehmien ruokinta suunniteltiin siten, että laidunnusta ei käytetty vaan lehmät ruokittiin ympärivuotisesti säilörehulla. Tilalla rehuvilja ostettiin, jolloin peltoala oli pelkästään nurmella. Lehmien keskituotosta nostettiin nykyisen tuotannon tilamallin 7000 kilosta 8000 kiloon. Säilörehusadot myös paranivat 30 prosenttia nykyiseen tuotantoon verrattuna, (5460 ry/ha esikuivattuna säilörehuna). Näillä perusteilla nautayksikköä kohden tarvittavaksi rehualaksi tuli 0,64 hehtaaria (taulukko 23). Suuremmilla satotasoilla ja vastaavasti tarvittavalla pienemmällä peltoalalla ympäristötuen ehtojen eläintiheysraja A- ja B-alueilla olisi ylittynyt. Eläintiheydeksi tuli ympäristötuen ehdot täyttävä 1,48 eläinyksikköä/hehtaari.

Koska lehmiä ei laidunnettu, lantavarastot oli mitoitettava vähintään 12 kauden varastointiajalle. Lietelantamääränä käytettiin 24 m³ nautayksikköä kohden vuodessa ja pesuvesien määrä oli 140-200 m³. Lehmillä ja nuorkarjalla oli mahdollisuus olla ulkona pihaton yhteydessä olevissa jaloittelutarhassa, josta tulevat lanta- ja sadevedet oli myös kerättävä talteen.

Maatalouden ympäristötuen ohjeissa suositellaan antamaan nurmelle perustamisvaiheessa suuri osa nurmikierron aikana tarvittavasta fosforista varastolannoituksena, jolloin satovuosien fosforin käyttöä vastaavasti vähennetään ja fosforimäärä tasataan neljän vuoden jaksolla. Vuosittainen fosforilannoitus tulisi antaa kokonaan ensimmäisellä levityskerralla. Toiselle sadolle fosforia voidaan antaa ympäristötuen mukaan enintään 20 kiloa hehtaarille (MMM 1996c).

Taulukko 23. Pellon ja lietalannan käyttö intensiivisissä maitotilamalleissa.

	32	64	Lehmiä	
			96	128
Säilörehuala, ha	25,29	50,57	75,86	101,14
josta uudistettava vuosittain	8,43	16,86	25,29	33,71
Lietelantamäärä, m ³ /vuosi	1083	2046	3009	3972
Lietettä/hehtaari, m ³ /ha	43	40	40	39
Lietelannasta saatavat ravinnemäärät				
kg/ha/v				
typpi (liukoinen)	79	74	73	72
fosfori (75% kok.P:sta)	18	17	17	17
kalium	131	124	121	120

Intensiivisen maidontuotannon tilamalleissa lannoitusperusteena käytettiin ympäristötuen tarkennettuja lannoitustasoja (MMM 1996c). Lannoitusmäärinä säilörehun kolmelle sadolle käytettiin tyyppiä 250, fosforia 10 ja kaliumia 60 kiloa hehtaarille, jolloin lietalannasta saatavia ravinnemääriä tarvitsisi täydentää pelkästään ostotyypen osalta. Kun malleissa maan fosforitila oletettiin hyväksi (fosforiraja 10 kg P/ha), fosforia tuli hehtaaria kohden liikaa. Jos maan fosforitilanne oli tyydyttävä tai tätä heikompi, fosforia olisi tarvinnut lisää, kun lannoitustarve säilörehunurmella tyydyttävässä viljavuusluokassa on 20 kg P/ha. Perustasojen mukaan lannoitettaessa fosforiraja säilörehulle on 30 kiloa hehtaarille, mutta perustasojen mukaan lannoitettaessa myös tyyppiä määrää on vähennettävä.

Kaliummäärille ei ympäristötuen ehdoissa ole annettu lannoitusrajoja. Nurmien kaliumlannoitus määräytyy tällöin pellon viljavuusluokan mukaan. Jos viljavuusluokka on hyvä, kaliumtarve on 60 kiloa hehtaarille jaettuna kolmelle säilörehusadolle (Kemira 1996). Vastaavasti tyydyttävässä luokassa tarvittava kaliummäärä on 100 kiloa hehtaarille. Karjanlantaa käytettäessä kaliumia tulee usein tarvetta enemmän niin yksittäiselle lannoituskerralle kuin myös koko sato-kaudelle laskettuna.

Intensiivisissä tilamalleissa vuotuinen kaliummäärä saatiin yksistään jo karjanlannasta. Kaliummäärä tuli kahdella levityskerralla, levitettäessä lietalanta nurmen perustamisen yhteydessä sekä toiselle säilörehusadolle kasvustoon. Lannasta saatava kalium on käyttökelpoisuudeltaan väkilannoitekaliumin veroista (Kemppainen 1992). Jos tilamalleissa maan kaliumluokka oli hyvä, kaliumia tuli lietalannasta enemmän kuin säilörehusadoille oli tarve (60 kg K/ha/v). Kaliumluokan ollessa välttävä, kaliummäärä kokonaisuudessaan vastasi suunnitteen kolmelle säilörehusadolle levitettävää ohjemäärää (140 kg K/ha).

Jos nurmi ottaa maasta liikaa kaliumia, vaikuttaa se heikentävästi nurmen kivennäiskoostumukseen eläimen kannalta. Nurmirehun kaliumpitoisuuden on todettu nousevan kaliumlannoituksen lisääntyessä. Magnesium- ja kalsiumpitoisuudet vastaavasti alenevat (Koikkalainen ym. 1990). Nurmen suuri kaliumpitoisuus yhdessä suuren typpipitoisuuden ja pienen magnesiumpitoisuuden kanssa ovat suurin laidunhalvauksen syy (mm. Heikkilä 1997). Yksittäisen kivennäisaineen määrä ei siis ratkaise rehun soveltuvuutta ja sen käyttöä ruokinnassa, vaan kivennäisaineiden keskinäiset suhteet, joita voidaan arvioida esimerkiksi $K/(Mg+Ca)$ -suhteella (Ettala ja Kosila 1979). Myös eri säilörehujen välillä voi olla eroa. Tuoreesta säilörehusta poistuu jonkin verran puristenesteessä kaliumia, kun taas esikuivatusta ei.

Nurmen kaliumlannoituksessa on huomioitava, että kasveilla on taipumus ottaa kaliumia yli fysiologisen tarpeensa. Usein kasvin alkukehitysvaiheen riittävä kaliumin saanti on tärkeä lopulliseen satotulokseen vaikuttava tekijä. Kasvin kaliumpitoisuuteen vaikuttaa edelleen kasvin ikä. Iän myötä kasvin kaliumpitoisuus laskee, kun kasvi siirtää ravinteita juuristoon. Ensimmäisen vuoden koko sadon ja vanhempien nurmien kevtälannoituksessa tulisi kaliumlannoitusmääriin kiinnittää erityistä huomiota, koska yleensä tällöin kaliumpitoisuus pyrkii olemaan liian korkea (Koikkalainen ym. 1990). Kun nurmea on viljelty pitkään samassa paikassa tulisi kaliumlannoituksen olla runsaampi.

Hietamaalla typpimäärillä 280 ja saraturvemaalla 230 kg/ha, sopiva vuotuisen kaliummäärä oli kenttäkokeissa vuodessa noin 150 kg/ha kolmelle säilörehusadolle jaettuna helppoliukoista kaliumia käytettäessä (Koikkalainen ym. 1990). Pitkäaikaisessa nurmiviljelyssä maan kaliumtilaa ei kannattaisi em. kokeen mukaan pitää hyvässä viljavuusluokassa, vaan kaliumlannoitus tulisi suunnitella siten, että lannoituksessa korvataan sadon maasta ottama kalium. Nurmea perustettaessa tulisi myös huomioida, että maassa on tällöin yleensä vielä liukoista kaliumia.

Kaliumlannoitukseen vaikuttaa lisäksi myös maalaji. Savesta sisältävien maiden kaliumlannoitustarve on savimineraalien sisältämän kaliumin vuoksi pienempi kuin karkeilla kivennäismailla tai turvemailla. Vuorisen (1989) tutkimuksessa turvemaalla nurmi ei kasvanut lainkaan ilman kaliumia. Jo kolmantena koevuonna NP-lannoksen saaneen koeruudun sato oli mitätön. Kun kenttäkokeissa nurmea lannoitettiin jokaista niittokertaa kohden 120 kiloa tai 160 kiloa kaliumia hehtaarille, nousi rehun kaliumpitoisuus arveluttavan korkeaksi ja samalla kalsium- ja magnesiumpitoisuudet laskivat. Sadon määrän ja rehun kivennäispitoisuuden kannalta 80 kiloa hehtaarille kaliumia levityskertaa kohden oli kokeissa riittävä.

Lannankäsittelyn investoinnit ja työnkäyttö

Intensiivisen maitotilan lietelannankäsittelykalusto poikkesi hieman nykyisen tilamallin konevalinnoista. Levitystyön nopeuttamiseksi kuormausta tehtiin traktori-

käyttöisellä pumppusekoittimella eikä imupainevaunulla. Levitysvaunuksi käy tällöin tavallinen vaunu. Levitykseen varattiin 32 ja 64 lehmän tilalla 10 kuution levitysvaunut. Levitystyöhön oli käytettävissä 96 ja 128 lehmän tiloilla kaksi vaunua, 12 ja 15 kuution levitysvaunut. Levitysvaunujen kokoa ei voida loputtomiin suurentaa, joten suuremmilla tiloilla tarvittiin useampia levitysvaunuja, jotta levitystyöt voidaan tehdä ajallaan. Tästä syystä lannan nettoarvo ei paljoa eronnut pienempien ja suurimpien tilakokoluokkien välillä (taulukot 24 ja 25).

Intensiivisesti toimivilla tiloilla vuoden kiireisimmän työhuipun muodosti ensimmäinen säilörehunkorjuu. Säilörehukorjuun jälkeen levitettiin lietelantaa nurmisängelle. Osa lietelannasta levitettiin uutta nurmea perustettaessa.

Tilamallissa lietelanta sekoitettiin traktorikäyttöisellä pumppusekoittimella sekä kevät- että kesälevitystä varten. Sekoitusaikana käytettiin 32 ja 64 lehmän tilalla 2*150 minuuttia ja 96 ja 128 lehmän tilalla 2*180 minuuttia. Kuormaukseen traktorikäyttöisellä pumpulla on laskettu menevän 0,7 minuuttia lietekuutiota kohden (Peltonen ja Vanhala 1992). Kuljetukseen menevän ajan laskemisessa oletettiin, että pellot sijaitsevat talouskeskuksen välittömässä läheisyydessä. Lisäksi tilakoon kasvu huomioitiin kuljetusajassa. Levitystyön lähtökohtana käytettiin levitysvaunulla pintaan levityksen työnormia 0,6 min/lietekuutio. Kuormaukseen, kuljetukseen ja pellolle levitykseen tarvittiin 8 tuntisia työpäiviä 32 lehmän tilalla noin 4, jos levitystyöhön käytettiin yhtä levitysvaunua. Kun 128 lehmän tilalla oli mallissa käytettävissä 2 vaunua, levitystyö vei kahdelta työmieheltä työnormien mukaan laskettuna reilun viikon (taulukot 26 ja 27).

Tilamallien omaisuuseriä oli tilamalleissa mahdollista tarkastella nykyarvojen mukaan laskettuna (taulukko 28). Koneiden ja rakennusten nykyarvoina käytettiin

Taulukko 24. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat investointikustannukset intensiivisesti toimivissa maitotilamalleissa.

Lehmiä, kpl	32		64		96		128	
	Lietelantaa, m ³		Lietelantaa, m ³		Lietelantaa, m ³		Lietelantaa, m ³	
Investointi-	JHA	mk/m ³	JHA	mk/m ³	JHA	mk/m ³	JHA	mk/m ³
kohteet								
Jaloittelutarhan tiivispohjainen ala	10859		18717		26576		34435	
Jaloittelutarhan keräilykaivo	16503		29609		34914		40218	
Lietelantavarasto	116474		203147		289821		376494	
Ed. vesikate	28159		53198		78237		103276	
Tr. käyttöinen pumppusekoitin	13900		13900		13900		13900	
Levitysvaunu(t)	40400		40400		53000		53000	
					58000		58000	
Yhteensä	226295	209	358972	175	554448	184	679324	171

Taulukko 25. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat vuotuis-kustannukset varastointivaiheesta pellolle levitettyinä.

Lehmiä, kpl	32			64			96			128		
Lietelantaa, m ³	1100			2050			3000			4000		
Vuotuis- kustannukset	mk/ v	mk/ ny	mk/ m ³	mk/ v	mk/ ny	mk/ m ³	mk/ v	mk/ ny	mk/ m ³	mk/ v	mk/ ny	mk/ m ³
Jaloittelutarhan tiivis pohjainen alue	890	23	1	1535	20	1	2179	18	1	2824	18	1
Jal.tarhan keräily- kaivo 0,3 m ³ /m ²	1353	34	1	2428	31	1	2863	24	1	3298	21	1
Varastointi (sis. kate) (25 v)	11860	302	11	21020	267	10	30181	256	10	39341	250	10
Sekoituslaite (10v)	2252	57	2	2252	29	1	2252	19	1	2252	14	1
Levitysvaunu (12v)	5871	149	5	5871	75	3	11746	100	4	11715	75	3
Traktoriyö (55 mk/h)	1562	40	1	2925	37	1	4154	35	1	5563	35	1
Ihmistyö (40 mk/h)	1190	30	1	2359	30	1	3383	29	1	4591	29	1
Yhteensä	24979	636	23	38390	489	19	56759	481	19	69584	443	18
Lietelannan ravinnearvo	20419	520	19	38576	491	19	56733	481	19	74889	476	19
Lietelannan nettoarvo	-4560	-116	-4	185	2	0	-26	0	0	5305	34	1

puolta jälleenhankinta-arvoista. Maatalousmaan arvona malleissa oli 17 000 mk/ha. Lannankäsittelyn kustannuseriä määritettäessä pellon osuudella on yhä tärkeämpi merkitys, koska lannanlevitykseen tarvitaan tietty pinta-ala, jotta viljelykasvien lannoitustasot sekä myös A- ja B-tukialueilla ympäristötuen eläintiheys-ehto eivät ylitä. Peltoala muodostuu kustannustekijäksi silloin, kun peltoala on rajoittava tekijä.

Edellä läpikäydyillä lähtötiedoilla muodostui maidon tuotantokustannus intensiivisillä tiloilla taulukon 29 mukaiseksi.

Taulukko 26. Työnmenekki intensiivisissä maitotilamalleissa.

Lehmiä, kpl	32	64	96	128
Peltoa, ha	25	51	76	101
Ihmistyö tuntia/tila				
kotieläntyöt,	2725	4554	5954	7939
josta parsien puhdistus	260	484	704	937
kasvinviljelytyöt	279	542	818	1051
lannankäsittelytyöt	30	59	84	115
muut maatal.työt	480	506	759	674
johtotyöt	126	202	303	324
Työnmenekki yht. h/tila/v	3640	5862	7919	10102

Taulukko 27. Lannankäsittelytyöt intensiivisissä maitotilamalleissa.

Lehmiä, kpl	32	64	96	128
Lietelantaa m ³ /vuosi	1100	2050	3000	4000
Levitysvaunu , m ³	10	10	12+15	12+15
Ihmistyön osuus, tuntia/tila:				
Sekoituksen valvonta	1,3	1,3	1,5	1,5
Kuormaus	12,6	23,9	35,1	46,3
Kuljetus	5,0	13,2	17,7	26,9
Levitys (hajalev.)	10,8	20,5	30,1	39,7
Yhteensä ihmistyötä	29,7	58,8	84,4	114,5
Yhteensä traktorityöaikaa	28,4	53,2	75,5	101,1

Taulukko 28. Maatalousomaisuuden jakaantuminen nykyarvoittain (tmk).

Lehmiä, kpl	32	64	96	128	
Peltoa, ha	33	66	99	131	%
- rakennukset	559	1052	1534	2015	38
- kotieläimistö	114	228	342	457	9
- maatalousmaa	430	860	1290	1719	32
- salaojitukset	122	244	366	488	9
- varastot	20	40	61	82	2
- koneet ja kalusto	340	422	555	582	11
Nykyarvo, 1000 mk/tila	1585	2846	4148	5343	100

Eri lietelannan esikäsitteilymenetelmistä ja nurmikasvustoon levitysmenetelmistä

Lannankäsittelyn lähtökohtatilanteessa lietelanta perussekoitettiin ja levitettiin hajalevittäen. Tähän alkutilanteeseen verrattiin sitten eri kustannustekijöiden vaikutusta, kun lannankäsittelyyn tehtiin yksittäisiä muutoksia (taulukko 30).

Jos tila esimerkiksi siirtyi hajalevityksestä multaimen käyttöön, laskettiin multainlaitteen vuotuiset kustannusvaikutukset (korko-, poisto-, kunnossapito- ja vaakuutuskustannukset sekä vaikutukset yleiskustannuksien kautta) koko tilaa, maito-litraa ja säilörehuhehtaaria kohden.

Esimerkiksi multainlaite, jonka hinta oli 17 200 markkaa ja kestoikänä käytettiin 12 vuotta, aiheutui vuotuisenkustannuksia 32 lehmän tilalla 102 markkaa hehtaaria ja 2 markkaa lietekuutiota kohden (taulukko 30). Koska 96 ja 128 lehmän tilalla levitysvaunuja oli kaksi ja jos näihin molempiin hankittiin multainlaite, hehtaaria kohden laitekustannuksia tuli tiloilla 68 ja 51 markkaa ja lietekuutiolle 2 ja 1 markkaa. Kustannusvaikutuksiin lisättiin myös työnmenekin muutoksesta aiheutuva kustannus, jolloin lietekuutiota kohden tuli kustannuksia 3-2 markkaa. Vastaa-

Taulukko 29. Maidon tuotantokustannus intensiivisillä maitotiloilla.

MAITOTILAMALLIT				
Lehmiä, kpl	32	64	96	128
Tilan koko peltoala, ha	25	51	76	101
KUSTANNUSERÄ				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	5462	10923	16385	21846
b) Lannoitteet	16731	34316	51901	70523
c) Kalkki	4064	8127	12191	17338
d) Rehunsäilöntäaine ja -muovit	11212	22425	33637	44849
e) Ostorehut: tiivisteet + kivennäisaineet	29210	58421	87632	116843
rehuvilja	78212	156422	234634	312844
f) Muu kotieläinkustannus	26789	50899	72331	91083
g) Sähkö	7635	14507	20615	25960
h) Poltto- ja voiteluaine	2268	4745	8084	10459
Yhteensä	181583	360786	537410	711746
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	111879	111879	111879	111879
- MYEL ja MATA	10794	14950	16401	16878
- palkkatyö	56536	204305	341048	486271
Yhteensä	179209	331134	469328	615028
3. Yleiskustannukset				
	20537	35097	50608	65269
4. Omaisuudesta aiheutuvat				
- rakennusomaisuuden poisto	44735	84167	122681	161194
- kone- ja kalusto-om. poisto	59823	74055	98876	103140
- salaojitusten poisto	4067	8133	12200	16266
- raken. korjaus ja kunnossapito	11184	21042	30670	40299
- koneiden “	20397	25346	33315	34899
- salaojitusten “	1220	2440	3660	4880
- maatilavakuutus	3825	6355	9040	11300
- korkovaatimus 6 %	95101	170810	248876	320591
Yhteensä	240351	392348	559317	692568
Tuotantokustannus yht.	621680	1119365	1616662	2084611
Väh. poistoelementit	36276	72553	108829	145105
Maidon tuotantokustannus, mk	585404	1046813	1507833	1939506
Tuotettu maitomäärä, l	235684	471367	707051	942735
Maidon tuotanto- kustannus, p/l	248,4	222,1	213,3	205,7
suhdelukuna (32 lehmää=100)	100,0	89,4	85,9	82,8

Taulukko 30. Eri kustannuserien vaikutus maidon tuotantokustannukseen (mk/tila, p/maitolitra ja mk/säilörehuhehtaari).

	Lehmiä 32			Lehmiä 64			Lehmiä 96			Lehmiä 128		
Maidon tuotanto-												
kustannus mk/tila/v	585404			1046813			1507833			1939506		
p/maitolitra	248,4			222,1			213,3			205,7		
Säilörehuala	25,3			50,6			75,9			101,1		
Lietelantamäärä, m ³ /v	1100			2050			3000			4000		
Muutos tuotanto-	mk/	p/	mk/	mk/	p/	mk/	mk/	p/	mk/	mk/	p/	mk/
kustannukseen, jos hankitaan:	tila/v	litra	ha	tila/v	litra	ha	tila/v	litra	ha	tila/v	litra	ha
8 vant. multainlaite,												
17 200 mk, kestoikä 12 v	2580	1,09	102	2576	0,55	51	2576	0,36	34	2576	0,27	25
+ työnmenekki												
0,5->1,52 min/m ³	1276	0,55	50	2400	0,51	48	3615	0,52	48	4772	0,51	48
yhteensä	3856	1,64	152	4999	1,06	99	6191	0,88	82	7348	0,78	73
2 kpl 8-vant. multainta							5152 0,73 68			5152 0,55 51		
+ työnmenekki							3615 0,51 48			4772 0,50 47		
yhteensä							8767 1,24 116			9924 1,05 98		
10-vant. multainlaite,												
25 900 mk, kestoikä 12 v	3885	1,65	154	3879	0,82	77	3879	0,55	51	3879	0,41	38
+ työnmenekki	1276	0,54	50	2423	0,52	48	3615	0,51	48	4772	0,51	48
yhteensä	5161	2,19	204	6302	1,34	125	7494	1,06	99	8651	0,92	86
2 kpl 10-vant. multainta							7758 1,10 102			7758 0,82 77		
+ työnmenekki							3615 0,51 48			4772 0,51 47		
yhteensä							11373 1,61 150			12530 1,33 124		
12 m.letkulevityslaitteisto												
44 000 mk, kestoikä 12 v	6601	2,80	261	6590	1,40	130	6590	0,93	87	6590	0,70	65
2 kpl ed. letkulevitintä							13179 1,86 174			13179 1,40 130		
Ilmastuslaitteet,	1 kpl			1 kpl			2 kpl			2 kpl		
26 200 mk, max 1000 m ³ ,												
kestoikä 10 v	4385	1,86	173	4377	0,93	87	8755	1,24	115	8755	0,93	87
+ ilmastuksen sähkön												
kulutus (10 kWh/m ³)	4489	1,91	178	8464	1,79	167	12447	1,76	165	16431	1,74	162
ed. yhteensä	8874	3,77	351	12841	2,72	254	21202	3,00	280	25186	2,67	249
+ typen hävikit - 10%	870	0,36	34	1635	0,35	32	2406	0,34	31	3213	0,34	32
ed. yhteensä	9744	4,13	385	14476	3,07	286	23608	3,34	311	28399	3,01	281
Separointilaitte 65 600 mk,												
teho 1-2 m ³ /tunti,												
kestoikä 12 v	9841	4,18	389	9825	2,08	194	9825	1,39	130	9825	1,04	97
- lietelantalan tilavuus-												
tarve pienenee - 15 %	-1585	-0,68	-62	-2991	-0,63	-59	-4398	-0,62	-58	5806	-0,61	-57
ed. yhteensä	8256	3,50	327	6834	1,45	135	5427	0,77	72	4019	0,43	40
+ yleisperävaunu												
kiinteälle lannalle												
34 700 mk, kestoikä 12v	7245	3,08	286	7675	1,63	152	8135	1,15	107	8580	0,91	85
ed. yhteensä	15501	6,58	613	14509	3,08	287	13562	1,92	179	12599	1,34	125
+ kuivalantavarasto												
kiinteälle lannalle												
+ kuivalantalan kate	4645	1,97	184	7045	1,49	139	9451	1,33	124	11859	1,25	117
ed. yhteensä	3872	1,64	153	7305	1,55	145	10743	1,52	142	14180	1,51	140
	24018	10,19	950	28859	6,12	571	33756	4,77	445	38638	4,10	382

vasti 32 lehmän tilalla vuotuiskestävyyksiä tuli hankittaessa 10 vanteinen, kalliimpi 25 900 markan hintainen sijoituslaitte 3,50 markkaa ja 12 metrinen letkulevityspuomistosta 6 markkaa lietekuutiota kohden.

Ilmastuksen kustannuksia tarkasteltiin laitekustannuksen osalta sekä ottamalla huomioon sähkönkulutus käyttökustannuksina ja mahdollinen lietelannan typpihävikki. Ilmastuksen kustannuksia arvioitaessa kahdelle pienimmälle tilalle käytettiin yhtä tuhannen kuution ilmastukseen maksimissaan sopivaa ilmastinlaitteistoa ja suuremmille tilalle kahta laitteistoa. Laitteiston vuotuiskestävyys 10 vuoden käyttöajalle laskettuna muodostui hehtaaria kohden 87-173 markkaan, kun ilmastinlaitteiston hankintahintana käytettiin 26 200 markkaa. Kuitenkin laitekustannusta suuremmaksi vuotuiskestävyyseräksi muodostui sähkönkulutuksesta aiheutuva käyttökustannus käytettäessä sähkönkulutuksena 10 kWh lietekuutiota kohden. Jos kustannuksiin lisättiin vielä lannan liukoisen tyypin mahdollinen noin 10 % hävikki (1,84—>1,66 kg N_{liuk}/m³) korvattuna ostolannoitetypellä, kustannuksia tuli 281-385 mk/ha. Lehmää kohden laskettuna kustannukset olivat 222-305 markkaa ja nautayksikköä kohden 181-248 markkaa. Lietekuutiota kohden laskettuna kustannuksia yhteensä muodostui 7-9 markkaa. Se on siten kustannus mm. haitallisten mikrobien vähenemisestä, hajuhaittojen pienentämisestä, rikkakasvien siementen hävittämisestä, lietteen muuttumisesta juoksevamman ja tavallaan satovakuutena hygieniasta ja hyvälaatuisesta rehusta.

Keskikokoisissa ja suurissa karjoissa tulevaisuuden ilmastusratkaisu voi olla jatkuva ilmastus, jossa navetassa syntyvä liete ilmastetaan korkeassa lämpötilassa pienessä erillisessä ilmastuskaivossa ja sen jälkeen vasta siirretään varsinaiseen varastosäiliöön. Tällä tavalla olisi mahdollista saavuttaa erittäin tehokas ilmastus, jonka ansiosta lietteen hygienia saadaan hyväksi (Leinonen ja Heinonen-Tanski 1996).

Separoinnissa lietelannan neste- ja kiinteäosa erotetaan toisistaan. Separointilaitteiden hinnat vaihtelevat tehon mukaan. Tilamallissa käytettiin teholtaan 1-2 naudan lietelantakuutiota tunnissa käsittelevän laitteen hintaa 65 600 markkaa. 8-10 kuutiota tunnissa käsittelevä laite olisi maksanut noin 115 000 markkaa, 8-40 m³/t -tehoisena 148 000 markkaa ja yli 40 m³/t -tehoisena noin 164 000 markkaa. Esimerkkilaskelmassa lietelannan varastointitarpeen väheneminen (noin 15 %) pienensi hieman separoinnista aiheutuvia vuotuiskestävyyksiä, mutta mahdollisen kiinteän lannan varastotilasta ja levitykseen tarvittavasta yleisperävaunusta aiheutuvat kustannukset on myös otettava huomioon. Lietekuutiota kohden kustannuksia muodostui kaikkina 10-22 markkaa.

Ammoniakin haihtumisen vähentämisestä aiheutuvat kustannukset lietelannan sijoituslevityksessä

Ravinnehävikkien vähentämisestä aiheutuvia kustannuksia oli tilamallien avulla mahdollista laskea vertaamalla tilamallien hehtaariohtaisia kustannuksia karjanlan-

tatutkimusohjelman nurmikenttäkokeiden eri lietelannan levitysmenetelmien ammoniakkin haihtumistuloksiin (Mattila 1997b). Seuraavassa on tarkasteltu tuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksen Jokioisten kenttäkokeista kasvukausilta 1995 ja 1996 sekä Ruukista kesiltä 1996 ja 1997. Ammoniakkimittauksia tehtiin viidestä eri koekäsittelystä levitettäessä lietettä kasvavaan nurmeen: käsittelemätön lietelanta hajalevittäen, letkulevitettynä ja sijoittaen sekä ilmastettu lietelanta ja separoidun lietelannan nesteosa hajalevittäen.

Jokioisten kesän 1995 koekenttä oli 1. vuoden säilörehunurmi. Kasvilajina oli nurminatavaltainen nurmiheinäseos ja maalajina runsasmultainen hiuesavi. Lietelantaa levitettiin koeruuduille ensimmäisen säilörehukorjuun jälkeen (Elonen ja Tanni 1996).

Laskettaessa ammoniakkin haihtumisen vähentämisestä aiheutuvia kustannuksia verrattiin sijoituslevityksen ja hajalevityksen kustannuseroja sekä ammoniakkin haihtumistuloksia toisiinsa. Sijoituslevityksessä ei kenttäkokeissa haihtunut ammoniakkia havaittavia määriä. Multaimesta aiheutuvat vuotuiset kustannukset laskettiin tilamalleissa peltohehtaaria kohden (taulukko 30). Kun näihin kustannustietoihin yhdistettiin kenttäkokeiden hajalevityksen ammoniakkin haihtuneet typpimäärät hehtaaria kohden, oli mahdollista arvioida multainlaitteella talteen saadun typpikilon kustannuksia. Jokioisten kesän 1995 kenttäkoetulosten perusteella ammoniakkin haihtumisen vähentämiskustannus vaihteli multainlaittekustannuksen osalta 1-4 markkaa ja lisääntynyt työnmenekki huomioiden 3-5 markkaa typpikiloa kohden (taulukko 31 ja 32).

Kesällä 1996 sijoituslaitteena käytettiin edellisesästä Vakolassa edelleen kehitettyä ja valmistettua laitetta, jolla voitiin sijoittaa 30 cm:n vannasvälillä. Laitteen työleveys oli 3 metriä. Sijoitussyvyyksinä oli vertailtavana 8 ja 6 cm. Letkulevityksessä lietelanta levitettiin letkuista maan pintaan juovina 30 cm välein. Jokioisissa levityspäivän mittauksen jälkeen tuli runsas sade, joka ilmeisesti vaikutti toisen päivän vähäisiin ammoniakkihaihtumistuloksiin (taulukko 33).

Taulukko 31. Ammoniakkimittaukset levitettäessä lietelantaa kasvavaan nurmeen Jokioisissa 1995. Mittausaika oli 3 vuorokautta.

Koekäsittely	Lietelannassa levitetty liukoinen typpi kg/ha	Ammoniakkina haihtunut typpi	
		Yhteensä kg/ha	% lannan liukoisesta typestä
Tuore lietelanta, hajalevitys	87	40	46
Tuore lietelanta, letkulevitys	87	38	43
Tuore lietelanta, sijoitus	82	0	0
Ilmastettu lietelanta, hajalevitys	107	68	63
Separoitu lietelanta, hajalevitys	89	46	52

Lähde: Mattila 1997b

Taulukko 32. Käsittlemättömän lietelannan ammoniakkin haihtumisen vähentämiskustannukset multainlaitetta käyttäen (mk/ N kg) verrattuna hajalevitykseen Jokioisten kenttäkoesän 1995 tuloksia käytettäessä.

Maidon tuotanto-	Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96		Lehmiä 128	
kustannus mk/tila/v	585404		1046813		1507833		1939506	
p/maitolitra	248,4		222,1		213,3		205,7	
Säilörehuala	25,3		50,6		75,9		101,1	
Lietelantamäärä, m ³ /v	1100		2050		3000		4000	
Muutos tuotanto-	mk/	mk/N kg	mk/	mk/N kg	mk/	mk/N kg	mk/	mk/N kg
kustannukseen, jos	ha		ha		ha		ha	
hankitaan:								
8 vant. multainlaite,	1 kpl		1 kpl		2 kpl		2 kpl	
17 200 mk, kestoikä 12 v	102	2,6	51	1,3	68	1,7	51	1,3
+ työnmenekki								
0,5->1,52 min/m ³	152	3,8	99	2,5	116	2,9	98	2,5
10-vant. multainlaite,	1 kpl		1 kpl		2 kpl		2 kpl	
25 900 mk, kestoikä 12 v	154	3,8	77	1,9	102	2,6	77	1,9
+ työnmenekin lisäys	204	5,1	125	3,1	150	3,7	124	3,1

Jokioisten kesän 1996 ammoniakkin haihtumistulosten perusteella saatiin maksimi- arvot typen haihtumisen vähentämiskustannuksille: laitekustannukset olivat 3-10 markkaa, ja työkustannus mukaan lukien tuli 6-13 markkaa (taulukko 34).

Ruukissa koekenttänä oli turvemaalla timoteivaltainen nurmi, joka lannoitettiin vastaavilla lietelantakoejäsenillä kuin Jokioisissakin ensimmäisen säilörehukorjuun jälkeen (taulukko 35).

Ruukin kenttäkokeiden kesältä 1996 mitattujen ammoniakkihaittumistulosten perusteella typen haihtumisen vähentämisen kustannukset vaihtelivat eri tilakokoluokissa multainlaitteen osalta 1-4 markkaa ja työkustannuksella täydennettynä 3-5 markkaa (taulukko 36).

Ammoniakkin haihtuminen on ollut Ruukissa runsaampaa kuin Jokioisissa. Tähän voi olla syynä sekä lannan levitysmäärä että lannassa koeruudulle tulleen liukoisen typen suurempi määrä. Myös Ruukissa satoi jonkin verran mittauksen aikana ja mittausten välillä, mikä on voinut vähentää ammoniakkin haihtumista.

Ammoniakkin haihtumisen vähentämisen minimikustannukset tuli Ruukin kesän 1997 tulosten perusteella, multainlaittekustannus vaihteli tilakokoluokittain 1-3 ja työnmenekin lisäys mukana 2-4 markkaa (taulukko 38). Vuonna 1997 tippikilo maksoi väkilannoitteissa noin 4 markkaa.

Kenttäkokeissa merkittävä osa lannan ammoniumtypestä saattoi pintalevityksen jälkeen haihtua ammoniakkin ilmaan. Ilmastus lisäsi ammoniakkin haihtumista, johon voi olla syynä lannan pH:n nousu ilmastuksen aikana. Letkulevityksessä ammoniakkin haihtumisnopeus oli heti levityksen jälkeen pienempi kuin hajalevitetystä lannasta, mutta letkulevityksessä haihtuminen väheni hitaammin. Letku-

Taulukko 33. Ammoniakkimittaustulokset levitettäessä lietelantaa kasvavaan nurmeen Jokioisissa 1996. Mittausaika oli 2 vuorokautta.

Koekäsittely	Lietelannassa	Ammoniakkina haihtunut typpi	
	levitetty liukoinen typpi kg/ha	Yhteensä kg/ha	% lannan liukoisesta tpestä
Tuore lietelanta, hajalevitys	78	16	21
Tuore lietelanta, letkulevitys	78	10	13
Tuore lietelanta, sijoituslevitys	85	0	0
Ilmastettu lietelanta, hajalevitys	77	16	21
Separoitu lietelanta, hajalevitys	76	17	22

Lähde: Mattila 1997b

Taulukko 34. Käsittlemättömän lietelannan ammoniakkin haihtumisen vähentämiskustannukset multainlaitetta käyttäen (mk/N kg) verrattuna hajalevitykseen Jokioisten kenttäkokesän 1996 tuloksia käytettäessä.

	Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96		Lehmiä 128	
Säilörehuala	25,3		50,6		75,9		101,1	
Lietelantamäärä, m ³ /v	1100		2050		3000		4000	
Muutos tuotanto- kustannukseen, jos hankitaan:	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg
8 vant. multainlaite,	1 kpl		1 kpl		2 kpl		2 kpl	
17 200 mk, kestoikä 12 v	102	6,4	51	3,2	68	4,2	51	3,2
+ työnmenekin lisäys								
0,5->1,52 min/m ³	152	9,5	99	6,2	116	7,2	98	6,1
10-vant. multainlaite,	1 kpl		1 kpl		2 kpl		2 kpl	
25 900 mk, kestoikä 12 v	154	9,6	77	4,8	102	6,4	77	4,8
+ työnmenekin lisäys	204	12,8	125	7,8	150	9,4	124	7,7

Taulukko 35. Ammoniakkimittaustulokset levitettäessä lietelantaa kasvavaan nurmeen Ruukissa 1996. Mittausaika oli 1,5 vuorokautta.

Koekäsittely	Lietelannassa	Ammoniakkina haihtunut typpi	
	levitetty liukoinen typpi kg/ha	Yhteensä kg/ha	%lannan liukoisesta tpestä
Tuore lietelanta, hajalevitys	103	40	39
Tuore lietelanta, letkulevitys	97	24	25
Tuore lietelanta, sijoituslevitys	97	1	1
Ilmastettu lietelanta, hajalevitys	95	59	62
Separoitu lietelanta, hajalevitys	103	30	29

Lähde: Mattila 1997b

Taulukko 36. Käsittelemättömän lietalannan ammoniakkin haihtumisen vähentämiskustannukset multainlaitetta käyttäen (mk/Nkg) verrattuna hajalevitykseen Ruukissa kenttäkokeksen 1996 tuloksia käytettäessä.

	Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96		Lehmiä 128	
Säilörehuala	25,3		50,6		75,9		101,1	
Lietelantamäärä, m ³ /v	1100		2050		3000		4000	
Muutos tuotanto-kustannukseen, jos hankitaan:	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg
8 vant. multainlaite, 17 200 mk, kestoikä 12 v + työnmenekki 0,5->1,52 min/m ³	1 kpl 102	2,6	1 kpl 51	1,3	2 kpl 68	1,7	2 kpl 51	1,3
10-vant. multainlaite, 25 900 mk, kestoikä 12 v + työnmenekin lisäys	1 kpl 154	3,9	1 kpl 77	2,0	2 kpl 102	2,6	2 kpl 77	2,0
	204	5,2	125	3,2	150	3,8	124	3,2

Taulukko 37. Ammoniakkimittaustulokset levitettäessä lietalantaa kasvavaan nurmeen Ruukissa 1997. Mittausaika oli 2 vuorokautta.

Koekäsittely	Lietelannassa levitetty liukoinen typpi		Ammoniakkina haihtunut typpi	
	kg/ha	Yhteensä kg/ha	% lannan liukoisesta tuestä	
Tuore lietalanta, hajalevitys	112	56	50	
Tuore lietalanta, letkulevitys	102	34	33	
Tuore lietalanta, sijoituslevitys	106	0	0	
Ilmastettu lietalanta, hajalevitys	97	51	53	
Separoitu lietalanta, hajalevitys	106	40	38	

Lähde: Mattila 1997b

levityksen haihtumista vähentäisi merkittävästi sade heti levityksen jälkeen tai seuraavana päivänä, jolloin ravinteet imeytyisivät maahan ja eivätkä ehtisi haihtua. Lannan sijoittaminen maahan esti ammoniakkin haihtumisen lähes kokonaan. Paras tulos sijoituslevityksessä saatiin, kun lantaa ei jäänyt sijoitusuran reunoille ja sijoitusura sulkeutui mahdollisimman tiiviisti (Mattila 1997a).

Maalajilla ja kesän sääoloilla on vaikutusta sijoituksen käytännön onnistumiseen. Savimaan sijoittaminen kesällä voi olla teknisesti hankalaa vetovastuksen kasvaessa. Ruukissa sijoitettaessa turvemaalle perustettuun ensimmäisen vuoden nurmeen sijoitusvantaat nostivat levityksen aikana ajoittain runsaasti multaa nurmen pinnalle.

Taulukko 38. Käsittelemättömän lietalannan ammoniakkin haihtumisen vähentämiskustannukset multainlaitetta käyttäen (mk/Nkg) verrattuna hajalevitykseen Ruukissa kenttäkoekesän 1997 tuloksia käytettäessä.

	Lehmiä 32		Lehmiä 64		Lehmiä 96		Lehmiä 128	
Säilörehuala	25,3		50,6		75,9		101,1	
Lietelantamäärä, m ³ /v	1100		2050		3000		4000	
Muutos tuotanto- kustannukseen, jos hankitaan:	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg	mk/ ha	mk/N kg
8-vant. multainlaite, 17 200 mk, kestoikä 12 v + työnmenekin lisäys 0,5->1,52 min/m ³	1 kpl 102	1,8	1 kpl 51	0,9	2 kpl 68	1,2	2 kpl 51	0,9
	152	2,7	99	1,8	116	2,1	98	1,8
10-vant. multainlaite, 25 900 mk, kestoikä 12 v + työnmenekin lisäys	1 kpl 154	2,7	1 kpl 77	1,4	2 kpl 102	1,8	2 kpl 77	1,4
	204	3,6	125	2,2	150	2,7	124	2,2

3.2. Naudanlihantuotantotilat

Naudanlihantuotantoa vuonna 1996 päätuotantosuuntanaan harjoitti noin 7550 tilaa (Maatilarekisteri 1996). Etelä-Suomen ja Sisä-Suomen alueilla oli kummassakin koko maan nautakarjatiloiista noin kolmannes, Pohjanmaalla noin neljännes ja Pohjois-Suomessa noin 10 %. Naudanlihantuotantoa harjoitetaan suurimmaksi osaksi lypsykarjatalouden ohessa ja tuotanto on siten hyvin riippuvainen maidontuotannon kannattavuudesta ja sitä ohjaavista järjestelmistä. Taloudellisesti parhaimmat mahdollisuudet Niemen ym. (1995) mukaan naudanlihan tuotannolla on edelleen maidontuotannon yhteydessä. Erikoistuneen naudanlihan tuotannon kannattavuusoptimi em. tutkijoiden mukaan edellyttäisi 120-130 lihanaudan karjakkoa, jolloin tilalta myytäisiin 90 eläintä vuodessa.

3.2.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna

Nykyistä naudanlihantuotantoa tarkasteltiin eri kokoisilla naudanlihantuotantoon erikoistuneilla tiloilla. Tiloilla oli lietalantamenetelmä. Nykynautakarjatiloiilla oli samoja karjanlantakysymyksiä kuin vastaavan skenaarion maitotiloilla.

Pellon käyttö ja lantamäärät

Nykynaudanlihantuotantotilamalleissa oli mukana 60, 120, 180 ja 240 eläinpaikan tilakokoluokat. Sonnivasikat tulivat tilalle 50 kilon painoisina ja elopaino teurastettaessa oli noin 480 kiloa. Kasvatusaika oli keskimäärin 430 vuorokautta.

Sonnien ruokintaan käytettiin kotoisia rehuja: säilörehua, ohraa, olkea ja heinää (taulukko 39). Rehuntarve laskettiin 1000 g/päivä kasvunopeuden mukaan. Sato-
tasot olivat samat kuin nykyskenaarion maidontuotantotilamalleissa.

Lietelantavaraston tilavuustarpeena käytettiin keskimäärin 9,4 m³ lietettä/sonni/vuosi. Kun vuoden aikana syntyvä lietelantamäärä jaettiin vuosittaisella ohra-alalla ja uudistettavalla nurmialalla tuli hehtaaria kohden lietelantaa levitettäväksi 25 kuutiota. Ravinteita tuli lannasta tällöin mullosalan hehtaarille liukoisena tyypenä 46 kiloa, kasveille käyttökelpoisena (75 %) fosforina 10 kiloa ja kaliumia 76 kiloa. Tarvittavat lisäravinteet täydennettiin ostolannoitteilla.

Lietteen käsittelykalusto oli vastaavanlainen kuin maitotiloilla. Liette sekoitettiin traktorikäyttöisellä potkurisekoittimella ja kuormattiin ja levitettiin imupainevaunulla (taulukot 40 ja 41). Koska nautakasvattamojen lietelanta on kuiva-ainepitoisempaa, lietteen sekoittaminen vaatii käytännössä suuremman tehon lypsykarjatiloihin verrattuna (Kapuinen ja Karhunen 1990).

Lietelannan ravinnepitoisuuden laskemisessa käytettiin nautatilojen keskimääräisiä analyysituloksia (Viljavuuspalvelu 1996). Koska lihakarjakasvattamojen liete on lypsykarjatiloihin verrattuna kuiva-ainepitoisempaa, niin on se samalla myös ravinnepitoisempaa. Tähän vaikuttaa osaltaan pesuvesien huomattavasti pienempi määrä lypsykarjatiloihin verrattuna. Jos lietelannan nettoarvon laskemisessa käytettiin pelkästään lihakarjatiloilta otettujen lanta-analyysien tuloksia (N_{liuk} 3,5, P 1,4 ja K 4,0 g/kg tuoretta lantaa) (Kapuinen ja Karhunen 1990) ja siitä vain korkeampi N-pitoisuus, oli lannan ravinnearvo lietekuutiota kohden keskimäärin 27 markkaa.

Tiloilla oletettiin olevan käytettävissä vain yksi lietteen levitysvaunu. 240 sonni-
paikan tilalla lietteen levitykseen meni tilamallissa 8 tuntiseksi työpäiviksi laskettuna noin 8 työpäivää (taulukot 42 ja 43).

Taulukko 39. Pellon käyttö ja karjanlantamäärät naudanlihatuotantotilamalleissa.

	Lihanautoja, kpl			
	60	120	180	240
Pellon käyttö				
- ohra	17,75	35,50	53,25	71,00
- säilörehu	14,22	28,44	42,66	56,88
- heinä	0,57	1,14	1,71	2,29
- kesanto	0	3,43	5,14	6,85
Yhteensä, ha	32,54	68,51	102,76	137,02
Mullosala, jolle voidaan levittää				
lantaa keväällä, ha	22,68	45,36	68,04	90,72
Lietelantaa, m ³ /vuosi, josta	560	1130	1690	2260
- liukoista tyypeä, kg/tila/v	1038	2076	3113	4151
- fosfori (75 %)	237	474	711	948
- kaliumia	1726	3452	5178	6903

Taulukko 40. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat investointikustannukset naudanlihan tuotantotilamalleissa.

Eläimiä, kpl	60		120		180		240	
Lietelantaa, m ³ /v	560		1130		1690		2260	
Investointi-kohteet	JHA	mk/m ³	JHA	mk/m ³	JHA	mk/m ³	JHA	mk/m ³
Lietelantavarasto	69760		120520		171280		222040	
Lantalan vesikate	14664		29328		43992		58656	
Sekoituslaitteet	4300		4300		5600		5600	
Imupainevaunu	33100		33100		43300		43300	
7 m ³ / 10 m ³								
Yhteensä	121824	216	187248	166	264172	156	329596	146

Taulukko 41. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat vuotuiset kustannukset varastointivaiheesta pellolle levitetynä naudanlihan tuotantotilamalleissa.

Eläimiä, kpl	60		120		180		240					
Lietelantaa, m ³ /v	560		1130		1690		2260					
Vuotuiset kustannukset	mk/v	mk/ eläin	mk/ liete -m ³	mk/v	mk/ eläin	mk/ liete -m ³	mk/v	mk/ eläin	mk/ liete -m ³			
Varastointi (25 v)	6923	115	12	12288	102	11	17652	98	10	23017	96	10
Sekoituslaitteet (10 v)	697	12	1	697	6	1	907	5	1	907	4	0
Levitysvaunu (12 v)	4811	80	9	4811	40	4	6293	35	4	6293	26	3
Traktorityö (55 mk/h)	833	14	1	1567	13	1	2219	12	1	2964	12	1
Ihmistyö (40 mk/h)	609	10	1	1253	10	1	1813	10	1	2467	10	1
Yhteensä	13872	231	25	20615	172	18	28884	160	17	35648	149	16
Lietelannan ravinnearvo	10633	177	19	21267	177	19	31900	177	19	42534	177	19
Lietelannan nettoarvo	-3238	-54	-6	652	5	1	3016	17	2	6886	29	3

Taulukko 42. Työnmenekki naudanlihan tuotantomalleissa.

Eläimiä, kpl	60		120		180		240		
Peltoa, ha	32,54		68,51		102,76		137,02		
Ihmistyö tuntia/tila/v									
kotieläintyöt,			1365		1889		2140		2728
josta puhtaapanityöt			110		219		329		438
kasvinviljelytyöt			218		395		609		925
lannankäsittelytyöt			15		31		45		62
muut maatal.työt			488		685		685		913
johtotyöt			163		274		329		438
Työnmenekki yht. h/vuosi			2249		3274		3808		5066

Taulukko 43. Lannankäsittelytyöt (tuntia/tila/vuosi) varastointivaiheesta pellolle levitettyinä naudanlihantuotantomalleissa.

Eläimiä, kpl	60	120	180	240
Peltoa, ha	32,54	68,51	102,76	137,02
Lietelantaa, m ³ /v	560	1130	1690	2256
Levitysvaunu, m ³	7	7	10	10
Sekoituksen valvonta	0,9	0,8	0,8	0,6
Kuormaus	7,5	15,0	22,6	30,1
Kuljetus	2,1	6,1	7,8	12,0
Levitys	4,7	9,4	14,1	18,8
Yhteensä ihmistyötä, h/v	15,2	31,3	45,2	61,5
Yhteensä traktorityöaikaa	15,1	28,5	40,3	53,9

Edellä mainituilla lähtötiedoilla naudanlihan tuotantokustannukset muodostuivat nykyskenaarion naudanlihantuotantotilamalleissa taulukon 44 mukaiseksi.

Naudanlihantuotantotilamalleissa verrattiin myös maidontuotantotilamallien tapaan eri tekijöiden vaikutusta tuotantokustannukseen, kun lähtökohtatilanteena oli tuoreen lietelannan hajalevitys. Nykyskenaarion tilamalleissa vuotuinen lietemäärä mahtui uudistettavalle nurmialalle ja vilja-alalle, joten esimerkiksi kasvustoon levittämistarvetta ei varsinaisesti ollut. Taulukossa 45 on kuitenkin tarkasteltu tilannetta, jossa lietelanta ilmastetaan (9 mk/lietekuutio) ja hajalevityksestä siirrytään käyttämään multainlaitetta (2-5 mk/m³) tai letkulevitintä (3-12 mk/m³). Taulukossa on myös arvioitu ajallisuuskustannuksen ja maan tiivistymisen merkittävyyttä. Nämä kustannuserät on laskettu ohrahehtaaria kohden.

Viljelijän on mahdollista hakea sonnien ja härkien pidosta palkkiota (MMM 1997c). Sonnipalkkion saantiin vaikuttaa mm. eläintiheys. Eläintiheys ilmaistaan kotieläinyksikköinä (ky) suhteessa tilalla pidettävien eläinten ruokintaan käytettävään rehualaan. Eläintiheysrajoitus sonnipalkkiolle vuonna 1997 oli 2,0 ky/ha. Jos tilan eläintiheys tästä ylittyy, maksetaan sonnipalkkiota vain enimmäistiheyden ylärajaan saakka. Jos eläintiheys on alle 1,4 ky/ha, maksetaan tuottajalle sonneista lisäpalkkiona laajaperäisyyslisää. Vuonna 1997 laajaperäisyyslisä oli noin 217 markkaa eläintä kohden, jos eläintiheys oli alle 1,4 ey/ha, mutta vähintään 1 ey/ha. Jos eläintiheys oli alle 1 ey/ha, korotettu laajaperäisyyslisä oli eläintä kohden noin 313 markkaa. Kun tilamalleissa peltoala määräytyi kotoisen säilörehu-vilja-ruokinnan perusteella, eläintiheydeksi muodostui 1,24 ky/ha. Ympäristötuen eläintiheyden mukaan laskettuna eläinyksikkömääräksi tuli hehtaaria kohden 0,51 ja kesannoivilla tiloilla 0,49.

Taulukko 44. Naudanlihan tuotantokustannus nykystrategian tilamalleilla.

NAUDANLIHANTUOTANTOMALLIT				
Eläimiä, kpl	60	120	180	240
Tilan koko peltoala, ha	32,54	68,51	102,76	137,02
KUSTANNUKSET				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	7937	15873	23810	31748
b) Lannoitteet	20348	39210	58815	78420
c) Kalkki	5578	11744	17616	23488
d) Kasvinsuojeluaineet	218	436	655	873
e) Rehunsäilöntäaineet ja muovi	7558	15114	34416	45888
e) Ostorehut	11658	23316	34974	46632
f) Eläinostot	52142	104285	156427	208570
g) Muu kotieläinkustannus	15673	31534	44936	56761
h) Sähkö	12845	19767	28840	36531
i) Poltto- ja voiteluaine	3331	5549	7095	13462
j) Vuokratyökorvaukset	22918	37195	21311	0
Yhteensä	160205	303974	428894	542371
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	90202	111879	111879	111879
- MYEL ja MATA	13075	16262	16908	17554
- palkkatyö	0	32204	67695	151376
Yhteensä	103277	160345	196482	280809
3. Yleiskustannukset				
	15901	26090	35767	46505
4. Omaisuudesta aiheutuvat				
- rakennusomaisuuden poisto	32885	57350	59432	83369
- kone- ja kalusto-om. poisto	29762	53055	98412	113894
- salaojitusten poisto	5233	11018	16527	22035
- raken. korjaus ja kunnossapito	8221	14337	14858	20842
- koneiden "	10085	17973	32672	38123
- salaojitusten "	1570	3305	4958	6611
- maatilavakuutus	2656	4744	6168	8036
- korkovaatimus 6 %	89576	174804	247256	326613
Yhteensä	179990	336586	480283	619554
Naudanlihan tuotantokustannus				
yhteensä, mk	459372	827046	1141425	1489240
Tuotettu lihamäärä, kg	13824	27648	41472	55296
Tuotantokustannus, mk/lihakilo	33,23	29,91	27,52	26,93
suhdelukuna (60 eläintä=100)	100,0	90,0	82,8	81,0

Taulukko 45. Eri kustannuserien vaikutus naudanlihan tuotantokustannukseen (mk/tila, mk/lihakilo).

Naudanlihan tuotanto-	Eläimiä 60			Eläimiä 120			Eläimiä 180			Eläimiä 240		
kustannus mk/tila/v	459372			819561			1139083			1486898		
mk/lihakilo	33,23			29,64			27,47			26,89		
Koko peltoala, ha	32,54			68,51			102,76			137,02		
Lietelantaa, m ³	560			1130			1690			2256		
Lisäys tuotanto-	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/
kustannukseen	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha
Hankitaan multainlaite,												
17 200 mk, 12 v	2589	0,19	80	2582	0,09	38	2582	0,06	25	2582	0,05	19
+ työnmenekin lisäys												
sij.muokattuun maahan												
0,5->1,37 min/m ³	412	0,03	12	1258	0,05	18	1901	0,05	19	2535	0,04	18
ed. yhteensä	3001	0,22	92	3840	0,14	56	4483	0,11	44	5117	0,09	37
Hankitaan 12 m.												
letkulevityspuomisto												
44 000 mk, 12 v	6623	0,48	204	6606	0,24	96	6606	0,16	64	6606	0,12	48
Hankitaan ilmastuslaitteet												2 kpl
-60 sonnia: 12 900 mk	2166	0,16	67									
120 sonnia -: 26 200 mk				4389	0,16	64	4388	0,11	43	8777	0,16	64
+ilmastuksen sähkön-												
kulutus 10 kWh/m ³	2348	0,17	72	4680	0,17	68	7022	0,17	68	9361	0,17	68
ed. yhteensä	4514	0,33	139	9069	0,33	132	11410	0,28	111	18138	0,33	132
+ liukoisen typen												
hävikit - 10 %	449	0,03	14	873	0,03	13	1307	0,03	13	1744	0,03	13
ed. yhteensä	4963	0,36	153	9942	0,36	145	12717	0,31	124	19882	0,36	145
Ajallisuuskustannus,	mk/			mk/			mk/			mk/		
jos ajallisuusvaikutus	ohra			ohra			ohra			ohra		
	-ha			-ha			-ha			-ha		
42 kg/ha/pv	325	0,02	18	1222	0,04	34	2596	0,06	49	4623	0,08	65
60 kg/ha/pv	464	0,03	26	1746	0,06	49	3709	0,09	70	6605	0,12	93
120 kg/ha/pv	928	0,07	52	3491	0,13	98	7418	0,18	139	13210	0,24	186
Maan tiivistymisen												
vaikutus, ohrasato												
3600 kg/ha - 5 %	2396	0,17	135	4793	0,17	135	7189	0,17	135	9585	0,17	135

3.2.2. Low cost -skenaarion tarkastelu emolehmätilamalleilla

Low cost -naudanlihantuotantomallissa pyritään tuotannon kannattavuuteen halvoilla, eristämättömillä tuotantorakennuksilla. Low cost -vaihtoehtoa tarkasteltiin 20, 30, 40 ja 60 emolehmän tilamalleilla. Emolehmätuotanto eli naudanlihan itseuudistuva tuotanto perustuu liharotuihin. Emolehmien tehtävänä on tuottaa lihaeläimiksi kasvatettavia vasikoita ja hoitaa vasikat vieroitukseen asti. Poikimiset ajoitetaan yleensä maaliskuulle, jolloin vasikat kasvavat kesän emojen maidolla ja laidunruuholla. Vasikat vieroitetaan emoistaan syksyllä sisäruokintaan

siirryttäessä. Keväällä syntyneet sonnivasikat ovat vuoden päästä seuraavan kesän sisällä ja viedään teuraaksi syksyllä ennen laiduntavien eläinten sisäänottoa. Hiehoista osa käytetään uudistukseen ja osa kasvatetaan lihahiehoiksi. Lihanaudat teurastetaan 12-18 kuukauden iässä. Ns. yhdistelmätilalla lihantuotanto perustuisi sekä emolehmien ja niiden vasikoiden että lisäksi välitysvasikoiden kasvatukseen.

Lannankäsittelyn investoinnit ja työnkäyttö

Low cost -mallissa kustannuksia pyritään alentamaan kylmäkasvatusta käyttämällä. Kylmäkasvatuksessa tuotantorakennukset ovat eristämättömiä rakennuksia. Lämpötila on rakennuksissa hieman ulkolämpötilaa korkeampi, ja kylmillä ilmoilla lämpötilaero on suurimmillaan noin 10 °C (Kapuinen 1996a). Sonniin kylmäkasvatus tilamalleissa toteutettiin osakuivikepohjaratkaisulla. Osakuivikepohja tarkoittaa kuivitusjärjestelmää, jossa vain makuualueena toimiva osa karsinasta kuivutetaan. Kuivikepohja tyhjennetään 1-2 kertaa vuodessa ja se voi sisäruokintakauden päätyttyä olla noin metrin paksuinen. Jäljelle jäävä osa karsinaa toimii lantakäytävänä, josta lanta poistetaan kerran pari viikossa esimerkiksi traktorin etukuormaimella. Täyskuivikepohjaratkaisussa koko karsina olisi kuivutettu. Tällöin kuivikkeen kulutus on noin kaksinkertainen osakuivikepohjaan verrattuna, koska kaikki lanta käsitellään kuivikepohjassa (Kapuinen 1996a).

Emolehmämalleissa sonnit olivat osakuivikepohjalla vieroituksesta teurastukseen eli noin vuoden. Emolehmille ja hiehoille voidaan talvikaudella osakuivikepohjan sijasta käyttää makuuparsia, koska virtsa ei lehmillä ja hiehoilla joudu makuualueelle ja täten kuivikemääriä voidaan vähentää. Kuivitetuissa makuuparsissa vanha kuivike harjataan lantakäytävälle, josta se poistetaan käytävien puhdistuksen yhteydessä lantalaan. Uusi kuivikeseos lisätään puhdistettuun parteen. Rakennuskustannuksiltaan tätä yleensä betonipohjaista makuupartta halvempi ratkaisu on hiekkapohjainen makuuparsi, jossa hiekan lisäksi ei käytetä muuta kuiviketta. Parren pohjahiekkaa ei tarvitse yleensä vaihtaa, vaan silloin tällöin haravoidaan roskat pois ja lisätään hiekkaa (Kapuinen 1996a). Emolehmämallissa lehmille ja hiehoille valittiin työ- ja kuivikemenekkilaskelmiin hiekkapohjaiset makuuparret.

Tilamallien osakuivikepohjaa koskevat lähtötiedot koottiin pääosin Kapuisen (1996a) 'Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot' -liseniaattitutkimuksesta. Tutkimuksen mukaan turpeen osuus tulisi olla suuri, mutta korkeintaan 60 paino-% kuivikeseoksessa. Yksinään turve ei käy kuivikepohjan kuivikkeeksi, koska tällöin kuivikepohjaan ei tule tarpeeksi kantavuutta. Toimivaksi kuivikeseokseksi osoittautui tutkimuksessa kuivikeseos, jossa oli 40 paino-% olkea ja 60 paino-% turvetta. Oljen kosteuspitoisuus sai olla korkeintaan 30 % ja turpeen 45 %. Emolehmä vasikoineen vaatii kuivikeseosta käytettäväksi 9 kiloa päivässä, jos myös emolehmät ovat sisäruokintakauden osakuivikepohjalla. Lihasonneille tarvittava kuivikemäärä voidaan laskea siten, että kuivikkeiden mää-

rän tulee olla noin 75 % kuivikepohjalle tulevan lannan painosta. Jos lihasonnien lantamäärä on keskimäärin 21 kg/päivä ja kuivikepohjalle lannasta tulee noin 60 %, niin kuivikemääränä malleissa käytettiin 3,8 kiloa olkea ja 5,7 kiloa turvetta sonnia kohden päivässä.

Täysikasvuista lihasonnia kohden osakuivikepohja-alaa tarvitaan 3,5 m² ja noin 200 kiloista vasikkaa kohden 1,7 m². Kuivikepohjan paksuus kerran vuodessa tyhjennettäessä voidaan laskea siten, että ensin on 10-20 cm:n paksuinen peruskuivikepohjakerros, johon vuorokaudessa tulee lisää paksuutta em. kuivike-seosta käytettäessä 0,41 cm. Vuodessa kuivikepohjan paksuudeksi tulisi täten noin 165 cm. Tähän sisältyy jo kuivikepohjan kompostoitumisen aikana tapahtuva 30 % massahäviö. Vuoden aikana näillä lähtötiedoilla kompostipohjaa sonnia kohden laskettuna tulee pelloille levitettäväksi noin 5,8 m³.

Jotta osakuivikepohjat eivät sortuisi lantakäytävälle, ne tulee sijoittaa 0,6-0,8 metrin syvennykseen. Tällöin myös selvittää sisäruokintakauden yli ilman välityhjennyksiä. Kompostoituvia kompostipohjia käytettäessä eläinten vaatimukset täyttyvät, jos kompostoitumisen vaatimukset toteutuvat ja kuivikepohja kantaa eläimet. Kuivikepohjalle ei tarvita enää erillistä lantala, vaan kompostipohja voidaan levittää suoraan pellolle tai antaa tarvittaessa kompostoitua loppuun pellolla aumassa.

Kiinteäpohjaiselle ruokinta- ja jaloittelualueelle tulee lannasta noin 40 %. Tämä lanta poistetaan noin kerran viikossa ja sille tarvitaan asianmukainen lantavarasto kasvattamon läheisyyteen. Lanta ei ole palanutta ja sen seassa on jonkin verran rehua ja kuivikkeita. Kosteuden haihtuminen kuivattaa lantaa. Kun tässä lannassa ravinteet ovat heikosti sitoutuneina, ravinnehävikkejä syntyy helposti haihtumisen ja huuhtoutumisen kautta. Tämä lanta tarvitsee varastoksi vesitiiviin laatan, josta valumat ympäristöön on estetty riittävän korkein reuna-aidoin ja jonka kattaminen on suositeltavaa. Emolehmä vasikoineen tarvitsee 3,7-5,0 m³ tätä varastotilaa/vuosi (Kapuinen 1992). Emolehmämalleissa ruokinta- ja jaloittelualueen lannalle varattiin 5 m³ katettua kuivalantalatilaa (taulukko 46).

Alakomi (1997) on selvittänyt kylmien navetoiden lannapoistomenetelmiä. Ennen tutkimusta oletettiin, että tiloilla käytettäisiin lantakäytävillä hyvin vähän kuivikkeita ja lantalaan tuleva lanta olisi puolikiinteää lantaa eli löysää ja huonosti kasassa pysyvää. Navettatilikäyntien perusteella tiloilla käytettiin kuitenkin runsaasti kuivikkeita eläintilojen kuivittamiseen, jolloin lanta oli kuivaa ja pysyi lantalassa hyvin kasassa.

Emojen ruokinta perustuu sisäruokintakaudella lähes pelkästään oljen ja heinän käyttöön. Väkirehua annetaan emoille poikimiskaudella. Kasvaville lihanaudoille annetaan säilörehua ja väkirehua. Malleissa ruokinta perustui kotoisiin rehuihin. Vilja-alalta saatava olki, jonka satotasona käytettiin 3600 kg/ha, ei kuitenkaan riittänyt täysin emolehmien ruokintaan eikä olkea jäänyt siten lainkaan kuivitukseen vaan lisäolkea ostettiin.

Taulukko 46. Kuivikepohjan ja kiinteäpohjaisen alueen lannankäsittelystä aiheutuvat investointikustannukset emolehmätilamalleissa.

Emolehmiä, kpl	20	30	40	60				
Kompostipohjaa,	55	82	110	165				
Muuta lantaa m ³ /v	100	150	200	300				
Investointi-kohteet	JHA	mk/ emo- lehmä	JHA	mk/ emo- lehmä	JHA	mk/ emo- lehmä	JHA	mk/ emo- lehmä
Kuivalantala (12 kk)	30000		33500		37000		44000	
Ed. vesikate	10000		15000		20000		30000	
Yleisperävaunu								
lantavarustein	34700		34700		34700		55400	
Etukuormaimen								
lantatalikko	3100		3100		3100		3100	
Yhteensä	77800	3890	86300	2880	94800	2370	132500	2200

Rehunjenjaon, kuivituksen ja lannankäsittelyn työketjuissa pyrittiin käyttämään mahdollisuuksien mukaan tilalla olevaa peruskalustoa eli traktoria ja kuormainta. Pyöröpaalattu säilörehu, heinä ja olki syötettiin ruokintahäkeistä. Myös turpeen ja pyöröpaalattun kuivikeoljen levittämiseen käytettiin traktoria. Lanta poistettiin ruokinta- ja jaloittelualueelta samoin traktorilla suoraan lantalaan. Kuivikepohjan tyhjennys tehtiin myös kuormaimella ja lanta siirretään perävaunulla pellolle.

Rakennukset vaikuttavat merkittävästi työmenekkeihin. Hoitotöihin sisältyy paljon rehujen, kuivikkeiden ja lannan siirtelyä. Varastojen tulisi sijaita lähellä kasvattamaa, ettei esimerkiksi kuivikkeita tarvitse liikutella pitkiä matkoja. Myös luukut seinissä nopeuttavat töitä. Käytävien olisi oltava niin leveitä, että lannanpoisto kiinteältä lattialta ja kuivikepohjan tyhjennys onnistuu traktorilla. Vanhoissa tiloissa mataluus ja kantavat väliseinät hankaloittavat traktorin käyttöä rehun jaossa ja lannanpoistossa. Pyrittäessä tuottamaan halvoissa ja usein vanhoissa tuotantorakennuksissa on rakennuskustannuksissa saatu säästöjä. Käyttökustannukset voivat sitä vastoin nousta merkittävästi, jos esimerkiksi konetyön käyttö estyy ja työnmenekit näin kasvavat. Samoin ostokuivikkeista aiheutuu lisäkustannuksia.

Kesällä laiduntavien eläinten hoitotyöt ovat emolehmätilalla hyvin vähäisiä. Tarvittaessa loppukesällä laitumelle viedään lisärehua. Kesällä kotieläintöitä aiheutuu sisäruokinnalla olevista edellisen vuoden sonnivasikoista. Korsiruokinnan pyöröpaalaus ja etenkin pyöröpaalien häkkiruokinta vähentävät työnmenekkiä. Säilörehun, heinän ja oljen pyöröpaalaus teetettiin tiloilla urakoitsijalla. Samoin viljan korjuu ja kuivaus ostettiin vuokratyönä. Taulukon 47 lannankäsittelytyöt sisältävät lannan kuormauksen, kuljetuksen ja levityksen.

Taulukko 47. Työnmenekit emolehmätilamalleissa.

Emolehmiä, kpl	20	30	40	60
Peltoa, ha	26,45	39,68	52,90	79,35
Ihmistyö tuntia/vuosi				
kotieläintyöt, josta	570	718	939	1236
lann.poisto ja kuivit.	51	61	71	92
kasvinviljelytyöt	151	227	280	408
lannankäsittelytyöt	18	27	36	51
muut maatal.työt	503	595	529	794
johtotyöt	132	198	212	317
Työnmenekki h/vuosi	1374	1765	1996	2806

Emolehmätilan ruokintaan ja lannankäsittelyyn liittyvien töiden työnmenekkeinä käytettiin Työteho-seurassa laskettuja lihanautojen hoidon työmenetelmiä ja -menekkejä (Klemola 1992 ja Alakruuvi 1996). Työnmenekit oli laskettu emolehmää ja vasikkaa kohti. Taulukossa 48 lannankäsittelyn työnmenekit on laskettu kasvattamosta pellolle levitykseen asti olettaen, että sonnikasvattamo kuivitettiin 2 kertaa viikossa ja käytävät kolattiin traktorilla kerran viikossa. Kuivikepohja poistettiin ja levitettiin pelloille kerran vuodessa. Emolehmien ja hiehojen makuuparret puhdistettiin ja lantakäytävä kolattiin sisäruokintakaudella kerran viikossa. Lantakäytävien kolauksesta voi aiheutua merkittävästi työtä, kun eläimet joudutaan telkeämään kuivikepohjille tai makuuparsialueelle käytävien puhdistuksen ajaksi. Kuivikepohjien tasaisen toimivuuden sekä myös eläinten puhtaana pysymisen kannalta kuivikeseosta pitäisi jakaa mieluummin päivittäin kuin kerran viikossa. Jos olkkuivikkeita annetaan suuria määriä ilman samanaikaista turvelisäystä, eläimet syövät osan kuivikeoljista.

Taulukko 48. Emolehmätilamalleissa kuivituksen, lannanpoiston ja pellolle levityksen työnmenekit (tuntia/vuosi).

Emolehmiä, kpl	20	30	40	60
Kuivikepohjaa, m ³ /v	55	82	110	165
Kiinteän lattian lantaa, m ³ /v	100	150	200	300
Työnmenekki tuntia/vuosi, jos kuivituskertoja 2/viikko ja kuivikepohjan tyhjennys 1 kerta/vuosi				
	ihmis- työtä t/v	tr- työtä t/v	ihmis- työtä t/v	tr- työtä t/v
- kuivitus	37	29	47	37
- kiinteän lattian kolaus	14	11	14	11
- kuivikepohjan irroitus	2	1	2	1
- lannan kuorma- kuljetus ja levitys	18	15	27	23
			ihmis- työtä t/v	tr- työtä t/v
			57	46
			14	11
			2	1
			36	31
			78	62
			14	11
			2	1
			51	43

Kuivikepohjan tyhjentämiseen menee käytännössä vähiten aikaa silloin, kun rakennus on tyhjä ja eläinten siirtelyyn ei mene aikaa. Täysin tyhjä rakennus on syksyllä, kun sonnit on viety teurastamolle ja laiduntavia eläimiä ei ole otettu vielä kasvattamoon.

Tiloilla oletettiin olevan kuivalannan levitykseen yksi yleisperävaunu. Kuiviketurpeen hintana laskelmissa käytettiin 35 mk/m³ (200 kg/kuutio) ja pyöröpaalutulle osto-oljelle 20 penniä/kilo. Olkea tarvitaan emolehmitiloilla sekä ruokintaan että kuivikkeeksi. Oljen ruokinnallista arvoa kuivikekäyttöön verrattuna voidaan vielä parantaa suurempia olkimääriä käytettäessä ammoniakki- tai lipeöntikäsittelyllä.

Taulukossa 49 on tarkasteltu sekä investoinneista että käytöstä aiheutuvia vuotuiskestannuksia, jotka aiheutuivat osakuivikepohjan ja jaloittelu- ja ruokinta-alueen lannan käsittelystä (taulukot 46 ja 48). Vuotuiset työkestannukset eivät paljoa eronneet eri tilakokoluokkien välillä, koska työnmenekkilaskelmassa töiden aloittelu- ja lopetteluajan osuus oli suuri.

Taulukko 49. Emolehmitilamallien kuivituksesta, lannanpoistosta, varastoinnista ja pellolle levityksestä aiheutuvat vuotuiskestannukset (mk/tila ja mk/emolehmiä).

Emolehmiä, kpl	20		30		40		60	
Kuivikepohjaa, m ³ /v	55		82		110		165	
Kiinteän lattian lantaa, m ³ /v	100		150		200		300	
Vuotuiskestannukset	mk/ vuosi	mk/ emo	mk/ vuosi	mk/ emo	mk/ vuosi	mk/ emo	mk/ vuosi	mk/ emo
Kuivalantavarasto vesi- kattaineen (kestoikä 25 v)	3280	164	3977	133	4674	117	6068	101
Yleisperävaunu+lanta- taliikko etukuormaimeen	5494	275	5494	183	5494	137	8502	142
Kuiviketurve (35 mk/m ³)	3441	172	5161	172	6881	172	10322	172
Osto-olki (20 p/kg)	2621	131	3932	131	5243	131	7864	131
Ihmistyö 40,10 mk/tunti:								
- kuivitus	1467	73	1877	63	2288	57	3109	52
- kiinteän lattian kolaus	542	27	542	18	542	14	542	9
- kuivikepohjan irroitus	69	3	69	2	69	2	69	1
- lannan kuormaus, kuljetus ja levitys	712	36	1079	36	1451	36	2036	34
Traktorityö 55 mk/tunti								
- kuivitus	1609	80	2060	69	2510	63	3411	57
- kiinteän lattian kolaus	594	30	594	20	594	15	594	10
- kuivikepohjan irroitus	76	4	76	3	76	2	76	1
- lannan kuormaus, kuljetus ja levitys	830	42	1258	42	1692	42	2373	40
Yhteensä	20735	1037	26119	871	31514	788	44966	749
Kustannukset yhteensä mk/lantakuutiot (yht.)		134		113		102		97

Kuivikepohja on varsin kallis lannan varastointimuoto. Käyttökustannuksia muodostui tilamalleissa työkustannuksia enemmän ostokuivikkeista, jossa turpeen osuus oli olkikustannukseen verrattuna lähes kaksinkertainen. Olkikuivikkeeseen saata- vuudessa voi tulla ongelmia. Jos sonnipaikkaa kohden levitetään 3,8 kiloa päivässä, tarvitaan tilamallissa emolehmäpaikkaa kohden laskettuna kuivikeolkea vuodessa 655 kiloa (noin 3 olkipyöröpaalia) eli 0,18 hehtaarin vilja-alan oljet, jos olkisatoa saadaan 3600 kg/ha. Malleissa rehuviljan tarpeen mukaan laskettuna vilja-alaa oli varattu 0,2 hehtaaria emolehmää kohden.

Pellon käyttö ja lantamäärät

Emolehmätiloilla tulee kahdenlaista lantaa, kuivikepohjan lantaa sekä jaloittelu- ja ruokinta-alueen lantaa. Kuivikepohjan ravinnepitoisuuksina käytettiin Kapuisen (1996a) tutkimuksen tuloksia. Lantakäytävien lannan pitoisuuksia ei ole varsinaisesti selvitetty, joten malleissa käytettiin nautojen kuivalannan pitoisuuksia. Fosforia ei emolehmätilamalleissa tullut peltoalaa kohden liikaa (taulukko 50). Tilamalleissa ympäristön kannalta ongelmakohtana oli siten enemmänkin kasvattamossa ja lantalan yhteydessä tapahtuvat hävikit.

Kuivikepohjan tyypestä osa häviää kompostoitumisen aikana. Ammoniakin sitomiseksi turpeen osuus pitäisi kuivikeseoksessa olla mahdollisimman suuri. Turpeen osuus ei voi kuitenkaan olla yli 60 paino-%. Kuivikepohjien kokonaistypen tappiot olivat kompostoitumisen aikana Kapuisen (1996a) kokeissa keskimäärin 12 %. Liukoisen typen määrä väheni keskimäärin 63 %. Se pidättyi orgaaniseen muotoon. Kuivikeseoksessa 40 paino-% olkea ja 60 paino-% turvetta liukoisen typen

Taulukko 50. Pellon ja lannan käyttö emolehmätilamalleissa.

	Emolehmiä, kpl			
	20	30	40	60
Pellon käyttö				
- laidun	11,14	16,71	22,28	33,41
- kuivaheinä	9,24	13,86	18,49	27,73
- ohra	4,11	6,17	8,22	12,33
- säilörehu	1,96	2,94	3,92	5,88
Yhteensä, ha	26,45	39,68	52,90	79,35
Mullosala, jolle voidaan levittää lantaa, ha	10,63	15,94	21,26	31,89
Eläintiheys ey/ha	1,2	1,2	1,2	1,2
Lantaa, m ³ /vuosi	155	232	310	465
Arvioidut ravinnemäärät, yht. kg/tila				
- liukoista typpeä	174	261	348	522
- fosforia (75 %)	139	209	278	417
- kaliumia	533	799	1066	1599

osuus lähes puolittui. Palaneessa kuivikepohjassa ravinteet ovat sitoutuneet lujemmin verrattuna jaloittelu- ja ruokinta-alueelta kerättävään lantaan. Kuivikepohja oli kuitenkin ravinteiden suhteen laihempaa kuin kuivalanta yleisesti. Valitulla kuivikeseoksella kompostoituneessa kuivikepohjassa oli liukoista typpeä $0,84 \text{ kg/m}^3$, fosforia $0,81 \text{ kg/m}^3$ ja kaliumia $3,7 \text{ kg/m}^3$, kun Viljavuuspalvelun vuoden 1995 taulukoissa naudan kuivikelannassa keskimäärin liukoista typpeä oli 1,28, fosforia 1,41 ja kaliumia $3,3 \text{ kg/m}^3$.

Koska kuivikepohjaa ei voida levittää nurmille kasvustoon, on se sovitettava nurmen perustamisalalle ja vilja-alalle kevät- tai syyskynnöksen alle. Jos kuivikepohja tyhjenetään syyskesällä ja levitetään samantien pelloille, olisi se suositeltavaa levittää kasville, joka tarvitsee ravinteita kasvuun vielä syksyllä esimerkiksi syysviljalle tai nurmen perustamiseen, jolloin ravinteet eivät olisi niin alttiina huuhtoutumiselle. Vaihtoehtona on säilyttää lanta talven yli peitetyissä aumoissa ja levittää lanta vasta keväällä.

Jos emolehmätiloilla ei tarvittaisi olkea, vilja olisi mahdollista korjata myös kokoviljasäilörehuksi. Kokoviljasäilörehukorjuussa viljakasvusto korjataan jyvineen, lehtineen ja korsineen viljan tähkälle tulon jälkeen. Kokoviljasäilörehu lisää lannanlevitysalaa nurmen tuotannossa. Varsinkin, jos tilalla on kuivalantajärjestelmä ja lantaa ei voida käyttää nurmen vuotuislannoitukseen, kokoviljasäilörehu suojakasvina ja välikasvina helpottaa lannan käyttöä. Rehuarvoltaan ja säilöntäriskiltään kokoviljasäilörehu on kuitenkin nurmisäilörehua heikompi. Ruokinnassa kokoviljasäilörehu soveltuu täten parhaiten nuorkarjalle ja vähän lypsäville lehmille (Helander 1996).

Edellä mainituilla lähtötiedoilla naudanlihantuotantokustannukset muodostuivat emolehmätiloilla taulukon 51 mukaiseksi. Emolehmää kohden laskettiin tulevan vuodessa myyntiin 0,475 lihasonnia (teuraspaino 330 kg), 0,25 lihahiehoa (260 kg) ja 0,20 emolehmää (290 kg). Malleissa emolehämäärä pysyi vuosittain siis samana. Low cost -lähtökohdista huolimatta naudanlihantuotantokustannus oli tilamallilaskelmissa suurempi kuin perinteisellä välitysvasikkatuotantoon perustavassa tuotannossa (taulukko 44). Emolehmätilalla saataisiin myytäviä lihakiloja lisää muuttamalla tuotantoa yhdistelmätuotannoksi, jolloin emolehmän vasikoiden ohella kasvatettaisiin myös välitysvasikoita. Maaseutukeskusten Liiton (1994) naudanlihantuotannon edistämiprojektissa tutkimusaineistossa oli 22 emolehmätilaa. Vuonna 1992 näillä tiloilla oli keskimäärin 22 emoa, eläimiä yhteensä 55 kappaletta ja peltoa käytettävissä 42 hehtaaria.

Taulukko 51. Naudanlihan tuotantokustannus emolehmätilamalleissa.

NAUDANLIHAN TUOTANTOMALLIT				
Emolehmiä, kpl	20	30	40	60
Tilan koko peltoala, ha	26,45	39,68	52,90	79,35
KUSTANNUSERÄ				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	5093	7640	10187	15280
b) Lannoitteet	23224	33527	44702	67053
c) Kalkki	4534	6802	9069	13603
d) Kasvinsuojeluaineet	51	76	101	152
e) Rehunsäilöntäaineet	1759	2638	3517	5276
f) Ostorehut	5534	8301	11068	16602
g) Eläinostot	3500	5250	7000	10500
h) Muu kotieläinkustannus	4055	5877	7883	10643
i) Kuiviketture	3441	5161	6881	10322
j) Osto-olki	2621	3932	5243	7864
k) Sähkö	11328	15661	15265	21157
l) Poltto- ja voiteluaine	1196	1805	2037	3074
m) Vuokratyökorvaukset	15611	23415	31223	46833
Yhteensä	81948	120086	154175	228359
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	55080	70807	80015	111879
- MYEL ja MATA	11180	13817	15193	16467
- palkkatyö	0	0	0	1094
Yhteensä	66260	84624	95208	129439
3. Yleiskustannukset				
	10140	12946	15259	21279
4. Omaisuudesta aiheutuvat				
- rakennusomaisuuden poisto	18307	24743	31182	43881
- kone- ja kalusto-om. poisto	31103	31103	47448	57228
- salaojitusten poisto	4254	6381	8508	12762
- raken. korjaus ja kunnossapito	4577	6186	7796	10970
- koneiden "	10602	10602	16011	19652
- salaojitusten "	1276	1914	2552	3829
- maatilavakuutus	1982	2484	3346	4584
- korkovaatimus 6 %	71313	99592	133297	193413
Yhteensä	143414	183004	250141	346318
Naudanlihan tuotantokustannus				
yhteensä, mk	301762	400660	514783	725396
Tuotettu lihamäärä, kg	5843	8764	11685	17528
Tuotantokustannus, mk/lihakilo	51,65	45,72	44,06	41,39
subdelukuna (20 emolehmää=100)	100,0	88,5	85,3	80,1

3.3. Sianlihan tuotantotilat

Maatiloja, joilla oli sikoja, oli vuonna 1995 yhteensä 7360. Näiden tilojen osuus kaikista aktiiviviloista oli noin 7 %. Lihaskojen kasvatus oli kesällä 1996 päätuotantosuuntana noin 1968 tilalla ja lihasikoja (yli 50 kg) oli noin 444 700. Vuonna 1995 sikalakokoluokassa 100-199 eläintä oli 22 %, 200-399 kokoluokassa 33 % ja 500-999 sikapaikan tilalla 11 % lihasioista. Lihantuotanto on keskittynyt Turun (24 %), Etelä-Pohjanmaan (17 %) ja Satakunnan (13 %) maaseutuelinkeinopiirien alueille. Tuotanto on pääasiassa sijoittunut rannikolle lähelle rehutehtaita. Päätoimisten sikataloutta harjoittavien tilojen keskipeltoala vuonna 1996 oli 33,85 hehtaaria (Maatilarikisteri 1996 ja Maatilatilastollinen vuosikirja 1997).

Rakennushankkeille saatava investointituki (MMM 1997a), jossa enimmäistukitaso on 50 % hyväksytyistä investointikustannuksista, on selvästi lisännyt sikalainvestointeja ja tulee lisäämään suurempien sikaloiden määrää em. vuoden 1995 tilanteesta. Tukea saavilta lihasikatilojen uudisrakentamishankkeilta edellytetään vähintään 400, mutta enintään 3000 lihasikapaikkaa. Jos kyse on laajentamisesta tai peruskorjauksesta, edellytetään tuettavalta hankkeelta vähintään 300 ja enintään 3000 lihasikapaikkaa. Myönnettäessä investointitukea edellytetään, että tiloilla kehittämissuunnitelman toteuttamisen jälkeen voidaan tuottaa vähintään 35 % tilalla käytettävästä sianrehusta.

Niemen ym. (1995) skenaarioennusteen pehmeämmän vaihtoehdon mukaan, jossa kansallisen tukipaketin tavoite on arvioitu toteutuvan lähes täysimääräisenä ja tulo- ja pääomatulotasossa päästäisiin vuoden 1993 tasolle, aktiivisikatilojen koko tulisi olla lihasiantuotannossa 350-400 lihasikapaikkaa ja porsastuotannossa 50-70 emakkoa. Nopean sopeutumisen vaihtoehdossa, jossa kansallisesta tuista luovuttaisiin vuoteen 2005 mennessä tulotason säilyttäminen aikaisemmalla tasolla vaatisi selvityksen mukaan noin 1000 lihasikapaikan ja vastaavasti 150 emakon tilan.

Sikataloutta laajennettaessa on otettava huomioon ympäristötukiohjelma. Ympäristötuen ehtoihin sitoutuminen edellyttää lannan sijoittamiseen riittävää peltopinta-alaa ja voi näin rajoittaa sikamäärän kasvattamista. Suurin sallittu sika-paikkamäärä hehtaaria kohden on A- ja B-alueilla perustuen ehtojen mukaan 11. Ympäristötuen mukaisessa lannoituksessa lannan fosforipitoisuus voi rajoittaa sikamäärää vielä eläintiheystehoa enemmän.

Yhteenveto sikatilojen lannankäsittelykysymyksistä:

- mahdollisuus kasvattaa varastointikapasiteettia taloudellisesti
- eläinmäärä ja lannan fosforipitoisuus suhteessa peltoalaan
- lannan tyyppi- ja hajupäästöt
- ajallisuusvaikutukset ja maan tiivistyminen
- levitysajankohdat

3.3.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna

Sianlihantuotantoa tarkasteltiin nykyskenaariossa 70, 150, 300 ja 500 lihasikapai-kan tilamalleilla. Sikapaikkaa kohden kasvatettiin vuodessa kolme sikaerää eli vuosittaiset sikamäärät olivat 210, 450, 900 ja 1500. Siat ruokittiin tiiviste-ohruaruokinnalla. Oman viljan osuus rehuviljasta oli 100 %. Rehunkulutuksena käytettiin 3,00 ry/kasvikilo. Porsaat kasvatettiin 22 kilosta 104 kilon elopainoon. Teuraspaino oli noin 75 kiloa.

Pellon ja karjanlannan käyttö

Ohran keskisatona oli 3600 kiloa hehtaarille ja peltoalasta oli kesannolla kahdella suuremmalla tilalla 5 %. Pellon käyttö muodostui tilamallien sikamäärillä ja valitulla rehunkäytöllä taulukon 52 mukaiseksi.

Sikapaikkaa kohden on laskettu muodostuvan 2,0 m³ lietelantaa vuodessa (MMM 1996e). Kun vuoden lietelantamäärä jaettiin ohra-alalla, tilamalleissa hehtaaria kohden lietettä tuli 12 kuutiota, josta ravinteita tuli liukoista typpeä 35 kiloa, fosforia 8 kiloa (kun lannan fosforista laskettiin 75 % olevan kasveille käytökelpoista) ja kaliumia 23 kiloa. Ympäristötuen fosforilannoitusraja ei tällä peltoalalla ja lietemäärällä ylittynyt. Sikatilamalleissa lannoitus suunniteltiin siten, että lietelannasta tuleva ravinnemäärä jaettiin koko ohra-alalle ja tarvittava lisätyppi täydennettiin Suomensalpietarilla. Käytännön tiloilla tämä lietemäärä levitettäisiin vain osalle peltoalasta.

Eläinyksikkömäärä muodostui 0,81 ey/ha kahdella pienimmässä tilamallissa ja kesannoivilla tiloilla 0,77 ey/ha. Peltoala olisi voinut olla malleissa ympäristötuen ehtojen täyttämiseksi pienempikin tai sikapaikkoja enemmän, koska ympäristötuen ehdot asettavat lannan levityspinta-alaksi vähintään 1 ha/1,5 eläinyksikköä A- ja B-tukialueilla. Tätä tilannetta tarkastellaan myöhempanä intensiivisillä tilamalleilla.

Taulukko 52. Pellon ja lietelannan käyttö.

Sikapaikkoja, kpl	70	150	300	500
Yhteensä sikoja, kpl/v	210	450	900	1500
Pellon käyttö				
-ohra	12,08	25,88	51,75	86,25
-kesanto (5%)	0	0	2,72	4,54
Yhteensä, ha	12,08	25,88	54,47	90,79

Lannankäsittelyyn liittyvät investoinnit ja työnkäyttö

Sianlietteelle on naudanlietteestä poiketen tarpeellista levityksen aikaiset sekoitukset, koska sakka laskeutuu takaisin pohjalle sekoituksen päätyttyä. Kolmella pienimmällä sikatilalla lietelannan perussekoitus tehtiin traktorikäyttöisellä potkuri-sekoittimella. Koska tilojen traktoreita tarvittiin peltotöihin, sekoitus ja kuormaus tehtiin perussekoituksen jälkeen sähkökäyttöisellä pumppusekoittajalla. Suurimmalla tilalla sekoitus ja kuormaus tehtiin traktorikäyttöisellä pumppusekoittimella tilan pienimmällä traktorilla, ja toisia traktoreita käytettiin lietteen levitykseen ja muihin peltotöihin. Lietteen levitykseen pelloille käytettiin pumppuvaunua, jossa on myös sekoitus (taulukko 53).

Tilamalleilla tarkasteltiin tilannetta, jossa ohra-ala lannoitettiin pelkästään ostolannoitteella (Y-lannos 2:lla), ja verrattiin tätä tilanteeseen, jossa käytettiin tilan lietelantaa ja puuttuva typpi täydennettiin Suomensalpietarilla. Käytettäessä omaa lietelantaa ostolannoitekustannus pieni noin 370 markkaa hehtaarilta verrattaessa pelkkään ostolannoitteiden käyttöön. Sian lietekuution arvoksi tuli tällä perusteella 32 markkaa, kun lietemäärä koko alalle jaettuna oli 12 kuutiota hehtaarille. Tällä perusteella laskettu lietelannan ravinnearvo on siten hieman suurempi kuin taulukon ravinnearvo, joka on laskettu yksiravinteisten ostolannoitteiden perusteella. Vaihtoehdossa, jossa peltoalaa oli vähemmän ja eläintiheys oli ympäristötuen ehtojen enimmäismäärän mukainen 1,5 ey/ha, lietteen käyttö korvasi ostolannoitteita noin 490 markkaa hehtaarilta. Laskelmassa lietettä tuli levittää 21 kuutiota hehtaarille, jolloin lietelannan kuution arvoksi tuli 23 markkaa. Näin saadut lietelannan arvot jäävät kattamaan lannan varastoinnista ja levityksestä aiheutuvia kustannuksia (taulukko 54).

Tilamalleissa 500 sikapaikan tilalla lannanlevitystyöhön meni noin neljä 8 tuntista työpäivää (taulukot 55 ja 56).

Taulukko 53. Sian lietelannan käsittelystä aiheutuvat investointikustannukset.

Sikapaikkoja, kpl	70	150	300	500
Lietelantaa, m ³ /v	140	300	600	1000
Investointikohteet	JHA	JHA	JHA	JHA
Lietelantavarasto	31600	46000	73000	109000
Lietelantavaraston vesikate	3640	7800	15600	26000
Sekoitus- ja pumppauslaitteet	14400	14400	15700	13900
Levitysvaunu	17700	26300	26300	40400
Yhteensä mk/tila	67340	94500	130600	189300
mk/sikapaikka	962	630	435	379
mk/lietekuutio	481	315	218	189

Taulukko 54. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat kustannukset varastointivaiheesta pellolle levitetynä.

Sikapaikkoja, kpl	70		150		300		500	
Lietelantaa, m ³ /v	140		300		600		1000	
Vuotuis- kustannukset (poisto-aika, v.)	mk/v	mk/ liete- m ³	mk/v	mk/ liete- m ³	mk/v	mk/ liete- m ³	mk/v	mk/ liete- m ³
Varastointi								
sis. kate (25)	2890	21	4412	15	7265	12	11070	11
Sekoituslaitt. (10)	2333	17	2333	8	2543	4	2252	2
Levitysvaunu (12)	2572	18	3822	13	3822	6	5871	6
Traktorityö	215	2	443	1	970	2	1418	1
Ihmistyö	234	2	445	1	923	2	1347	1
Yhteensä	8244	59	11455	38	15524	26	21958	22
Lietelannan ravinnearvo	3482	25	7461	25	14922	25	24871	25
Lietelannan nettoarvo	-4762	-34	-3994	-13	-601	-1	2912	3

Taulukko 55. Työmenekki sianlihantuotantomalleissa.

Sikapaikkoja, kpl	70		150		300		500	
Peltoa, ha	12,08		25,88		54,47		90,79	
Ihmistyö tuntia/tila								
kotieläintyöt, josta	880		862		1055		1076	
puhtaanapitotyöt	40		73		131		210	
kasvinviljelytyöt	68		126		240		605	
lannanlevitystyöt	6		11		23		34	
muut maatal.työt	386		569		599		999	
johtotyöt	133		188		272		454	
Työmenekki yht. h/tila	1473		1756		2189		3167	

Taulukko 56. Lannankäsittelytöiden työmenekit lannan varastointivaiheesta pellolle levitykseen.

Sikapaikkoja, kpl	70		150		300		500	
Peltoa, ha	12,08		25,88		54,47		90,79	
Levitysvaunu, m ³	4		7		7		10	
Sekoitus valvonta, h/tila	1,2		1,6		2,3		3,3	
Kuormaus	2,1		4,5		9,0		11,7	
Kuljetus	1,1		2,0		5,8		8,7	
Levitys	1,4		3,0		6,0		10,0	
Yhteensä ihmistyötä	5,8		11,1		23,0		33,6	
Yhteensä traktorityöaika	3,9		8,1		17,6		25,8	

Näillä lähtötiedoilla sianlihan tuotantokustannus muodostui nykytilamalleissa seuraavanlaiseksi:

Taulukko 57. Sianlihan tuotantokustannus nykystrategian tilamalleilla.

SIANLIHANTUOTANTOMALLIT				
Sikapaikkoja, kpl	70	150	300	500
Tilan koko peltoala, ha	12,08	25,88	54,47	90,79
KUSTANNUKSET				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	3407	7301	15315	25524
b) Lannoitteet	2599	5570	10976	18293
c) Kalkki	2070	4436	8317	13862
d) Kasvinsuojeluaineet	148	318	636	1060
e) Ostorehut	21294	43875	87750	146250
f) Uudistus, porsas 22 kg	78265	166050	332100	553500
g) Muu kotieläinkustannus	7000	11100	13200	22000
h) Sähkö	8896	17001	20009	33349
i) Poltto- ja voiteluaine	426	1053	1822	2804
j) Vuokratyökorvaukset	12809	27449	54468	1061
Yhteensä	136914	284152	544592	817704
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	59051	70411	87788	111879
- MYEL ja MATA	7422	10990	15356	16682
- palkkatyö	0	0	0	25083
Yhteensä	66473	81400	103144	153645
3. Yleiskustannukset				
	10108	17888	30839	44881
4. Omaisuudesta aiheutuva				
- rakennusom. poisto	9306	18702	35473	52000
- kone- ja kalusto-om. poisto	18068	24925	40735	81331
- salaojitusten poisto	1942	4161	8761	14601
- raken. korjaus ja kunnossapito	2326	4675	8868	13000
- koneiden "	6026	8379	13497	26524
- salaojitusten "	583	1248	2628	4380
- maatilavakuutus	946	1663	3011	4931
- korkovaatimus 6 %	31932	62956	124749	203904
Yhteensä	71128	126710	237722	400672
Sianlihan tuotantokustannus				
yhteensä, mk	284623	510150	916330	1416901
Tuotettu lihamäärä, kg	15749	33748	67496	112494
Tuotantokustannus, mk/lihakilo	18,07	15,12	13,58	12,60
suhdelukuna (70 sikapaikkaa=100)	100	83,6	75,2	69,7

Eri lietelannan levitysvaihtoehtojen kustannusvaikutuksia tarkastellaan varsinaisesti intensiivisen tilamallin yhteydessä (luvussa 3.3.2), mutta alustavasti samoja kustannusvaikutuksia laskettiin myös nykytilamallin eläinmääriä ja peltoalaa käyttäen. Taulukossa 58 on tarkasteltu mm. letku- ja sijoituslevityslaitteiden kustannusvaikutuksia hajalevitykseen verrattuna. Letkulevitys ja multaimella maahan sijoittaminen voivat olla levitysvaihtoehtoja viljakasvustoon levityksessä.

Kasvustoon levityksen vaikutuksia voidaan verrata ennen kylvöjä tapahtuvan lannanlevityksen ajallisuuskustannukseen ja maan tiivistymisestä aiheutuviin menetyksiin (taulukko 59). Maan tiivistymisestä aiheutuva kustannuksia voidaan vaihtoehtoisesti verrata kylvöjen jälkeen tehtävän lannanlevityksen aiheuttamiin kasvuston tallaustappioihin. Esimerkiksi 500 sikapaikan tilamallissa, olettaessa maa-lajit vaikeiksi viljellä eli käytettäessä ajallisuusvaikutuksena 120 kg/ha/pv, ajallisuuskustannukset pitkittyneiden kylvöjen takia olivat suuremmat kuin oraille lan-

Taulukko 58. Eri kustannuserien vaikutus sianlihantuotantokustannukseen (mk/tila, mk/lihakilo, mk/viljahehtaari) verrattuna käsittelemättömän (perussekoitetun) lietelannan hajalevitykseen.

Sikapaikkoja	70			150			300			500		
Sianlihan tuotantokustannus												
mk/tila/v	284623			510150			916330			1416901		
mk/lihakilo	18,07			15,12			13,58			12,60		
Vilja-ala, ha	12,08			25,88			51,75			86,25		
Lietelantaa, m ³ /tila/v	140			300			600			1000		
Muutos tuotantokustannukseen, jos	mk/tila/v	mk/kilo	mk/ha	mk/tila/v	mk/kilo	mk/ha	mk/tila/v	mk/kilo	mk/ha	mk/tila/v	mk/kilo	mk/ha
Hankitaan multainlaite, 17 200 mk, 12 v	2582	0,16	214	2582	0,08	100	2580	0,04	50	2576	0,02	30
+ työnmenekin lisäys 0,6 -> 1,37 min/m ³ , yht.	2688	0,17	223	2816	0,08	109	3040	0,05	59	3777	0,03	44
Hankitaan 8 m. letkulevityspuomisto 21 000 mk, 12 v	3153	0,20	261	3153	0,09	122	3150	0,05	61	3145	0,03	36
Hankitaan 12 m. letkulevityspuomisto 44 000 mk, 12 v	6606	0,42	547	6606	0,20	255	6601	0,10	128	6590	0,06	76
Hankitaan ilmastuslaitteet, 10 v. 1-2.tila: 12 900 mk 3-4.tila: 26 200 mk	2161	0,14	179	2161	0,06	84	4385	0,06	85	4377	0,04	51
+ ilmastuksen sähkön kulutus (10 kWh/m ³) ed. yhteensä	581	0,03	48	1245	0,04	48	2487	0,04	48	4137	0,04	48
	2742	0,17	227	3406	0,10	132	6872	0,10	133	8514	0,08	99
+ typen hävikit, - 10 % ed. yhteensä	178	0,02	15	382	0,01	14	752	0,01	14	1251	0,01	14
	2920	0,19	242	3788	0,11	146	7624	0,11	147	9765	0,09	113

Taulukko 59. Kylvöajankohtaan liittyvien kustannuserien vaikutus tuotantokustannuksiin (mk/tila, mk/lihakilo, mk/viljahehtaari).

Sianlihan tuotanto-												
kustannus mk/tila/v	284623			510150			916330			1416901		
mk/lihakilo	18,07			15,12			13,58			12,60		
Vilja-ala, ha	12,08			25,88			51,75			86,25		
Lietelantaa, m ³ /tila/v	140			300			600			1000		
Muutos tuotanto-	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/
kustannukseen	tila/v	kilo	ha	tila/v	kilo	ha	tila/v	kilo	ha	tila/v	kilo	ha
Ajallisuuskustannus, kun ajallisuusvaikutus												
42 kg/ha/pv	151	0,01	12	543	0,02	21	2021	0,03	39	4906	0,04	57
60 kg/ha/pv	215	0,01	18	775	0,02	30	2887	0,04	56	7008	0,06	81
120 kg/ha/pv	430	0,03	36	1551	0,05	60	5775	0,09	112	14017	0,12	163
Maan tiivistymisen tai tallaustappioiden vaikutus, jos satotaso 3600 kg/ha - 5 %	1630	0,10	135	3493	0,10	135	6986	0,10	135	11644	0,10	135

nan levityksestä aiheutuvat tallaustappiot, kun tallaustappiona käytettiin 5 %. Ajallisuuskustannuksen laskemisessa oletettiin, että lannanlevitykseen oli käytettävissä yksi levitysvaunu.

3.3.2. Intensiivinen tila

Intensiivisillä sianlihantuotantotiloilla keskitytään voimakkaasti kotieläintalouteen. Tiloilla saatetaan joutua vuokraamaan peltoa lannan levitykseen tai lannalle on löydettävä muu käyttökohde. Kasvintuotantoon voidaan etsiä uusia ratkaisuja esimerkiksi pellonvuokrauksesta, kasvinviljelytöiden teettämisestä urakoitsijoilla tai tilojen välisestä yhteistyöstä.

Asutuksen lähellä olevilla sikatiloilla tulee mm. lannan hajuhaittoihin kiinnittää erityistä huomiota. Lantaa on varastoinnin aikana mahdollista käsitellä ympäristöön kohdistuvien haju- ja typpipäästöjen vähentämiseksi, määrien pienentämiseksi sekä myös muiden käyttökohteiden löytämiseksi. Suuret käsiteltävät liete-määrät ja urakointityyppinen työ tulevat korostamaan levitysmenetelmän toimivuutta erilaisissa olosuhteissa ja vaihtoehtoisten levitysjakohtien merkitystä.

Peltoala ja lantamäärät

Intensiivistä sianlihantuotantoa tarkasteltiin 500, 1000, 1500 ja 3000 lihasika-paikan sikatilamalleilla. Tilamalleissa peltoala määriteltiin siten, että eläintiheys oli vähintään 1 hehtaari 1,5 eläinyksikköä kohden eli tilalla oli enintään 11 sikapaikkaa

hehtaaria kohden, jolloin A- ja B- tukialueiden ympäristötuen eläintiheysvaatimus toteutui. Ohran hehtaarisatoa kohotettiin 25 % nykyisen tilamallin satotasosta 4500 kiloon hehtaarilta. Intensiiviseen tilamalliin oman viljan osuudeksi muodostui noin 64 % käytettävästä rehuviljasta. Lihaskaerien kiertonopeus nostettiin 3,2 erään vuodessa.

Kansallisen rakennetuen ohjauksen määräyksissä (MMM 1997a) vaaditaan tuettavilta rakennushankkeilta tiettyä rehuomavaraisuutta. Tiloilta edellytetään, että kehittämissuunnitelman toteuttamisen jälkeen tilalla voidaan tuottaa vähintään 35 % tilalla käytettävästä sianrehusta. Sianlihantuotantotilan rehuntuotanto laskeaan käyttäen pellon rehuntuotantokykyä 3500 rehuyksikköä/hehtaari, lihasian (yli 12 viikon ikäinen) rehutarpeena 240 rehuyksikköä/eläin/vuosi ja keskimääräisenä kasvatuserien määränä 2,5 erää/vuosi. Tämän perusteella lihasikapaikkaa kohden peltoalaa tarvitaan vähintään 0,06 hehtaaria. Tilamalleissa peltoala kesantoaloiheen oli 0,09 hehtaaria/sikapaikka.

Lannoituksen perustasojen mukaan rehuviljalle fosforimäärä on 15 kg/ha (MMM 1996c). Kun ohran satotaso malleissa oli 4500 kg/ha, lisättiin tarkennetun lannoituksen taulukkoarvojen ohran 4000 kg/ha lähtökohtasatotason lannoitukseen 1,5 kg P/ha eli pellon hyvässä viljavuusluokassa fosforiraja oli 14,5 kg P/ha, joka tilamalleissa ylittyi. Tyydyttävässä viljavuusluokassa fosforiraja olisi ollut 19,5 kg P/ha ja välttävässä 29,5 kg P/ha.

Lannan ravinnepitoisuuksina mallissa käytettiin Viljavuuspalvelun vuoden 1995 lanta-analyysien tuloksia, jossa sian lietalannan keskimääräinen fosforipitoisuus (166 näytteen perusteella) oli 0,97 kg P/m³. Lannoitesuunnitelmassa laskettiin 75 % olevan kasveille käyttökelpoista fosforia (taulukko 60). Jos fosforin pitoisuutena käytettiin vuonna 1996 otettujen lanta-analyysien tuloksia, oli sian lietalannan fosforipitoisuus (481 näytteen mukaan) laskenut ollen keskimäärin 0,67 kg/m³ (Viljavuuspalvelu 1997). Jos tilamallissa käytettiin tätä ravinnepitoisuutta, vilja-

Taulukko 60. Peltoala ja karjanlantamäärät intensiivisen tuotannon sianlihatuotantomalleissa.

	Lihasicapaikkoja			
	500	1000	1500	3000
Ohraa	44,34	88,69	133,03	266,06
Kesanto (5 %)	2,33	4,67	7,00	14,00
Yhteensä, ha	46,68	93,36	140,03	280,07
Lietelantaa m ³ /vuosi	1000	2000	3000	6000
Lannan ravinteet vilja-alalle, kg/ha				
Liuk. typpi	68	68	68	68
Fosfori (75 % kok.P:sta)	16	16	16	16
Kalium	44	44	44	44
Lietettä vilja-alalle, m ³ /ha	23	23	23	23

alalle tuli fosforia lietalannasta 11,3 kg/ha. Käytettäessä fosforipitoisuutena ympäristötuen taulukkoarvoja 1,3 kg P/m³ (MMM 1996c), olisi fosforia tullut 21,9 kg/ha. Lanta-analyysinäytteiden välisen vaihtelun (keskihajonta 0,54 kg/m³ vuonna 1996) ja vaihtoehtoisesti taulukkoarvojen em. analyysitulosten keskiarvoa suurempien arvojen käytön takia, tilan kannattaisi lanta-analyyseissä ympäristötuen ehtojen edellyttämän typpipitoisuuden lisäksi määrittää myös fosforin määrä. On kuitenkin ilmennyt, että vaihtelua on myös samankin lantanäytteen analyysituloksissa eri laboratorioiden välillä (Mustonen 1998). Selkein mittari lantamäärä-peltoalasuhteesta on siten hallinnollisessa mielessä eläintiheyttä kuvaavat mittarit.

Fosforilannoituksessa voi tiloilla tulla raja siten vastaan pellon fosforin viljavuusluokan kohdalla ja/tai lannan fosforipitoisuuden kautta. Lisäpeltoalan vuokraamalla tai lantayhteistyön kehittäminen voivat olla ratkaisuihin (esim. lannan käytön tehostaminen -ympäristötuen erityiset (MMM 1996a)), jos tilan oma peltoala ei riitä lannanlevitykseen ympäristötuen ehtojen mukaisesti.

Lannan fosforipitoisuuteen voidaan vaikuttaa ruokinnan avulla. Sikatalouden fosforipäästöjä on ruokinnan menetelmin pystytty vähentämään viime vuosina kolmea kautta (Helander 1997). Uudet ruokintanormit ovat alentaneet rehuseosten fosforipitoisuuksia. Toiseksi rehujen kehitys on mennyt eteenpäin, jolloin nykyisin on käytettävissä parempilaatuisia rehufosfaatteja, joiden fosfori on paremmin eläinten hyödynnettävissä. Kolmanneksi rehujen hyväksikäyttöä on voitu parantaa entsyymien käytöllä. Fosfori on kasviperäisissä rehuissa sitoutuneena fytiinihappoon, jota yksimahaisten ruuansulatus pystyy käyttämään melko huonosti hyväksi. Rehuihin on siten käytetty helposti sulavaa epäorgaanista fosforia. Fytaaasiensyymien avulla sika pystyy käyttämään hyväksi kasviraaka-aineissa olevaa fytiinifosforia. Fytaaasia lisäämällä voidaan epäorgaanisen fosforin käyttömääriä vähentää rehuissa ja samalla vähentää ulosteissa poistuvan fosforin määrää. Kun rehuun on lisätty fytaaasia, fosforin sulavuus on parantunut 10-20 % -yksikköä (Helander 1995).

Rehussa sika tarvitsee tietyn määrän fosforia, että se voi kasvaa ja kehittyä normaalisti. Fosforin tarve on suurin kasvukauden alussa. Samoin valkuaisen tarve on suurin kasvukauden alkupuolella, jolloin lihaskudosta muodostuu suhteessa eniten. Aminohappoja käyttämällä voidaan rehun valkuaisaineiden hyväksikäyttöä tehostaa ja samalla rehun kokonaisvalkuaispitoisuutta alentaa. Valkuaisen ja aminohappojen tarve vähenee kasvukauden edetessä. Ottamalla ruokinnassa tarkemmin huomioon eläimen ikä ja tuotosvaihe eli vaiheruokinnan avulla on ravinnepäästöjä pystytty alentamaan (Helander 1997).

Lannankäsittelyn investoinnit ja työnmenekit

Intensiivisessä sianlihantuotantotilamallissa lietalanta sekoitettiin ja pumpattiin levitysvaunuihin traktorikäyttöisellä pumppusekoittimella. Traktorityönmenekkiin laskettiin mukaan myös levityksen aikaisen lietesäiliössä olevan lietteen sekoituksen tarve (taulukot 61 ja 62).

Taulukko 61. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat investointikustannukset.

Sikapaikkoja, kpl	500	1000	1500	3000
Lietelantaa, m ³ /v	1000	2000	3000	6000
Investointikohteet	JHA	JHA	JHA	JHA
Lietelantavarasto	109000	199000	289000	559000
Lietelantavarastoon vesikate	26000	52000	78000	156000
Sekoitus- ja pumppauslaitteet	13900	13900	13900	13900
Levitysvaunu(t)	40400	40400	53000	53000
			53000	53000
Yhteensä, mk/tila	189300	305300	486900	834900
mk/sikapaikka	379	305	325	278
mk/lietekuutio	189	153	162	139

Taulukko 62. Lietelannan käsittelystä aiheutuvat kustannukset varastointivaiheesta pellolle levitetynä.

Sikapaikkoja, kpl	500		1000		1500		3000	
Lietelantaa, m ³ /v	1000		2000		3000		6000	
Vuotuis-kustannukset (poisto-aika, v)	mk/v	mk/ liete- m ³	mk/v	mk/ liete- m ³	mk/v	mk/ liete- m ³	mk/v	mk/ liete- m ³
Varastointi								
sis. kate (25)	11070	11	20582	10	30094	10	58630	10
Sekoituslait. (10)	2252	2	2252	1	2252	1	2252	0
Levitysvaunu (12)	5871	6	5871	3	15405	5	15405	3
Traktorityö	1625	2	3258	2	4828	2	10533	2
Ihmistyö	1248	1	2668	1	4012	1	8893	1
Yhteensä	22067	22	34631	17	56591	19	95713	16
Lietelannan ravin-arvo	24871	25	49742	25	74612	25	149225	25
Lietelannan nettoarvo	2804	3	15110	8	18021	6	53512	9

Maaomaisuuden arvo oli intensiivisissä sianlihatuotantotilamalleissa suurin yksittäinen omaisuuserä nykyarvojen perusteella (taulukko 63). Maaomaisuuteen sitoutunut pääoma (vuosikustannuksena korkokustannus) on lannankäsittelykustannuksia tarkasteltaessa muistettava, silloin kun peltoala on lannanlevitystä rajoittava tekijä esimerkiksi ympäristötuen ehtojen toteuttamiseksi.

Lietelannanlevityksen työmenekkeinä malleissa käytettiin kuormaukseen 0,7 min/m³ ja hajalevitykseen 0,6 min/m³ (Peltonen ja Vanhala 1992). Kuljetukseen

menevä aika lietekuutiota kohden kasvoi peltoalan kasvaessa. Suurimmassa tilamallissa lannanlevitykseen kului kahdelta työmieheltä kaksi viikkoa työnmenekki 8 tuntiseksi työpäiviksi laskettuna (taulukot 64 ja 65).

Sianlihan tuotantokustannus muodostui edellä läpikäydyillä lähtötiedoilla taulukon 66 mukaiseksi.

Taulukko 63. Maatalousomaisuuden jakaantuminen nykyarvoittain (tmk).

Sikapaikkoja, kpl	500	1000	1500	3000	
Peltoa, ha	46,68	93,36	140,03	280,07	%
- rakennukset	605	1073	1541	2944	25
- kotieläimistö	281	563	844	1688	14
- maatalousmaa	794	1587	2381	4761	40
- salaojitukset	225	451	675	1351	12
- varastot	37	72	110	221	2
- koneet ja kalusto	409	497	594	808	7
Nykyarvo, 1000 mk/tila	2351	4243	6145	11773	100

Taulukko 64. Työnmenekki.

	Sikapaikkoja, kpl			
	500	1000	1500	3000
Ihmistyö tuntia/tila				
kotieläintyöt, josta	1038	1556	2108	4216
puhtaanapitotyöt	210	420	630	1259
kasvinviljelytyöt	320	638	768	1959
lannanlevitystyöt	31	67	100	222
muut maatal.työt	712	1027	1111	2222
johtotyöt	268	467	609	1218
Työnmenekki yht. h/tila	2370	3754	4696	9836

Taulukko 65. Lannankäsittelytyöt varastointivaiheesta pellolle.

	Sikapaikkoja, kpl			
	500	1000	1500	3000
Levitysvaunu(t), m ³	10	10	12+12	12+12
Sekoituksen valvonta	3,3	5,6	8,1	15,6
Kuormaus	11,7	23,3	35,0	70,0
Kuljetus	6,2	17,6	26,9	76,2
Levitys	10,0	20,0	30,0	60,0
Yhteensä ihmistyötä h/v	31,1	66,5	100,0	221,8
8 tuntisina työpäivinä	3,9	8,3	12,5	27,7
Yhteensä traktorityöaikaa	29,5	59,2	87,8	191,5

Taulukko 66. Sianlihan tuotantokustannus intensiivisillä sianlihantuotantomalleilla.

SIANLIHANTUOTANTOMALLIT				
Sikapaikkoja, kpl	500	1000	1500	3000
Tilan koko peltoala, ha	46,68	93,36	140,03	280,07
KUSTANNUSERÄ				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	13123	26246	39369	78739
b) Lannoitteet	7143	14285	21748	43495
c) Kalkki	7127	14253	22805	45611
d) Kasvinsuojeluaineet	545	1090	1636	3271
e) Ostorehut	256056	512111	768167	1536333
f) Uudistus, porsas 22 kg	590400	1180800	1771200	3542400
g) Muu kotieläinkustannus	34500	44000	42087	84174
h) Sähkö	25743	34291	34259	68518
i) Poltto- ja voiteluaine	1767	3104	4163	10399
j) Vuokratyökorvaukset	545	1091	1636	3273
Yhteensä	936949	1831273	2707070	5416215
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	95030	111879	111879	111879
- MYEL ja MATA	14545	16731	17611	20154
- palkkatyö	0	64113	126723	468552
Yhteensä	109576	192723	256213	600584
3. Yleiskustannukset				
	46958	87604	126866	252950
4. Omaisuudesta aiheutuvat				
- rakennusomaisuuden poisto	48428	85848	123268	235528
- kone- ja kalusto-om. poisto	76191	92043	109436	146935
- salaojitusten poisto	7507	15014	22521	45042
- raken. korjaus ja kunnossapito	12107	21462	30817	58882
- koneiden "	24552	29803	35643	48463
- salaojitusten "	2252	4504	6756	13513
- maatilavakuutus	4621	7405	10228	18384
- korkovaatimus 6 %	141069	254567	368699	706382
Yhteensä	316727	510647	707368	1273129
Sianlihan tuotantokustannus				
yhteensä, mk	1410210	2622246	3797517	7542878
Tuotettu lihamäärä, kg	119994	239987	359981	719962
Tuotantokustannus, mk/lihakilo	11,75	10,93	10,55	10,48
suhdelukuna (50 sikapaikkaa=100)	100,0	93,0	89,8	89,2

Lietteen esikäsitteystä, levitysmenetelmistä ja -ajankohdista aiheutuvat kustannukset

Yksikköä kohden laskettuna eri laitekustannuserät yleensä laskivat tilakoon kasvaessa. Kun tilakoon kasvaessa tarvittiin kuitenkin töiden ajallaan suorittamiseksi esimerkiksi letkulevitykseen toinen letkulevityspuomisto, kustannukset nousivat tilakoon kasvusta huolimatta tavallaan portaan ylöspäin kunnes alkoivat taas yksikköä kohden laskea (taulukko 67).

Ilmastuksen kustannuksia laskettaessa ilmeni, että sähkökustannus oli jopa suuremmissa tilakokoluokissa suurempi kuin itse laitteesta aiheutuva vuotuiskustannus, jos oletettiin sähkönkulutukseksi 10 kWh/lietekuutio lietemääristä riippumatta ja että ilmastus pystyttiin suorittamaan kahdella pienimmällä tilalla yhdellä ilmastimella ja suuremmissa tilamalleissa kahdella vastaavalla laitteella. Ilmastinlaitteesta aiheutuva kustannus vaihteli 33-99 markkaa/hehtaari ja 1-4 penniä/lihakilo. Jos otettiin huomioon myös sähkönkulutus ja tyypihäviöt, jotka korvattiin ostolannoitteilla, kustannukset olivat yhteensä 155-220 markkaa/hehtaari ja 6-9 penniä/lihakilo ja 7-10 markkaa/lietekuutio.

Separointilaitteita hankittiin malleissa yksi tilaa kohden. Separoinnin kustannuksia tarkasteltiin pelkän laitekustannuksen lisäksi myös ottamalla huomioon, jos lietelantalan tilavuustarve pienenee 15 %, syntyvän kiinteän lannan levitykseen hankitaan yleisperävaunu tai jos lisäksi kiinteälle lannalle rakennetaan asianmukaisen lantavarasto. Kuivalantavaraston tilavuudeksi laskettiin 1/2 syntyvän nestefraktion tilavuudesta. Kaikkiaan separoinnin kustannuksia muodostui siten yhteensä 87-406 markkaa/hehtaari, 3-15 penniä/lihakilo ja 4-18 markkaa/lietekuutio.

Multainlaitteesta aiheutuvia kustannuksia tarkasteltiin laite- ja työkustannuksien osalta. Tilakoon kasvaessa työnmenekin lisäyksestä hajalevitykseen verrattuna työkustannuksen osuus kasvoi ja oli jopa suurempi kuin laitteesta aiheutuva vuotuiskustannus.

12-metrisestä letkulevityslaitteistosta hehtaaria kohden laskettu kustannus vaihteli 50-149 mk/ha (2-7 mk/m³), kun kahdessa suuremmassa mallissa käytettiin levitykseen kahta letkulevityspuomistolla varustettua levitysvaunua. 8-metrisellä letkulevityslaitteistolla laitteesta aiheutuva vuotuiskustannus oli vastaavasti 24-71 mk/ha (1-3 mk/m³) (taulukko 67).

Lannan levittämiseen tarvittavaa vilja-alaa on usein riittävästi, mutta kylvökiireet sekä peltojen huono kantavuus keväällä rajoittavat levitysmahdollisuuksia. Mikäli tällöin voitaisiin osa lannasta levittää kasvustoon, levityskiireet helpottuisivat. Kapuinen (1996b) on tutkinut lietelannan levitysvaikutuksia kevätiljan oraille levityskaluston pyörien ja sijoitusvantaiden kasvustoon aiheuttamien vaurioiden kannalta. Kasvustoon voidaan ensimmäisen kerran levittää lietettä 2-3 lehtivaiheessa. Sijoituskaluston sijoituspyörien aiheuttamat tallaustappiot ovat tällöin vielä suhteellisen pienet. Satotappio vastaavalla määrällä väkilannoitetyyppä lannoitettuun nähden oli noin 15 prosenttia (Kapuinen 1997a).

Taulukko 67. Eri kustannuserien vaikutus sianlihan tuotantokustannukseen (mk/tila, mk/lihakilo ja mk/viljahehtaari) intensiivisillä tilamalleilla.

Sikapaikkoja	500			1000			1500			3000		
Sianlihan tuotanto-												
kustannus mk/tila/v	1410210			2622246			3797517			7542878		
mk/lihakilo	11,75			10,93			10,55			10,48		
Vilja-ala, ha	44,34			88,69			133,03			266,06		
Lietelantamäärä, m ³ /v	1000			2000			3000			6000		
Muutos tuotanto-	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	
kustannukseen, jos	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	
hankitaan:												
8 vant. multainlaite,	1 kpl			1 kpl			2 kpl			2 kpl		
17 200 mk, poistoa. 12v	2576	0,02	58	2576	0,01	29	5152	0,02	39	5152	0,01	19
+ työnmenekki												
0,6->1,37 min/m ³	923	0,01	21	2669	0,01	30	4098	0,01	31	8195	0,01	31
yhteensä	3499	0,03	79	5245	0,02	59	9250	0,03	70	13347	0,02	50
10-vant. multainlaite,	1 kpl			1 kpl			2 kpl			2 kpl		
25 900 mk, poistoa. 12v	3879	0,03	87	3879	0,02	44	7758	0,02	58	7758	0,01	29
+ työnmenekki												
yhteensä	923	0,01	21	2669	0,01	30	4098	0,02	31	8195	0,01	31
	4802	0,04	108	6548	0,03	74	11856	0,04	89	15953	0,02	60
12 m. letkulevitys-												
laitteisto 44 000 mk,												
poistoaika 12 v	6590	0,06	148	6590	0,03	74	6590	0,02	50	6590	0,01	25
2 kpl ed. letkulevitintä							13179	0,04	99	13179	0,02	50
8 m. letkulevitys-												
laitteisto 21 000 mk,												
poistoaika 12 v	3145	0,03	71	3145	0,01	35	3145	0,01	24	3145	0	12
2 kpl ed. letkulevitintä							6290	0,02	47	6290	0,01	24
Ilmastuslaitteet,	1 kpl			1 kpl			2 kpl			2 kpl		
26 200 mk, max												
1000 m ³ , poistoa. 10 v	4377	0,04	99	4377	0,02	49	8755	0,03	66	8755	0,01	33
+ ilmastuksen sähkön												
kulutus (10 kWh/m ³)	4137	0,04	93	8274	0,04	94	12410	0,03	93	24820	0,04	93
ed. yhteensä	8514	0,08	192	12651	0,06	143	21165	0,06	159	33575	0,05	126
+ typen hävikit - 10%	1251	0,01	28	2502	0,01	28	3810	0,01	28	7620	0,01	29
ed. yhteensä	9765	0,09	220	15153	0,07	171	24975	0,07	187	41195	0,06	155
Separointilaitte 65 600												
mk, teho 1-2 m ³ /tunti,												
kestoikä 12 v	9825	0,08	222	9825	0,04	111	9825	0,03	74	9825	0,01	37
- lietelantalan tilavuus-												
tarve pienenee - 15 %	-1462	-0,01	-33	-2924	-0,01	-33	-4385	-0,01	-33	-8770	-0,01	-33
ed. yhteensä	8363	0,07	189	6901	0,03	78	5440	0,02	41	1055	0	4
+ yleisperävaunu												
kiinteälle lannalle												
34 700 mk, poistoa. 12 v	5197	0,04	117	5197	0,02	58	5197	0,01	39	5197	0,01	19
ed. yhteensä	13560	0,11	306	12098	0,05	136	10637	0,03	80	6252	0,01	23
+ kuivalantavarasto												
kiinteälle lannalle												
ed. yhteensä	4431	0,04	100	6930	0,03	79	9428	0,03	71	16926	0,02	64
	17991	0,15	406	19028	0,08	215	20065	0,06	151	23178	0,03	87

Tallaustappiot versomisvaiheessa, kun oraisa on 3-4 lehteä ja kasvuston pituus on noin 15 cm, jäivät tutkimuksessa kohtuullisiksi vain pintalevityksessä (Kapuinen 1996b). Kun työleveys oli 10 metriä ja lietevaunun telipaino 8 tonnia, tallaustappiot jäivät noin 5 %:iin. Satotappiot olivat 15 metrin työleveydellä alle 3 %:n. Pintalevityksessä kannattaisi pyrkiä siten mahdollisimman suureen työleveyteen, jolloin letkulevittimestä olisi etua. Tuloksiin vaikuttivat osaltaan kesän 1994 sateiset säät. Kemppainen (1989) sai kolmivuotisissa kokeissa keskimäärin 2 %:n tallaustappiot. Selvitettäessä lietteen sijoittamisesta aiheutuvia tappioita eivät sijoitusvantaat sinällään aiheuttaneet kohtuuttomia tallaustappioita. Koska kuitenkin työleveys jäi pieneksi, sijoitukseen liittyvät levityskaluston pyörien aiheuttamat tallaustappiot muodostuivat kohtuuttomiksi. Laatutappioita ei kasvustoon levittämisestä selvityksen mukaan aiheudu, jos tallaustappiot syntyvät viimeistään versomisvaiheessa. Pienempiin satotappioihin päästään kalustolla, jossa renkaiden leveys ja raideleveydet ovat kaikilla akseleilla yhtä suuret. Tallaustappiot pienenevät myös, jos käytetään samoja ajouria kasvinsuojeluruiskutuskaluston kanssa (Kapuinen 1996b).

Lietelannan levitysajankohtia arvioitaessa voidaan verratta ennen kylvöjä ja kylvöjen jälkeen tapahtuvia levitysajankohtia ja näille ominaisia kustannuseriä. Muokausvaiheeseen ajoittuva lannanlevitys todennäköisesti viivästyttää kylvöjä ja aiheuttaa siten ajallisuuskustannuksia. Samoin maa voi olla vielä märkää, jolloin raskas levityskalusto aiheuttaa maan tiivistymistä. Kylvöjen jälkeinen oraille levitys aiheuttaa oraiden tallautumistappioita, josta aiheutuva sadonmenetyt voidaan arvioida prosenttimääräisesti alentuneena satoina vastaavasti kuin tiivistymisen satotappiot. Kasvustoon levitettäessä liete jää maan pinnalle alttiiksi typen haihtumishävikkeille. Hävikkejä voidaan vähentää käyttämällä sijoituslaitteistoa ja osaksi myös letkulevityksellä.

Ajallisuuskustannuksen laskemisessa oletettiin, että lannanlevitykseen on käytettävissä 500 ja 1000 lihasikapaikan tiloilla yksi levitysvaunu ja 1500 ja 3000 lihasikapaikan tiloilla kaksi levitysvaunua. Tilamallilaskelmissa ilmeni, että mitä suurempi tilakoko ja mitä lyhyemmässä ajassa kevätkylvöt tulisi tehdä eli mitä suurempi ajallisuusvaikutus on, sitä kannattavampaa olisi siirtyä kylvöjen jälkeiseen lietelannan levitykseen oraille (taulukko 68). Tällöin kylvöjen yhteydessä alkukasvuun tarvittava lannoitus annettaisiin väkilannoitteina. Eri levitysajankohtia mietittäessä tulee ottaa huomioon myös sääriskit ja tilakohtaiset maalajitekijät. Sateisina keväinä oraille levitys voi pitkittyä.

Isoilla tiloilla suuret lietteen levitysmäärät aiheuttavat merkittävän työhuipun, jolloin lannanlevitysurakointipalvelujen osto voi olla ratkaisuna työkiireisiin. Urakointipalvelujen käyttö voi auttaa myös pienempiä tiloja, joille oman ympäristöystävällisen levityskaluston hankinta on liian suuri investointi. Farma-maaseutukeskuksen urakointikyselyn mukaan urakointipalvelujen ostotarvetta olisi lannanlevityskalustoille, jossa on määränsäätöjärjestelmät.

Urakoinnilla ja yhteiskoneiden hankinnalla saadaan kiinteitä kustannuksia tilakohtaisesti pienemmäksi. Verrattaessa oman koneen kustannuksia urakointi-

Taulukko 68. Kylvöajankohtaan liittyvien kustannustekijöiden vaikutus sianlihan tuotantokustannukseen (mk/tila, mk/lihakilo ja mk/viljahehtaari) intensiivisillä tilamalleilla.

Sikapaikkoja	500			1000			1500			3000		
Sianlihan tuotanto-												
kustannus mk/tila/v	1410210			2622246			3797517			7542878		
mk/lihakilo	11,75			10,93			10,55			10,48		
Vilja-ala, ha	44,34			88,69			133,03			266,06		
Lietelantamäärä, m ³ /v	1000			2000			3000			6000		
Kustannusvaikutus, kun	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/
viljan hinta 75 p/kg	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha	tila/v	kg	ha
Ajallisuuskustannus												
42 kg/ha/pv	2380	0,02	54	9710	0,04	109	10862	0,03	82	46907	0,07	176
60 kg/ha/pv	3399	0,03	77	13872	0,06	156	15518	0,05	117	67010	0,09	252
120 kg/ha/pv	6799	0,06	153	27743	0,12	313	31035	0,09	233	134019	0,19	504
Lannanlevityksessä												
traktoreita, kpl	1			1			2			2		
Maan tiivistymisvaikutus												
satotaso 4500 kg/ha												
- 5 %	7483	0,06	169	14966	0,06	169	22449	0,06	169	44898	0,06	169
- 3 %	4490	0,04	101	8980	0,04	101	13469	0,04	101	26939	0,04	101
- 2 %	2993	0,02	68	5986	0,02	68	8980	0,02	68	17959	0,02	68

hintoihin, keskeisiä tekijöitä ovat koneen hankintahinta ja vuotuinen käyttömäärä. Työteho seurassa on tiedusteltu koneurakoinnin toteutuneita hintoja (Laaksonen 1997). Lannanlevitysurakoinnista ei kyselyyn joulukuussa 1996 tullut vielä vastauksia.

Kevätlevityksessä lietelannan liukoisen typen hyväksikäyttö malleissa oletettiin täysimääräiseksi, 100 %. Jos lietelantamäärästä levitettiin puolet keväällä ja puolet syksyllä, typen hyväksikäyttönä malleissa käytettiin 75 %. Tällöin typpihävikin korvaaminen ostotypellä aiheuttaisi hehtaaria kohden kustannuksia 70 markkaa ja sianlihan tuotantokustannus nousisi 3 penniä. Jos lietelanta levitettäisiin pelkästään syksyllä, seuraavana keväänä liukoisesta tpeestä oletettaisiin olevan käytössä 50 %. Tässä tapauksessa lisäkustannuksia ravinnehävikkejä korvaavasta ostolannoitteista aiheutui 141 mk/ha ja 6 p/lihakilo (taulukko 69).

Lannan varastoinnissa ja levityksessä tulee kiinnittää huomiota myös hajuhaittojen vähentämiseen. Asia korostuu etenkin, jos tila sijaitsee lähellä muuta asutusta. Hajuhaittoja on mahdollista estää varastosäiliön pysyvillä tai väliaikaisilla katteilla. Naudanlietteen pinnalle voi muodostua itsestään hajua vähentävä kuorikerros. Sianlietteeseen ei vastaavaa kuorikerrosta luonnostaan muodostu kuin ainoastaan hyvin lämpimällä säällä (Kapuinen ja Karhunen 1990). Kun selvitettiin lietelannan kattamisen kustannusvaikutuksia, kohotti kattaminen sianlihan tuotantokustannuksia 2 p/lihakilo. Malleissa kattamisen kustannukset laskettiin tila-

Taulukko 69. Lietelannan liukoisen typen hyväksikäytön ja pitoisuuden muutoksien vaikutus tuotantokustannuksiin (mk/tila, mk/lihakilo ja mk/viljahehtaari) intensiivisillä sianlihan tuotantotilamalleilla.

Sikapaikkoja	500			1000			1500			3000		
Sianlihan tuotanto-												
kustannus mk/tila/v	1410210			2622246			3797517			7542878		
mk/lihakilo	11,75			10,93			10,55			10,48		
Vilja-ala, ha	44,34			88,69			133,03			266,06		
Lietelantamäärä, m ³ /v	1000			2000			3000			6000		
Kustannusvaikutus	mk/ tila/v	mk/ kg	mk/ ha	mk/ tila/v	mk/ kg	mk/ ha	mk/ tila/v	mk/ kg	mk/ ha	mk/ tila/v	mk/ kg	mk/ ha
Lietelannan liukoisen typen hyväksikäyttö												
90 %	1251	0,01	28	2503	0,01	28	3810	0,01	29	7620	0,01	29
75 %	3128	0,03	71	6257	0,03	71	9525	0,03	72	19050	0,03	72
50 %	6257	0,05	141	12513	0,05	141	19050	0,05	143	38101	0,05	143
hävikin korvaus ostotyyppellä												
Lietesäiliöiden kattaminen												
130 mk/m ² , 25 v	2184	0,02	49	4368	0,02	49	6552	0,02	49	13104	0,02	49
Lietelannan liukoisen typen pitoisuus 3,03 kg/m ³ , säästö lannoituskustannuksissa jos pitoisuus												
+ 10 %	1251	0,01	28	2503	0,01	28	3810	0,01	29	7620	0,01	29
+ 20 %	2503	0,02	56	5005	0,02	56	7620	0,02	57	15240	0,02	57
+ 30 %	3754	0,03	85	7508	0,03	85	11430	0,03	86	22860	0,03	86

koosta riippumatta olettaen, että lietesäiliön syvyys on 5 metriä, kateneliön rakennuskustannus on 130 markkaa (MMM 1996d) ja kate kestää 25 vuotta. Jos kate vähensi ammoniakkin haihtumista siten, että typen pitoisuus kohosi 3,03 kg/m³:sta 20 %, säästöjä vähentyneinä ostolannoitekustannuksina muodostui 56 mk/ha ja lihakiloa kohden 2 penniä (taulukko 69). Tämä jo kattaisi mallin esimerkin katekustannukset. Eri katevaihtoehtojen kustannuksia on tarkastellut lähemmin Grönroos (1993).

Ammoniakkihävikkejä ja samalla hajuhaittoja tapahtuu myös liotelannan levityksen yhteydessä. Hajuhaittoihin voidaan vaikuttaa erityisesti levityskaluston valinnalla. Sijoituslevitys ja multausta vähentävät kaasujen haihtumista. Naapurisovun säilymiseksi tulisi myös huomioida, että levitysajankohtia olisi mahdollisimman harvoin sekä välttää epäsuotuisia ajankohtia. Käytännössä tämä on asutuksen lähellä olevien tilojen kohdalla voinut tarkoittaa sitä, että osalle pelloista ei ole voinut levittää lantaa lainkaan ja ajopäiviä on minimoitu hankkimalla lisää levityskalustoa. Jotkut viljelijät ovat myös ilmoittaneet etukäteen levityspäivistä lehdissä.

3.4. Porsastuotantotilat

3.4.1. Nykystrategia operatiivisesti toteutettuna

Vuonna 1996 porsastuotantoa päätuotantosuuntanaan harjoittavia tiloja oli noin 2480. Yleisimmin vuonna 1995 sikatiloilla oli 20-49 emakkoa (47 %). Toiseksi useimmin tiloilla oli 10-19 emakkoa (19 %) ja seuraavaksi 1-9 emakkoa 18 %, 50-99 emakkoa 14 %, ja yli 100 emakkoa 3 % kaikista emakkotiloista (Maatilarikisteri 1996, Maatilatilastollinen vuosikirja 1997).

Porsastuotantotilamalleissa tilakokoluokkina tarkasteltiin 40, 80, 160 ja 320 emakon sikatiloja. Pahnuekokona malleissa oli oletuksena 9 porsasta emakkoa kohden ja 2,2 pahnuetta vuodessa eli yhteensä 18 porsasta/emakko/vuosi, jos porsaskuolleisuus oli 10 %.

Pellon käyttö ja karjanlantamäärät

Porsastuotantotilamalleissa emakoille oli rehuna kotoista ohraa ja kauraa, jota täydennettiin valkuaistiivisteellä. Porsaat ruokittiin porsasrehulla (taulukko 70).

Nykyskenaariossa emakkosikalat olivat kuivalantasikalaita. Emakolle porsai-
neen malleissa käytettiin vuodessa kertyvinä kuivalantamäärinä 3,0 ja virtsalle 3,5 kuutiota. Vaikka peltoala määräytyi porsastuotantotilamalleissa täysin kotoisen rehuviljantuotannon perusteella ja eläinyksikkömäärä oli 1,22 ey/hehtaari, fosforin lannoitustasot ylittyivät, jos lannoitettiin ympäristötuen perustasojen mukaan (rehuviljalle 15 kg P/ha) (taulukko 71). Jos lannoitettiin ympäristötuen tarkennetun lannoituksen mukaan ottaen huomioon maan fosforitilanne, niin vasta välttävissä viljavuusluokassa lannan fosforimäärä ei enää ylittänyt lannoitusrajoja.

Lannankäsittelyn investoinnit ja työnkäyttö

Porsastuotantosikalassa karsinat puhdistetaan kerran tai kahdesti päivässä. Kuivalantajärjestelmässä lanta kolataan karsinasta lantakäytävälle, josta se työnnetään kolalla tai koneellisesti eteenpäin puristimelle tai lantakuiluun. Kuiviketta karsi-

Taulukko 70. Porsastuotantotilojen pellonkäyttö.

Emakkoja, kpl	40	80	160	320
Porsaita lihasikakasvatukseen, kpl	713	1426	2851	5702
Pellon käyttö, ha				
- ohra, ha	8,53	17,07	34,13	68,27
- kaura, ha	7,01	14,03	28,05	56,10
- kesanto, ha	0	1,64	3,27	6,55
Yhteensä, ha	15,55	32,73	65,46	130,92

Taulukko 71. Porsastuotantotilojen karjanlanta- ja ravinnemäärät.

	Emakkoja, kpl			
	40	80	160	320
Lantamäärät kuutiota/tila/vuosi				
- kuivikelantaa	120	240	480	960
- virtsaa	140	280	560	1120
Ravinnemäärät, kiloa/viljahehtaari				
- typpeä, N	26	26	26	25
- fosforia, P (75 %)	18	18	18	18
- kaliumia, K	39	39	39	39

noihin jaetaan päivittäin (Majuri 1990). Porsastilamalleissa kuivikkeena käytettiin olkea. Kuivikeolkimäärä kerättiin 1/4 vilja-alalta, jolloin päivittäiseksi olkimääräksi emakkoa kohden tuli 0,5-1 kiloa.

Porsastuotantotilamalleissa kuivalanta kuormattiin etukuormaimella ja levitettiin yleisperävaunulla pellolle. Virtsanlevitys teetettiin vuokratyönä, jonka kustannuksena käytettiin 180 mk/tunti (taulukot 72 ja 73).

Lannanlevitystöistä kuivalannan kuormaukseen meni tilamalleissa enemmän aikaa kuin kuljetukseen ja pellolle levitykseen yhteensä. Suurimmassa 320 emakon tilamallisissa kuivalannan levitystyöhön kului 8-tuntisia työpäiviä noin 12 päivää ja virtsan levitykseen vuokratyönä vajaa 4 päivää (taulukot 74 ja 75).

Taulukko 72. Lannan käsittelystä aiheutuvat investointikustannukset.

Emakkoja, kpl	40		80		160		320	
Kuivalantaa, m ³ /v	120		240		480		960	
Virtsaa, m ³ /v	140		280		560		1120	
Investointi-kohteet	JHA	mk/ emakko	JHA	mk/ emakko	JHA	mk/ emakko	JHA	mk/ emakko
Kuivalantavarasto	31400	785	39800	498	56600	354	90200	282
Kuivalantalan vesikatto	12000	300	24000	300	48000	300	96000	300
Virtsasäiliö	31600	790	44200	553	69400	434	119800	374
Virtsasäiliön betonikansi	6160	154	12320	154	24640	154	49280	154
Yleisperävaunu	34700	868	34700	434	55400	346	55400	173
Etukuormain	15500	388	30000	375	30000	188	32000	100
Yhteensä	131360	3284	1855020	2313	284040	1775	442680	1383

Taulukko 73. Kuivalannan ja virtsan käsittelystä aiheutuvat kustannukset varastointivaiheesta pellolle.

Emakkoja, kpl	40		80		160		320	
Kuivalantaa, m ³ /v	120		240		480		960	
Virtsaa, m ³ /v	140		280		560		1120	
Vuotuis kustannukset	mk/v	mk/ emakko	mk/v	mk/ emakko	mk/v	mk/ emakko	mk/v	mk/ emakko
Lantavarastot	6655	166	9866	123	16288	102	29133	91
Kuivalannan levityskalusto	7554	189	9903	124	12911	81	13235	41
Virtsan levitys vuokratyönä	621	16	1311	16	2555	16	5418	17
Traktori työ	561	14	1162	15	2190	14	4620	14
Ihmistyö	481	12	997	12	1878	12	3963	12
Yhteensä	15872	397	23239	290	35823	224	56368	176
Kuivalannan ja virtsan ravinnearvo	6191	155	12382	155	24764	155	49528	155
Lannan nettoarvo	-9681	-242	-10857	-136	-11059	-69	-6840	-21

Taulukko 74. Työnmenekki porsastuotantotilamalleissa.

Emakoita, kpl	40	80	160	320
Peltoa, ha	15,55	32,73	65,46	130,92
Ihmistyö h/v				
kotieläintyöt, josta	1921	2897	4521	8779
puhtaanapitotyöt	477	900	1752	3504
kasvinviljelytyöt	80	146	439	869
lannanlevitystyöt	12	25	47	99
muut maatal.työt	497	499	720	1039
johtotyöt	171	188	327	569
Työnmenekki yht. h/tila	2682	3755	6055	11355

Taulukko 75. Kuivalannan käsittelytyöt varastointivaiheesta pellolle.

	Emakoita, kpl			
	40	80	160	320
Yleisperävaunu, kant. tn	7,5	7,5	9,5	9,5
Kuormaus, h/v	8,4	16,8	33,6	67,2
Kuljetus	1,0	2,8	6,2	17,5
Levitys	2,6	5,3	7,0	14,1
Yhteensä ihmistyötä	12,0	24,9	46,8	98,8
Yhteensä traktori työaika	10,2	21,1	39,8	84,0
Virtsan käsittelytyöt h/vuosi	3,5	7,3	14,2	30,1

Nykyemakkotiloilla porsaan tuotantokustannus muodostui seuraavasti:

Taulukko 76. Porsaan tuotantokustannus nykystrategian tilamalleilla.

PORSAANTUOTANTOTILAMALLIT				
Emakkoja, kpl	40	80	160	320
Tilan koko peltoala, ha	15,55	32,73	65,46	130,92
KUSTANNUSERÄ				
1. Tarvikkeet				
a) Siemen	4204	8835	17670	35342
b) Lannoitteet	4149	8297	16842	33685
c) Kalkki	2665	5611	11221	22443
d) Kasvinsuojeluaineet	191	382	765	1529
e) Ostorehut	74145	141900	283798	567596
f) Uudistus	10967	19658	36526	69354
g) Muu kotieläinkustannus	12000	16560	21120	26936
h) Sähkö	11453	18050	24044	32029
i) Poltto- ja voiteluaine	671	1160	2415	4277
j) Vuokratyökorvaukset	17037	33883	43587	87483
Yhteensä	137481	254336	457990	880673
2. Työkustannus				
- viljelijäperheen työ	107551	111879	111879	111879
- MYEL ja MATA	8293	13094	16205	17439
- palkkatyö	0	64204	217126	569543
Yhteensä	115843	189177	345210	698861
3. Yleiskustannukset				
	15102	24172	43665	81729
4. Omaisuudesta aiheutuvat				
- rakennusomaisuuden poisto	35482	57531	99947	184607
- kone- ja kalusto-om. poisto	24185	39865	73388	82073
- salaojitusten poisto	2500	5264	10527	21055
- raken. korjaus ja kunnossapito	8871	14383	24987	46152
- koneiden “	8199	13278	24216	26887
- salaojitusten “	750	1579	3158	6316
- maatilavakuutus	2801	4722	8533	14865
- korkovaatimus 6 %	70388	129723	245056	457094
Yhteensä	153176	266343	489813	839049
Tuotantokustannus yht., mk	421602	734028	1336678	2500311
vähennetään poistoelementtien arvo	87672	175343	350687	701373
Porsaiden tuotantokustannus, mk	333930	558685	985991	1798938
Tuotettu porsaita, kpl	713	1426	2851	5702
Tuotantokustannus, mk/kpl	468,48	391,89	345,82	315,47
suhdelukuna (40 emakkoa=100)	100,0	83,7	73,8	67,3

Ajallisuuskustannus ja maan tiivistyminen

Kuivalannan levityksen kustannuseristä laskettiin ajallisuuskustannus ja maan tiivistymisestä aiheutuva kustannus eri lähtöarvoilla (taulukko 77). Pienemmillä tiloilla maan tiivistymisestä aiheutuvat sadon menetykset olivat suuremmat kuin ajallisuuskustannukset. Vilja-alan kasvaessa ajallisuuskustannus kasvoi nopeasti. Laskelmassa oletettiin, että kaikki lanta levitettiin kylvöjen yhteydessä keväällä. Levityskalustoa lisäämällä tai levittämällä kuivalantaa syksyllä kynnöksen alle saadaan tämä kustannuserä pienemmäksi.

Taulukko 77. Kuivalannan levityksen kylvöajankohtaan liittyvien kustannuserien vaikutus tuotantokustannukseen (mk/tila, mk/porsas, mk/viljahehtaari).

Emakkoja, kpl	40			80			160			320		
Kuivalantaa, m ³ /v	120			240			480			960		
Ohra-ala, ha	8,5			17,0			34,1			68,3		
Kaura-ala, ha	7,0			14,0			28,1			56,1		
Muutos tuotanto-	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/	mk/
kustannukseen	tila/v	por-	ha	tila/v	por-	ha	tila/v	por-	ha	tila/v	por-	ha
		sas			sas			sas			sas	
Ajallisuuskustannus, kun ajallisuusvaikutus												
42 kg/ha/pv	245	0,34	16	1014	0,71	31	3823	1,34	58	16130	2,83	123
60 kg/ha/pv	350	0,49	22	1449	1,02	44	5461	1,92	83	23043	4,04	176
120 kg/ha/pv	699	0,98	45	2898	2,03	89	10923	3,83	167	46087	8,08	352
Maan tiivistymisen vaikutus, jos satotaso												
ohra 3600 kg/ha - 3 %												
kaura 3500 kg/ha - 3 %	691	0,97	44	1382	0,97	42	2765	0,97	42	5530	0,97	42
ohra 3600 kg/ha - 5 %												
kaura 3500 kg/ha - 5 %	1152	1,62	74	2304	1,62	70	4608	1,62	70	9216	1,62	70

4. Lannankäsittelyinvestointien kannattavuus

4.1. Ympäristösuojeluinvestointien arviointi

Tärkeimmät investointipäätökset maatilalla koskevat pitkävaikutteisten omaisuusosien hankintaa. Tällaisia omaisuusosia ovat mm. maa, koneet ja rakennukset. Päätöksentekoa vaikeuttaa investointiin useimmiten liittyvä suuri hankintameno sekä investoinnin kestoaika, joka saattaa olla kymmeniä vuosia. Lisäksi investoinnin aiheuttamat kulut on maksettava suhteellisen pian investoinnin jälkeen, vaikka investoinnista saatava hyöty muodostuu tilalle pitkän ajan kuluessa. Koska investoinnista muodostuvat tuotot ajoittuvat tulevaisuuteen, ja tulevaisuuden ennustamiseen liittyy riskiä ja epävarmuustekijöitä, täytyy eri investointimahdollisuudet ja niiden seuraukset pyrkiä selvittämään mahdollisimman tarkoin edullisimman vaihtoehdon löytämiseksi. Investointivaihtoehtojen edullisuutta voidaan tutkia investointilaskentamenetelmillä, joista jäljempänä on käytetty nykyarvomenetelmää, annuiteettimenetelmää ja takaisin maksuajan menetelmää. Investointien kannattavuuden arvioimiseksi tarvitaan investoinnista seuraavat arviot: investoinnin hankintameno, investoinnista saatavat nettotuotot, investoinnin kestoaika, mahdollinen jäännösarvo sekä käytettävä laskentakorkokanta (Aho 1982).

Ympäristönsuojeluun liittyvien investointien arviointi poikkeaa hieman tavanomaisien investointien tarkastelunäkökulmasta. Ensinnäkin laajasti tarkasteltuna ympäristökustannuksilla tarkoitetaan kaikkia niitä kustannuksia, jotka syntyvät tuotteen tuottamisesta ja käyttämisestä koituvien ympäristövaikutusten perusteella joko yritykselle itselleen tai yhteiskunnalle. Ympäristökustannuksia voidaan luokitella yrityksen näkökulmasta 1) tavanomaisiin kustannuksiin, 2) piilokustannuksiin, 3) vastuukustannuksiin ja 4) imagokustannuksiin. Tavanomaiset kustannukset käsittävät laitteen hankinnasta ja käytöstä aiheutuvat kustannuserät. Valvonta, tuotantoon tarvittavat luvat ja kierrätys, yleensä lainsäädäntö ja normit aiheuttavat piilokustannuksia. Vastuukustannukset voivat realisoitua joskus tulevaisuudessa onnettomuuksien korvauksina tai säädöksien rikkomisesta aiheutuvina sakkomaksuina. Imagokustannukset ovat tavallaan aineettomia kustannuksia, jotka aiheutuvat sidosryhmien käsityksiin ja mielikuviin vaikuttamisesta tai vaikuttamatta jättämisestä. Suppeampi käsite ympäristönsuojelukustannukset ovat niitä kustannuksia, joita aiheutuu yrityksen ympäristövaikutusten vähentämisestä tai poistamisesta esimerkiksi ympäristönsuojelullisista tavoitteista tai normeista johtuen. Nämä kustannukset voivat samalla olla turvallisuuteen, terveyteen, riskien hallintaan tai tuotantoon yleisesti liittyviä kustannuksia (Niskala ja Mätäsäho 1996).

Osa ympäristönsuojeluinvestoinneista voi olla lakisääteisiä, jotka pitää joka tapauksessa toteuttaa tuotantotoimintaa jatkettaessa. Samoin tuotantoehdot voivat vaatia tiettyjä toimenpiteitä, esimerkiksi luomutuotannossa. Maatalouden ympäristönsuojelua koskevien investointien arvioinnissa investoinnin hankintakustannukset

ovat laskettavissa, mutta kaikkia pitkän aikavälin hyötyjä ja kustannussäästöjä ei voida tarkasti tai ollenkaan määritellä ja taloudellisesti arvottaa.

Maatalous on riippuvainen luonnonoloista ja säästä, mikä lisäksi aiheuttaa suunnitteluun epävarmuutta (tuotantoriski). Maatalous on riippuvainen myös yhä enemmän poliittisesta päätöksenteosta, joten poliittisten suuntausten ja muutospaineiden seuraaminen myös ympäristöasioiden osalta on pitkän tähtäyksen suunnittelun kannalta tärkeää (hinta- ja politiikkariskit).

Investointien edullisuutta laskettaessa määritellään ja lasketaan siten ensin ne kustannus- ja tuottoerät, jotka rahamääräisinä ilmaisevat ympäristöinvestoinnin liiketaloudellista kannattavuutta. Ne erät, joita ei kyetä esittämään rahamääräisesti, ilmaistaan määrällisesti tai laadullisesti (Niskala ja Mätäsaho 1996).

Investointilaskelmissa kustannuksia vähentävinä erinä otetaan huomioon mahdolliset yhteiskunnalta saatavat tuet. Maatalouden ympäristöinvestointeihin on mahdollista saada investointiavustusta. Kansallista rakennetukea vuonna 1998 (MMM 1997a) myönnetään ympäristönsuojelun edistämiseen rakennushankkeille ja laitehankinnoille, jotka taloudellisesti ja tarkoituksenmukaisesti edistävät ympäristönsuojelua. Tuettavia uudisrakennus-, laajennus- ja peruskorjaushankkeita ovat lantalat (mm. kuivalantala, lietelantala ja lantalan kattaminen), virtsasäiliöt, kompostorit, puristenestesäiliöt ja -kaivot ja tuorerehuaumojen kiinteät betoni- ja muovipohjat. Tuettavia ympäristönsuojelulaiteshankintoja ovat esimerkiksi lieteturvesekoittimet siirtolaitteineen, lietelannan ilmastus-, multa- ja letkulevityslaitteet sekä lietepussit. Avustus on 25 % investoinnin kustannuksista.

4.2. Lantalan laajennusinvestoinnit

Ympäristötuen ehtojen mukaan lanta on varastoitava hyväksyttävällä tavalla. Lanta ja virtsa on varastoitava varastossa, joka on mitoitettu eläinmäärän mukaisesti 12 kuukauden varastointiaikaa varten, josta voidaan tehdä laidunkauden osuuden vähennys. Kolmen vuoden siirtymäkauden aikana lanta on voitu varastoida tuen ehdoista poiketen myös pellolla lantapatterissa. Ylimääräinen lietelanta ja virtsa on voitu sekoittaa turpeeseen ja varastoida kuivalannan tapaan pellolla. Ensimmäinen ympäristötuen hakuaika oli keväällä 1995. Lantavarastojen kunnostamiselle ja laajennuksiin on voinut hakea jatkoaikaa lisävuoden tai lupaa varastoida edelleen lanta pellolla patterissa (MMMp 1997).

Huhtikuun 1998 alusta voimaan tullut nitraattidirektiivi (Vnp 1998) säätelee myös ympäristötuen ulkopuolella olevien tilojen lannan varastointia. Direktiivi kieltää lannan levittämisen routaantuneeseen tai lumipeitteiseen maahan. Vuoden 2002 alusta lähtien varastointitilat on oltava ohjeiden mukaisia. Lannan patterointi pellolla on mahdollista 1.1.2000 saakka ja tämän jälkeenkin luomutiloilla sekä vesien suojelun kannalta riittävän kaukana vesistöistä.

Esimerkkilaskelmassa tarkasteltiin intensiivisen maidontuotantotilamallin 32 lehmän tilaa, jossa lietelantaa syntyi vuoden aikana yhteensä noin 1100 kuutiota.

Koska tilalla karjaa ei laidunnettu, lantavaraston tuli riittää 12 kuukaudelle. Lantalinvestoinnin kannattavuuden arvioinnissa investointikustannuksena käytettiin MMM:n ohjekustannuksia (280 mk/m³ 100 kuution asti, josta eteenpäin 90 mk/m³) (MMM 1996d), jolloin investointikustannus (1083 kuutiolle) oli 116 470 markkaa ilman vesikatteita. Tilalla koko peltoala (25,29 ha) oli nurmella. Ympäristötuki maksetaan hehtaarikorvauksena, jonka suuruus nurmelle A-alueella vuonna 1997 oli 1727 mk/ha ja B- ja C-alueilla 850 mk/ha.

Jos oletetaan, että tilalla on ennestään lietelantavarasto 6 kuukauden varastointiajalle, täytyy lantavarastoa nyt laajentaa 12 kuukaudelle eli 540 kuutiota. Laajennusinvestoinnin rakennuskustannus on 67 735 markkaa, jolle 25 % investointiavustus on 16 934 markkaa. Lantalinvestoinnin tuottoina on käytetty nurmialalle saatavaa ympäristötukea, yhteensä A-alueella 43 686 markkaa ja B- ja C-alueiden vastaaville tiloille 21 497 markkaa vuodessa. Tuottoihin on laskettu myös säästöt ostolannoitteina. Jos liukoisen typen määrä on 1,84 kg/lietekuutio, niin 1083 lietemäärälle liukoista typpeä on tilalla pellolle levitettävissä 1993 kiloa, jonka arvo Suomensalpietarin mukaan hinnoiteltuna (3,92 mk/N kg) säästäisi ostotyyppikustannuksia 7813 markkaa. Jos liukoisesta tpeestä on käytettävissä 75 % eli laskennallinen tilanne, jossa puolet lannasta levitetään keväällä ja loput syksyllä, tyyppihävikin suuruus on 1953 markkaa verrattuna pelkästään keväällä levitettäessä.

Takaisinmaksuajan menetelmässä investointien edullisuutta tutkitaan selvittämällä missä ajassa investointi maksaa itsensä takaisin eli monessako vuodessa investoinnista saatu tuoton lisäys kattaa investointikustannukset. Takaisinmaksuajan menetelmää käytettäessä on kuitenkin muistettava, että se on luonteeltaan enemmän maksuvalmiusmenetelmä, joka suosittaa lyhytaikaisia investointeja. Takaisinmaksuajanmenetelmän mukaan lantalinvestointi maksaisi itsensä A-alueella 1,1 ja B- ja C-alueilla 2,2 vuodessa, jos investointikustannuksia vähensi 25 % avustus ja lietelantavaraston tuottoerinä olivat vuosittainen ympäristötuki sekä syyslevityksen luopumisesta säästyneet lannoitekustannukset.

Tilanteessa, että vastaava määrä 540 kuutiota lietettä imeytettäisiin turpeeseen, lietesäiliön kustannusta voidaan verrata vuotuisen turvekustannukseen. Jos turvetta kuluu 1,5 kuutiota lietekuutiota kohden ja turvekustannus on 35 markkaa kuutiolta, vuosittainen turvekustannus olisi 28 350 markkaa. Lisälantalan rakennuskustannukset katettaisiin tällä turvekustannuksella noin 2 vuodessa. Tulee myös muistaa, että tilalla tarvitaan lisäksi kuivalannanlevityskalusto turvelannan levitykseen.

Lantalinvestoinnin kannattavuutta tarkasteltiin myös nykyarvomenetelmällä, jossa vähimmäisvaatimus kannattavalle investoinnille on, että nykyhetkeen diskontatut odotetut tulot ylittävät nykyhetkeen diskontatut menot. Jos tilalla laajennetaan lietelantala 540 kuutiota ja investoinnin tuotoksi viidelle ensimmäiselle vuodelle laskettiin tilan ympäristötuki, vaikuttivat A- ja toisaalta B- ja C-alueiden eri suuruiset ympäristötuet investoinnin kannattavuuteen. Ottamalla tuottoina huomioon koko nurmialan ympäristötuki ja 25 % investointiavustus, A-alueella

lantalaaajennusinvestoinnin nykyarvo oli 132 200 markkaa ja B- ja C-alueilla 38 800 markkaa. Laskentakorkokantana oli 6 %.

Rakennusinvestointeja suunniteltaessa on huomioitava niiden pitkäkestoisuus. Edellisen esimerkkitalan kannattaisi em. laskelmien perusteella tuotantoa kauemmin jatkettaessa rakentaa asianmukaiset lantavarastot. Tämä olisi edullisempaa kuin ylimääräisen lietteen turpeeseen imeyttäminen tai ympäristötukiohjelman ulkopuolelle jättäytyminen. Mm. yhteislietelantalahankkeilla rakennuskustannuksia on saatu tilaa kohden karsittua. Yhteishankkeissa tilanpidon päättyessä on mahdollista luopua omasta lietesäiliökiintiöstään ja myydä se toisille viljelijöille.

Laskelmissa oletettiin peltoalalle maksettava ympäristötuki kokonaisuudessaan lantalainvestoinnin tuotoksi eli oletettiin, että muut ympäristötuen ehtojen täyttämiseksi vaadittavat toimenpiteet olivat kunnossa. Ympäristötuki on kuitenkin korvausta viljelijöille myös muiden ympäristötuen ehtojen täyttämisestä eli yleisesti ympäristönsuojelu- ja maisemanhoitotoimenpiteistä aiheutuvista kustannuksista ja tulonmenetyksistä.

4.3. Lannanlevitysmenetelmien vertailu

Koneinvestoinnit ovat tyypillisimpiä korvaus- eli uusintainvestointeja, jolloin entisiä investointikohteita uusitaan. Uutta konetta hankittaessa yrittäjän tulee olla selvillä viimeisten vuosien aikana tapahtuneesta työmenetelmien, koneiden ja laitteiden kehityksestä. Esimerkiksi entisen traktorin teho ei välttämättä riitä käyttämään uusimpia koneita. Jos konetta käytetään vähän ja sen hinta on korkea, on mietittävä eri vaihtoehtoja: 1) korjataanko nykyistä konetta, 2) hankitaanko yhteiskoneita tai käytetäänkö vuokrakoneita tai urakoitsijaa tai 3) voidaanko konehankinnoissa suosia pieniä tai käytettyjä koneita (Ryynänen ja Ylätalo 1994). Koneinvestoinneissa on myös huomioitava, että tekniikan kehittymisen myötä kalusto tulee usein vanhanaikaiseksi ennen loppuun kulumistaan.

Silloin kun investointi vaikuttaa tilan johonkin osa-alueeseen tai tapahtumaketjuun, otetaan investointilaskelmassa huomioon pääasiassa vain ne tuotto- ja kustannuserät, jotka muuttuvat investointivaihtoehdon muuttuessa (Ryynänen ja Ylätalo 1994). Lietelannanlevityskalustoa uusittaessa levitysvaunuratkaisuna voi olla haja- tai letkulevitys tai multaimella maahan sijoitus. Seuraavassa investointilaskelmassa on oletettu, että yrittäjä hankkii jo olemassa olevaan hajalevitykseen käytettävään peruslevitysvaunun letkulevitysvaihtoehdossa letkulevityspuomiston (44 000 markkaa) tai maahan sijoitettaessa multainlaitteiston tarvittavine varusteineen (25 900 markkaa). Investoinnin kestoaikana on 12 vuotta. Nurmelle levitettäessä haja- ja letkulevityksen välillä ei ole oletettu olevan merkittävää eroa työnmenekissä (hajalevityksessä 0,5 min/lietekuutio). Sijoitettaessa työnmenekkinä on käytetty 1,52 min/m³. Laskentakorkokantana on 6 %.

Seuraavassa esimerkissä eri levitysmenetelmien satotaseroja ei oteta vielä huomioon vaan pelkästään investointiavustus hankintakustannusta vähentävänä

tekijänä. Annuiteettimenetelmässä investointikustannus jaetaan investoinnin kestoajalle vuosittain samansuuruisiksi pääomakustannus- (korko+poisto) eriksi. Tällä perusteella hajalevitykseen verrattuna multainlaitteesta aiheutui vuosittaisia lisäkustannuksia 3089 ja letkulevityspuomistosta 5248 markkaa. Kun 25 %:n investointiavustus otettiin huomioon, vuotuiserät olivat multainlaitteelle 2317 ja letkulevityspuomistolle 3936 markkaa. Pelkästä laitteesta aiheutuva hehtaarikustannus (25 hehtaarille) oli esimerkkitalalla multainlaitteelle 92 markkaa ja letkulevityspuomistolle 156 markkaa/hehtaari. Jos vuosittain levitetään 1100 kuutiota lietettä ja otetaan multainlaitteen työnmenekkiero huomioon (levitystyöaika lisääntyy vajaa 19 tuntia), olettaen ihmistyötunnin hinnaksi 40 markkaa ja traktorityötunnille 55 markkaa, multainlaitteesta aiheutuva lisätyökustannuksen nykyarvo 12 vuoden diskonttausajalta oli 7400 markkaa laitekustannuksen lisäksi. Vuotta kohden lasketun työnmenekistä aiheutuva lisäkustannus olisi multaimelle näitä lähtötietoja käyttäen 1748 markkaa eli hehtaaria kohden 69 markkaa. Verrattaessa nyt eri menetelmien hehtaarikustannuksia saatiin multainlaitteelle 161 markkaa ja letkulevityslaitteelle 156 mk/ha enemmän kuin hajalevitykselle. Hankintakustannuksiltaan letkulevitysmenetelmä oli esimerkissä kallein, mutta kun otettiin huomioon myös sijoituslevityksen työnmenekin lisäys erot letkulevityksen ja multainlaitteen välillä pienenevät.

Jokioisilla kesän 1996 kenttäkokeissa savimaalla tuoreen lietalannan haja- ja letkulevitys johtivat varsin samanlaisiin satotuloksiin (Elonen ja Tanni 1997). Sen sijaan lietalannan sijoittaminen vaikutti edullisesti sekä edellisenä kesänä 1995 levitetynä seuraavan kesän 1996 1. säilörehusadon jälkivaikutussatoon että 2. säilörehusadolle levitetynä. Sijoituksen jälkivaikutuskuiva-ainesato oli 200 kg/ha parempi kuin haja- ja letkulevityksessä. Toisessa säilörehusadossa sijoitus 8 cm syvyyteen antoi keskimäärin 150 kg/ha paremman kuiva-ainesadon. Seuraavassa esimerkissä sijoitusmenetelmän eduksi on laskettu näistä saatu 350 kiloa parempi kuiva-ainesato haja- ja letkulevitykseen verrattuna. Satotulokset vaihtelevat kuitenkin säiden mukaan ja tiloittainkin. Ruukin vastaavissa kenttäkokeissa turvemaalla ei kesän 1996 eri lietalannan levitysmenetelmien välillä ollut satotasoissa tilastollisesti merkitsevää eroa (Joki-Tokola 1997). Ruukin ja Jokioisten kolmen koevuoden yhteenvetotuloksia tarkasteltaessa toisen säilörehunurmen kuiva-ainesadoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri lannoitteiden ja levitystekniikoiden välillä (Joki-Tokola ym. 1998).

Esimerkkilaskelmassa sijoituslannoituksen kuiva-ainesatoa hinnoiteltiin ohran kuiva-ainesadon arvon mukaan. Ohran hintana käytettiin 75 penniä/kilo, jolloin 350 kilon paremman kuiva-ainesadon arvo oli siten 305 markkaa hehtaarille. Jos esimerkkitalalla levitettiin koko lietemäärä (1083 kuutiota) sijoittaen koko säilörehualalle (25,29 ha), tuli hehtaaria kohden levitettäväksi noin 40 kuutiota, joka vastaa Vakolan sijoituskokeissa käytettyjä levitysmääriä (Kapuinen 1997b). Vuotuinen lisäsadon arvo koko alalta oli 7713 markkaa. Investoinnista aiheutui vuosittaiset korjaus- ja kunnossapitokustannukset (3 % hankintahinnasta) ja

vakuutuskustannukset (0,2 % hankintahinnasta) sekä työnmenekin lisäys. Vertailtaessa eri levitysmenetelmiä nykyarvomenetelmän perusteella keskenään, kannattavin on se, jonka nykyarvo on suurin. Jos haja- ja letkulevityksellä ei saatu sadonlisäyksiä, multainlaite oli käytetyllä sadonlisäyksellä kannattavin vaihtoehto. Multainlaiteinvestoinnin nykyarvoksi tuli 23 267 markkaa. Tässä esimerkissä ei arvoitettu ammoniakkin haihduntaa ja samalla hajuhaittojen vähenemistä. Haihduntahävikit kenttäkokeissa oli sijoitettaessa murto-osa haja- ja letkulevityksen verrattuna (Mattila 1997b). Multauksen haittapuolia työnmenekin lisäyksen ohella on, että vanteet voivat nostaa multaa ja lietettä voi pursua vaoista nurmen pinnalle. Tästä johtuvia laatuongelmia voi esiintyä edelleen rehun maittavuudessa ja meijeriteollisuudessa. Sade tai sadetus lietteen levityksen yhteydessä tai jälkeen puhdistaa kasvustoa. Myös toisen säilörehun niitto tarpeeksi pitkään sänkeen varmistaa rehun laatua. Kaikille kolmelle levitysmenetelmälle merkittävä etu kasvustoon levityksessä on, että tällöin vältetään kevät- ja syyslevityksen maan tiivistymisvaikutuksilta.

Tilamallitarkastelussa käytetyt vuotuiskestannuserät ovat verrattavissa annuiteettimenetelmään, jossa poisto oletetaan vuosittain yhtä suureksi ja korko lasketaan keskimäärin sijoitetulle pääomalle. Tilamallitarkastelussa eri lannankäsittelyn kustannustekijöiden vaikutuksia (esim. letkulevityspuomiston hankinta) laskettiin tuotantokustannuslaskelmassa vuotta, maitolitraa ja peltohehtaaria kohden, joissa kustannus sisälsi korko-, poisto-, kunnossapito- ja vakuutuskustannukset sekä myös vaikutukset yleiskustannuksien kautta. Eri lannanlevityskustannuksien kattamiseksi voidaan tuottoerä etsiä ensin kohonneista satotasoina. Rahallisesti vaikeammin määritettäviä tuottoja ovat sadon laadun paraneminen, ammoniakkihävikien, hajuhaittojen ja ravinteiden huuhtoutumisen pienenemisen sekä maan tiivistymisen vähenemisen kautta saavutetut hyödyt. Tilamallien yhteydessä esitetyjä kustannustaulukoita voidaan käyttää investointien arvioinnissa apuna. Taulukkoarvot havainnollistavat sen kuinka paljon kyseisellä tilalla hehtaaria kohden sadon lisäys ym. tuotot tulisi olla, että konehankinnasta aiheutuva kustannus peittyisi. Esimerkiksi 44 000 markan letkulevittimen kustannusten kattamiseksi maitotilamallissa 76 säilörehuhehtaarille, tuottojen pitäisi nousta vuodessa vähintään 87 markan verran. Vaihtoehtoisesti säilörehusadon pitäisi nousta noin 420 kiloa (2/3 säilörehupaalia) hehtaarille tai maidolle tulisi saada lisähintaa 0,9 penniä. Ympäristöystävällisestä viljelytekniikasta aiheutuvia lisäkustannuksia voidaan havainnollistaa myös ilmoittamalla tuen määrä, jolla katettaisiin ko. kustannukset.

Taloudellinen toteutettavuus

Kun investointien kannattavuus on tilalla analysoitu ja valittu paras vaihtoehto, on myös investointien taloudellinen toteutettavuus eli vaikutus maksuvalmiuteen selvitettävä. Tarkastelussa lasketaan vuotuiset investoinnista saatavat nettopääomatulot sekä investoinnin aiheuttamat korkokustannukset sekä lyhennysten määrä, joista

on suoriuduttava verojen jälkeen. Hyvä maksuvalmius tarkoittaa, että kassavirtojen ylijäämä on positiivinen joka periodilla, jotta kannattavakin investointi on toteuttamiskelpoinen.

5. Keskeiset tulokset

Karjanlannan käytön kannattavuus -osahankkeen tehtävänä oli selvittää ja arvioida karjanlannan käytön taloudellisia sekä ympäristöön liittyviä tekijöitä. Työn lähestymistapa oli tilatasolle ja kustannuslaskentaan painottuva. Ravinteiden haihtumisesta ja huuhtoutumisesta aiheutuvia yhteiskunnallisia ympäristökustannuksia ei tässä työssä laskettu.

Karjanlannan taloudelliseen käyttöön liittyviä tekijöitä selvitettiin työssä tilamallien avulla. Mallit kuvaavat maatilayrityksiä, jotka ovat erikoistuneet tiettyyn tuotantosuuntaan. Mallit ovat yksinkertaistuksia todellisuudesta, mutta niiden avulla on mahdollista arvioida ja vertailla lannan varastointikysymyksiä, levityskalustokustannuksia, työnmenekkejä ja tilan peltoalalle tulevia ravinnemääriä tuotantosuunnittain ja tilakokoluokittain. Mallien avulla oli myös mahdollista laskea vaikutuksia tuotantokustannukseen, kun jotain tekijää mallissa muutettiin.

Karjanlannan käyttöä tarkasteltiin neljässä eri skenaariovaihtoehdossa. Nyky-skenaariossa selvitettiin maidon-, naudanlihan-, sianlihan- ja porsastuotantotilojen karjanlannan käyttöä. Luomuskenaariossa maitotilamalli muutettiin luomutuotantoehtojen mukaiseksi. Intensiivisellä maito- ja sianlihantuotantotilamalleilla kuvailtiin keskimääräistä suurempia intensiivisesti toimivia kotieläintiloja. Low cost- emoleh-mämällillä tarkasteltiin erityisesti eristämättömien tuotantorakennusten mukanaan tuomia karjanlannan käytön kysymyksiä.

Tutkimusongelmana oli määrittää mitkä tekijät vaikuttavat eri tuotantojärjestelmissä lannankäsittelyn kustannuksiin ja mikä on näiden kustannuserien merkittävyys. Tutkimuksessa tilatason kustannukset jaettiin suoriin ja epäsuoriin kustannuksiin. Lannankäsittelyketjua tarkasteltiin ensin lannan varastointivaiheesta pellolle eli kustannuksia, joita tilalle joka tapauksessa aina lannankäsittelystä aiheutuu. Niin investointikustannuksiltaan kuin myös vuotuis-kustannuksiksi laskettuna suurin kustannuserä muodostui lannan varastointikustannuksista, yksikkökoosta riippuen 45-65 % kaikista suorista vuotuis-kustannuksista. Toiseksi suurimmat kustannukset aiheutuivat lannan levityskalustosta (30-50 %) ja kolmanneksi levitystyöstä. Lietelannan varastointikustannuksissa lantavaraston kattaminen muodosti noin neljäsosan. Kun näitä suoria kustannuksia verrattiin väkilannoitteiden hinnan avulla arvotettuun lannan ravinnearvoon, vasta suuremmissa tilakokoluokissa ravinnearvo kattoi suorat kustannukset.

Epäsuorista kustannuksista maan tiivistymisestä johtuvat sadonmenetykset ja ajallisuuskustannus voivat yksittäinkin tilakohtaisesti aiheuttaa yhtä suuren kustannuserän kuin yksittäinen edellä mainittu suora kustannuserä. Maan tiivistymisriski

on suuri, kun kostealla pellolla ajetaan paljon painavilla kuormilla. Lannan levityksessä maan tiivistymistä tapahtuu erityisesti keväällä, jolloin maa on vielä märkää. Jos maa tiivistyy muokkauskerrosta syvemmältä, se voi haitata pitkään pellon viljelyä ja kasvien kasvua. Tilamallilaskelmissa maan tiivistymisestä sato-tappioina aiheutuvat kustannukset olivat pienemmillä tiloilla usein suuremmat kuin ajallisuuskustannuksesta aiheutuvat. Ajallisuuskustannuksen muodostumisessa oli- vat tilan maalajit tärkeässä asemassa. Savimaan muokkaukseen ja kylvöön on vähemmän aikaa käytettävissä kuin eloperäisten maiden. Vilja-alan kasvaessa ja vaikeita maalajeja viljeltäessä ajallisuuskustannuksen merkitys korostui. Suurem- milla sikatiloilla ilmeni, että mitä suurempi tilakoko ja mitä lyhyemmässä ajassa kevätyöt tuli tehdä eli mitä suurempi ajallisuusvaikutus oli, sitä kannattavampaa oli siirtyä lietalannan levitykseen oraille. Tällöin kylvöjen yhteydessä alkukasvuun tarvittava lannoitus annettaisiin väkilannoitteina.

Levitysajankohta vaikuttaa lannan ravinteiden hyväksikäyttöön. Karjanlanta suositellaan levitettäväksi keväällä. Syyslevityksessä lannan liukoisesta tyydestä ympäristötuen ehdoissa oletetaan seuraavana keväänä olevan jäljellä 50 %, kun taas kevätlevityksessä oletus on 100 %. Jos lantaa levitettiin kevätlevityksen lisäksi myös syksyllä, maidon tuotantokustannus kasvoi maitotilamalleilla tarkasteltuna 0,5-0,8 penniä/maitolitra, kun syyslevityksen pienempi tyyden käytettävissä oleva määrä korvattiin väkilannoitetyypellä. Lantavarastojen tilavuustarpeita ja levitys- ajankohtatekijöitä ei otettu tässä huomioon.

Ravinnehävikkien vähentämiskustannuksia laskettiin erityisesti lietalannanlevitys- vaiheen osalta. Sijoituslevityksessä nurmikasvustoon ei kenttäkokeissa havaittu merkittäviä ammoniakkihävikkejä (Mattila 1997b). Kun multainlaitteesta aiheutuvat vuotuis-kustannukset laskettiin peltohehtaaria kohden ja näihin kustannustietoihin yhdistettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Jokioisten ja Ruukin kenttäkokeiden hajalevityksessä hehtaaria kohden haihtuneet typpimäärät, oli mahdollista arvioida multainlaitteella talteen saadun typpikilon kustannuksia. Jokioisten kesien 1995-1996 ammoniakkin haihtumistulosten perusteella 25-100 hehtaaria kohden tarkas- teltuna multainlaitteella talteen saadun tyyden haihtumishävikin vähentämiskustannus vaihteli 2-6 markkaa ja työnmenekin lisäys huomioiden 4-7 markkaa/typpikilo. Ruukin kesien 1995-1997 kenttäkokeissa hajalevityksessä haihtui ammoniakkia Jokioisten mittauksia enemmän, joten multainlaittekustannus vaihteli tilakokoluokittain 1-3 markkaa ja työnmenekin lisäys mukaan lukien 2-5 markkaa/typpikilo. Ostolannoitteissa typpikilo maksoi vuonna 1997 noin neljä markkaa.

Eri levitysmenetelmiä voidaan arvioida myös lopullisten satotulosten perusteel- la. Lietelannan letkulevitys tuotti keskimäärin suurimman sadon. Kenttäkokeissa vuosien 1995-1997 toisen säilörehun kuiva-ainesadon yhteenvetotuloksia tarkas- teltaessa ei kuitenkaan löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja eri esikäsiteltyjen lietalantojen ja levitystekniikoiden välillä. Vuosien väliset satovaihtelut johtuivat pääasiassa säätekijöistä. Typpisadoissa ja lietalannan tyyden hyväksikäytössä oli sitä vastoin selviä eroja käsittelemättömän lietalannan eri levitysmenetelmien välil-

lä. Hyväksikäyttö oli paras sijoitettaessa ja heikoin hajalevityksessä (Joki-Tokola ym. 1998).

Kuiva- ja lietalantamenetelmiä vertailtiin keskenään nykystrategian ja luomuvaihtoehdon maitotiloilla. 16 lehmän maitotilalla lietalantamenetelmä oli maidon tuotantokustannuksia vertailtaessa 4 % kuivalantaa edullisempi, kun lannankäsittelymenetelmä vaikutti rakennus-, työ-, kone- ja lannoituskustannuksiin. Suurimmat yksittäiset erot olivat työnmenekeissä, erityisesti lannanpoistossa ja kuivittamisessa. Eroa tuli myös oljen korjuutyöstä. Lannan levitysvaiheessa suurin ero oli kuorauksessa. Luomutilalla 16 lehmän tiloilla oli myös vertailtavana parsinavetta, joissa oli vaihtoehtoisesti kuiva- tai lietalantamenetelmä. Maidon tuotantokustannus oli lietalantamenetelmässä 3 % edullisempi. Luomutilalla tavanomaiseen tuotantoon verrattuna lisäkustannuksia aiheutui, kun lanta kompostoitui ja lannankäsittelykustannuksiin luettiin mukaan myös jaloittelutarhan perustamiskustannukset. Suurimmassa 32 lehmän luomutilalla oli vertailtavana lämmin ja kylmäpihatoratkaisut. Kylmäpihaton edullisimpien rakennuskustannuksien etu peittyi suurempiin työ- ja lannoituskustannuksiin ja lietalantamenetelmä oli noin prosentin kuivikelantajärjestelmää edullisempi. Erot olivat niin pienet, että käytännössä menetelmän valinnat ovat hyvin tilakohtaisia, esimerkiksi työvoimakysymykset ja tilan sijainti ovat tärkeitä.

Kun tutkimuksessa eri skenaariovaihtoehtoja verrattiin keskenään, oli mahdollista tarkastella esimerkkinä 32 lehmän lietalantatiloja keskenään. Lannankäsittelyn vuosikustannukset varastointivaiheesta pellolle olivat edullisimmat nykyvaihtoehdossa (417 mk/ny), seuraavaksi intensiivisellä tilalla (636 mk/ny) ja kallein luomutilalla (709 mk/ny). Intensiivisellä tilalla kustannuksia nykytilamalliin verrattuna nosti suurempi varastoitava lantamäärä, kun laidunnusta ei käytetty, ulkojaloittelutarhan päällystämisen ja keräilykaiyo sekä tehokkaampi sekoitus- ja levityskalusto. Luomutilalla lisäkustannuksia toi lietalannan ilmastus (27 % kustannuksista) ja jaloittelutarhan jätevedenkäsittely. Eri sianlihan tuotantovaihtoehdoissa lietemäärä ei sikapaikkaa kohden muuttunut eri vaihtoehdoissa tai tilakoon kasvaessa, mutta levitysvaunujen koko ja tietyssä vaiheessa lukumäärä kasvoivat. Tilakoon kasvaessa sikapaikkakohtainen vuotuisvastuu laski 117 markasta 32 markkaan.

Tuotantokustannuksia on pyrittävä pienentämään rakentamalla eristämättömiä tuotantorakennuksia. Eristämättömissä rakennuksissa ei lietalantajärjestelmä Suomen oloissa toimi, joten lannankäsittely on järjestetty esimerkiksi kuivikepohjaratkaisuna ja poistamalla lanta lantakäytäviltä viikoittain traktorilla. Kylmäpihatorakennuksilla käytettiin runsaasti kuivikkeita eläintilojen kuivittamiseen, jolloin lanta käsiteltiin kuivalantana eikä puolikiinteänä, kuten oletettiin (Alakomi 1997). Kuivikepohjaratkaisua käytettäessä ei kuivikepohjalle tarvita enää erillistä lantavarastoa vaan se yleensä levitetään tuotantorakennuksesta suoraan pellolle. Kuivikepohja voi kuitenkin olla varsin kallis lannan varastointimuoto. Ostokuivikekustannus sekä kuivitus- ja lannankäsittelytyöt voivat muodostaa merkittävän vuosittaisen kustannuserän. Edullisimpien rakennuskustannuksien etu pienenee siten suurempina vuotuisina käyttö- ja ylläpito-kustannuksina.

6. Johtopäätökset

Karjanlannan käytön suurin suora kustannuserä varastointivaiheesta pellolle levitykseen aiheutuu lannan varastoinnista. Tämä on tällä hetkellä huomattava kustannustekijä, koska lantavarastojen kunnostamis- ja laajentamishankkeet ympäristötuen ehtojen noudattamiseksi ovat olleet ajankohtaisia monella maatilalla. Ympäristöhoito-ohjelmien mukaan noin kahdella kolmasosalla karjatiloilta on tarvetta lantalainvestointeihin (Maaseutukeskusten Liitto 1997). Ongelmallisia ovat erityisesti ne pienet nautatilat, joiden tuotannon jatkaminen on epävarmaa sekä ne tilat, joiden lantavarastot ovat melkein riittäviä (MMM 1996b).

Lantalainvestointeihin vaikuttaa huhtikuun 1998 alusta myös nitraattidirektiivi (Vnp 1998), mikä kieltää kaikkien tilojen lannan talvilevityksen. Sen mukaan vuodesta 2002 alkaen kaikilla maatiloilla tulee olla riittävät lannan varastointitilat talvikauden ajaksi. Lannan patterointi pellolla on sallittu vuoden 2000 alkuun asti ja tämän jälkeenkin luomutiloilla sekä vesien suojelun kannalta riittävän kaukana talouskeskuksista.

Myös lietesäiliön rakennusvaatimuksia ollaan tiukennettu. Ohjerakennuskustannuksia, joissa on mukana myös rakentamisen työ kustannukset, on siten tarkistettu vuoden 1996 hinnoista. Esimerkiksi 500 kuution lietesäiliön rakentamiskustannukset ohjekustannuksien mukaan vuonna 1996 oli 64 000 markkaa (MMM 1996d) ja vuonna 1997 rakennustavasta riippuen (maahan upotettu tai maan päällinen säiliö) 66 604-79 093 markkaa (MMM 1997b). Edellä mainituista tekijöistä johtuen ei siten rakennuskustannuksista ole helposti löydettävissä kustannussäästöjä vaan pikemminkin niistä on tiloille aiheutumassa lisäkustannuksia. Olisikin löydettävä nykyistä edullisimpia lannan varastointivaihtoehtoja ja selvitettävä, voidaanko varastoitavia ja levitettäviä lantamääriä vähentää.

Varsinkin pienille tiloille tehokkaamman ja ravinnehävikkejä pienentävän lannanlevitystekniikan hankinta voi olla niin merkittävä investointi, että sen kustannuksia eivät esimerkiksi säästyneet ostolannoitemenot tai kohonneet satotasot riitä kattamaan. Investointikynnystä on hieman helpottanut maatalouden ympäristöinvestointeihin saatava investointiavustus. Kansallista rahoitustukea on saanut ympäristösuojelun edistämiseksi rakennushankkeille ja laitehankinnoille. Avustus on ollut 20-25 % investoinnin kustannuksista. Ympäristöinvestointien toteuttamiseen vaikutetaan myös verotuksellisesti. Rakennusten kohdalla tämä on merkittävää, koska ympäristöinvestointien vuotuinen enimmäispoisto on 25 %, kun se muuten tuotantorakennuksilla on 10 %.

Yhteislantalat ja koneyhteistyö useamman tilan kesken mahdollistaisi myös muuten kalliiden investointien toteuttamisen. Maatilatalouden koneiden ja laitteiden yhteiskäyttöä, esimerkiksi lietelannan levityksessä, on myös tuettu avustuksin ja korkotukilainoin. Kevättöiden yhtäaikaaisuutta voidaan helpottaa, jos yhteistyötilat levittävät lantaa muulloinkin kuin juuri ennen kevätkylvöjä, esimerkiksi suoraan kasvustoon. Tehokkaampaa tekniikkaa tilan on mahdollista saada käyttöönsä

myös koneurakointia käyttämällä. Lannan ja sen käsittelylaitteiden liikkuminen tilalta toiselle merkitsee toisaalta hygienisiä riskejä. Yhteistyöllä tai urakoinnilla saavutettavat säästöt ovat kuitenkin niin merkittäviä, erityisesti pienemmissä tuotantoyksiköissä, että yhteistyö kannattaa. Yhteistyöhön osallistuvien tilojen täytyy seurata maatilán hygieniää tavallista tarkemmin esimerkiksi säännöllisillä analyysillä.

Tilamallilaskelmissa maan tiivistymisestä satotappioina aiheutuvat kustannukset olivat pienemmillä tiloilla usein suuremmat kuin ajallisuuskustannuksesta aiheutuvat. Vilja-alan kasvaessa ja vaikeita maalajeja viljeltäessä ajallisuuskustannuksen merkitys korostui. Epäsuorien kustannuserien merkittävyys vaikuttaa rehuviljan hinta, joka on laskenut EU-jäsenyyden aikana (mm. Laine 1996). Maan tiivistymisellä voi olla kuitenkin pellón viljeltävyyteen pitkäaikaisia vaikutuksia. Jankon ja pohjamaan tiivistymän häviäminen voi kestää vuosikymmeniäkin. Maan tiivistymisellä on myös ympäristövaikutuksia. Tiivistyminen voi lisätä ravinhävikkejä heikentämällä kasvien ravinteiden ottoa sekä lisäämällä veden pintavirtausta ja samalla fosforin kulkeutumista maa-aineksen mukana vesistöihin (Alakukku 1997). Sen vuoksi maan tiivistymiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota käytännön viljelytyössä. Tiivistymisongelma on otettava huomioon myös maatalouden ympäristönormien laadinnassa, erityisesti lannan kevätlevitystä koskevissa suosituksissa.

Suurilla tiloilla keväinen lannanlevitys vaatii merkittävän työmäärän muiden kevättöiden lisäksi. Levitysvaunukokoa ei voi loputtomiin kasvattaa, vaan josain vaiheessa tarvitaan levitystyöhön lisäkalustoa ja -työvoimaa. Kevätkiireitä helpottaa, jos osa lietelannasta voidaan levittää nurmensängelle tai viljanoraille. Kasvustoon levityksessä maan tiivistymisvaikutukset ja ajallisuuskustannukset pienenevät. Toisaalta pintalevityksessä on riskinä ravinhävikit haihtumisen ja runsaiden sateiden myötä. Kapeaa työleveyttä käytettäessä aiheutuu myös talautumistappioita. Kasvustoon levityksessä hankitaan usein myös hajalevitystä kehittyneempää tekniikkaa esimerkiksi levitysvaunuun liitettävä letkulevitys- tai sijoituslaitteisto. Uudemmasta ja tehokkaammasta lannanlevitystekniikasta aiheutuvien kustannusten peittämiseksi voidaan löytää tuottoerä mahdollisesti kohonneiden satotasojen lisäksi säästyneistä ajallisuuskustannuksista ja maan tiivistymisvaikutuksista.

Lannan typen ja fosforin huuhtoutuminen vesistöihin on todennäköistä, kun lantaa levitetään peltoalaa kohden suuria määriä tai lantaa levitetään epäedullisena ajankohtana. Lannankäsittelyssä voi tulla ongelmia siten peltoalan riittävyden kanssa. Lannan ravinteista fosfori asettaa rajat levitettävälle lantamäärille ympäristötuen ehtojen mukaisesti. Peltoalan riittävyteen vaikuttavat eläintiheyden ja levitettävän lantamäärän lisäksi lannoitus suunnitelma, pellón fosforin viljavuusluokka ja lannan fosforipitoisuus. Jos lannanlevitykseen ei ole käytettävissä tarpeeksi peltoalaa, on liian pieni peltoala lannankäsittelyyn liittyvä kustannus. Lyhyellä aikavälillä tila voi ratkaista liiallisen lantamäärä/peltoala -ongelman vuokraamalla lisäpeltoa tai sopimalla lannan luovuttamisesta toiselle tilalle esimer-

kiksi lannan käytön tehostaminen -ympäristötuen erityistuen puitteissa (MMM 1996a). Jos ympäristöohjeistukset nykyisestä vielä tiukkenevat, saattaa myös Suomessa lisäpellon hinta nousta tämän takia. Jos syyslevitys kielletään, tarvitaan esimerkiksi kuivalantatilalla mullosalaa lisää, jolle lanta voitaisiin keväällä levittää. Tällä olisi edelleen vaikutusta viljelykasvivalintoihin. Nykyistä laajempi kevätlevitys lisäisi edelleen kevätkiireitä ja maan tiivistymisriskiä. Syyslevityskielto edellyttäisi myös suurempia lantavarastotilavuuksia, kun lannan varastointiaika pitenisi. Osa lannankäsittelyn kustannuksista on täten luonteeltaan ns. hallinnollisia kustannuksia eli lainsäädännöstä tai ympäristöohjeistuksesta johtuvia.

Luonnonmukaista maidontuotantoa harjoittavalle tilalle lannankäsittelystä aiheutuu lisäkustannuksia tavanomaiseen tuotantoon verrattuna lannan kompostoinnista ja ulkoilutarhojen pohjaratkaisujen toteuttamisesta. Luomutilalla pihatto- ja karsinakasvatus ovat ensisijaisesti hyväksytyt navettatyypit. Tulevaisuuden luomumaitotilalla karjanlannankäsittely on lämpimässä pihatossa todennäköisesti järjestetty lietelantamenetelmällä ja kylmissä pihatoissa lanta poistetaan lantakäytäviltä (puoli)kiinteänä, johon lisätään kuivikkeita lannan kompostoimiseksi kuivalantana. Kompostoinnin kustannusvaikutusten ja typpihävikkien takia on kompostoinnin välttämättömyydestä viime aikoina keskusteltu. Luomutilojen lannan kompostointivaatimus on voimassa EU-maista vain Suomessa. Luomutiloilla lannankäsittelyyn nitraattidirektiivi ei näytä tuovan muutoksia, koska se sallii lannan patterivarastoinnin ympäristönäkökohdat huomioon ottaen myös vuoden 2000 jälkeen. Olisi mietittävä voisivatko luomutilat järjestää lantahuoltonsa vaihtoehtoisesti joko tavanomaisille tiloille luodun säännösten mukaisesti tai nykyiseen tapaan aumakompostointina oman valintansa mukaan. Tämä mahdollistaisi luomuviljelyn entistä useammilla tiloilla.

Tuotantokustannuksia on pyritty pienentämään rakentamalla eristämättömiä tuotantorakennuksia. Edullisimpien rakennuskustannuksien edut voivat pienentyä kuitenkin suurempina vuotuisina käyttökustannuksina työ- ja kuivikekustannuksen kautta. Työkustannuksen merkittävyyteen vaikuttaa työstä talvikaudelle ajoittuvan osuuden (kuivitus- ja lannanpoistotyö, lannanajotyö välivarastoihin) vaihtoehtois-kustannus. Tilamalleja käytettäessä on muistettava, että mallit laskevat eri tekijöitä varsin mekaanisesti. Esimerkiksi työnkäytön ajoittumiskysymystä ja työn vaihtoehtois-kustannusta ei malleissa pystytty ottamaan huomioon muutoin kuin laske-malla lannanlevityksessä viljanviljelylle aiheutuvia ajallisuuskustannuksia. Työn-käytön ajoittumisvaikutuksien selvittämiseksi olisi luotava menetelmä, jolla tämä tekijä voidaan ottaa huomioon. Mikäli eri lannankäsittelymenetelmillä voidaan kevään työhuippuja tasoittaa ja työvaiheita jakaa muille ajanjaksoille, saattaa se tuoda tilakohtaisesti merkittäviä kannattavuuseroja eri menetelmien välille.

Ympäristöystävällinen lannankäsittely aiheuttaa tilalle kustannuksia, joita eivät riittä kattamaan esimerkiksi kohonneina satotasoina saatavat hyödyt. Ravinnehävikkien vähentämisen hyödyt näkyvät kuitenkin pidemmällä aikavälillä mm. parantuneena veden ja ilman laatuna. Vesi ja ilma ovat luonteeltaan julkishyö-

dykkeitä, joita kuvaa mm. jakamattomuus ja omistusoikeuden erilaisuus yksityisomistukseen verrattuna. Sen vuoksi ympäristöinvestointien pitkän aikavälin yhteiskunnallisten hyötyjen ja kustannusten arvottaminen ei ole niin yksiselitteistä kuin ympäristön tilaa parantavien investointien tilakohtaisten hankinta- ja vuotuis-kustannuksien laskenta. Salmonella- ja EHEC-tapausten myötä on korostunut hyvän tuotantohygienian tärkeys ja vaikutukset koko ruoantuotantoketjussa. Ruokaturvallisuuskysymykset näyttävät saavan yhä enemmän painoarvoa nyky-yhteiskunnassa, ja siten lannankäsittelymenetelmiäkin olisi tulevaisuudessa arvioitava myös tästä näkökulmasta.

Kirjallisuus

- Aho, T. 1982. Investointilaskelmat. Ekonomia-sarja. 317 s.
- Alakomi, T. 1997. Havainnot kylmäpihattojen lannankäsittelystä. Vakolan rakennusratkaisuja 5/1997. Vihti. 6 s.
- Alakruuvi, A. 1996. Maatalouden työnormit: lypsykarjan hoitotyöt. Työteho-seuran maataloustiedote 10 (476). Helsinki. 12 s.
- Alakukku, L. 1989. Raskaan akselikuormituksen aiheuttama maan tiivistyminen. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 13. Jokioinen. s. 1-41.
- Alakukku, L. & Elonen, P. 1989. Raskaan akselikuormituksen jälkivaikutus pelto-kasvien satoon. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 13. Jokioinen. s. 42-83.
- Alakukku, L. & Elonen, P. 1994. Syksyn kuljetusajon aiheuttama savimaan tiivistyminen. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 17. Jokioinen. 30 s.
- Alakukku, L. 1997. Long-term soil compaction due to high axle load traffic. Agricultural Research Centre of Finland Institute of Crop and Soil Science. Väitöskirja. Jokioinen. 120 p.
- Ala-Mantila, O. 1992. Karjanlantatutkimuksen tutkimusohjelma: tilamallien rakentaminen ja tietotarpeet. Työpaperi 15.3.1995.
- Ala-Mantila, O. 1995. Tuotantokustannusten seurannan perusteet. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 180. Helsinki. 89 s.
- Arvidsson, J. 1990. Lantbrukspraktikan. LT:s förlag. Stockholm.
- Brundin, S. & Rodhe, L. 1990. Ekonomisk analys av hantering av stallgödsel. Jordbrukstekniska institutet. Teknik för lantbruket nr 25. Uppsala. 11 s.
- Elonen, P. 1980. Soil compaction – a severe problem in Finnish agriculture. Swedish University of Agricultural Sciences. Reports the Division of Soil Management 60: 41-45.
- Elonen, P. & Tanni, R. 1996. Lietelannan levitys kasvavaan nurmeen. Karjanlanta-tutkimuksen tutkimusohjelma. Väiliraportti vuodelta 1995, s. 1-13.
- Elonen, P. & Tanni, R. 1997. Lietelannan levitys kasvavaan nurmeen. Karjanlanta-tutkimuksen tutkimusohjelma. Väiliraportti vuodelta 1996, s. 1-13.

- Esala, M. & Hautala, J. 1981. Muokkaus, kylvösiemenen laatu ja kylvötekniikka kevätiljoilla. Maatalouden tutkimuskeskus Etelä-Pohjanmaan koeaseman tiedote n:o 4. Ylistaro. 12 s.
- Ettala, E. & Kossila, V. 1979. Mineral content in heavily nitrogen fertilized grass and its silage. *Ann. Agric. Fenn.* 18: 252-262.
- Grönroos, J. 1993. Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Vähentämismenetelmien arviointitutkimus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A nro 163. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 136 s.
- Hakkola, H. 1994. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 3. Jokioinen. 20 s.
- Hakkola, H. 1997. Vesistökuormitukset siirryttäessä luonnonmukaiseen viljelyyn. Tutkimushanketiivistelmä Tuike MTT:n tutkimusrekisterissä. Saatavilla <http://www.mtt.fi/triphome/wwwtuike/tuikehaku.html>. Viitattu 24.11.1997.
- Heikkilä, T. 1997. Lannoituksen vaikutus nurmirehun laatuun. Tutkimushanketiivistelmä Tuike MTT:n tutkimusrekisterissä. Saatavilla: <http://www.mtt.fi/triphome/wwwtuike/tuikehaku.html>. Viitattu 5.2.1997.
- Heinäälä, T. 1996. KOMLA-kompostilantalat. *Järvi-Suomen Maaseutu* 3/1996, s. 12.
- Helander, E. 1995. Efficiency of microbial phytases on phosphorus utilization in growing-finishing pigs. Väitöskirja. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 11.
- Helander, E. 1997. Rehun sisältämät tehoaineet - näkyvätkö lannassa? Teoksessa: Vuorinen, A. (toim.). 1997. Lantaseminaari 19.-20.9.1996. Tiivistelmät. Joensuun yliopisto. Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan raporttisarja 37. Joensuu. 99 s.
- Helander, J. 1996. Kokoviljasäilörehun edut ja riskit. Teoksessa: Säilörehua kokoviljasta. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 902. Helsinki. s 14-20.
- Joki-Tokola, E. 1997. Naudanlietelannan prosessoinnin ja prosessoimattoman lietelannan levitystekniikan vaikutus säilörehunurmen satoon ja säilörehun laatuun. Karjanlantatutkimuksen tutkimusohjelman väliraportti vuodelta 1996. s. 31-38.
- Joki-Tokola, E., Mattila, P., Elonen, P., & Tanni, R. 1998. Naudan lietelannan prosessoinnin ja levitystekniikan vaikutus säilörehunurmen satoon, rehun laatuun ja ammoniakkin haihtumiseen. Käsikirjoitus.
- Kangas, A. 1996. Turve-lietelanta ja lietelanta lähes väkilannoitteen veroisia. Koetoiminta ja käytäntö 24.9.1996.
- Kapuinen, P. & Karhunen, J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus. Vakolan tutkimusselostus 59. Vihti. 108 s.
- Kapuinen, P. 1992. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja rakennukset. Vakolan tutkimusselostus 63. Vihti. 123 s.

- Kapuinen, P. 1996a. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. Vakolan tutkimusselostus 74. Vihti. 119 s.
- Kapuinen, P. 1996b. Lannan levitys kasvustoon. Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvavaan viljanoraaseen. Vakolan tutkimusselostus 73. Vihti. 62 s.
- Kapuinen, P. 1997a. Lannanlevittäjä ahtaalla, avuksi levitys suoraan kasvustoon. Pellervo 3b.
- Kapuinen, P. 1997b. Onko lanta tuote vai jäte? Julkaisussa: Salo, R. (toim.). Maa kasvun antaa. Maatalouden tutkimus- ja tuotantopäivät. Esitelmät. Jokioinen 5.-7.8.1997. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja Sarja A, nro 27. Jokioinen. 115 s.
- Kasvintuotannon tarkastuskeskus. 1997. Luonnonmukaisen maataloustuotannon valvonta 1997. Tarkastajan käsikirja. Loimaa. 52 s. + liitteet.
- Kemira. 1996. Nurmiviljely ja lannoitus ympäristöehtojen mukaan. 35 s.
- Kempainen, E. 1985. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. SITRAn Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypen hyväksikäytön projekti. Julkaisu 9. 24 s.
- Kempainen, E. 1989. Nutrient Content and Fertilizer Value of Livestock Manure with Special Reference to Cow Manure. Ann. Agric. Fenn. Vol 28: 163-284.
- Kempainen, E. 1992. Karjanlanta ja muut eloperäiset lannoitteet. Kirjassa: Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki. s. 255-294.
- Klemola, E. 1992. Lihanautojen hoidon työmenetelmät ja -menekit. Työtehoseuran maataloustiedote 11 (418). Helsinki. 10 s.
- Klemola, E. 1993. Lannan kompostoinnin työnmenekki. Teho 2.
- Kivinen, H. & Alasimi, T. 1997. 120 lypsykarjatilaa luomutuotannossa, 525 siirtymässä. Maaseudun Tulevaisuus 2.9.1997.
- Kivisaari, S. & Larpes, G. 1983. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. Maatalouden tutkimuskeskus tiedote 13. Jokioinen. 54 s.
- Koikkalainen, K., Huhta, H., Virkajärvi, P. & Heikkilä, R. 1990. Pitkäaikaisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 9/90. Jokioinen. 59 s. + 9 liitettä.
- Källander, I. 1993. Luonnonmukainen maanviljely. Helsinki. 536 s.
- Laaksonen, K. 1997. Urakointihinnat ja konetyön kustannukset. Työtehoseuran maataloustiedote 7/1997 (485). Helsinki. 4 s.
- Laine, A. 1996. Konekapasiteetin mitoitus ja konekustannukset viljan ja nurmi-rehun tuotannossa. Työtehoseuran julkaisuja 349. Helsinki. 80 s.
- Laukkanen, K. 1997. Karjatilojen jätevesien käsittelyn kehittäminen. Työpaperi. Pohjois-Savon ympäristökeskus, Kuopio.
- Leinonen, P & Roinila, P. 1995. Komposti sateelta piiloon. Koneviesti 16.6.1995.
- Leinonen, P. & Heinonen-Tanski, H. 1996. Lietelannan jalostusta ilmastamalla. Nauta 26, 1. 31-32.
- Leppänen, S. 1996. Maatalouden ympäristötukeen liittyvä kokeiluhanke, "liete". PMI-Kehitys Oy. Pihtipudas. 23 s.

- Luonnonmukaisen viljelyn liitto ry. 1997a. Luomutilojen ympäristönhoitosuositukset. Mikkeli. 34 s.
- Luonnonmukaisen viljelyn liitto ry. 1997b. Luonnonmukaisen kotieläintuotannon ja mehiläistarhauksen tuotantoehdot 1997. Mikkeli. 24 s.
- Maaseutukeskusten Liitto. 1994. Naudanlihantuotannon taloudellisuus. Naudanlihantuotannon edistämishanke. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 873. Helsinki. 78 s.
- Maaseutukeskusten Liitto. 1997. Maatilojen ympäristöhoito-ohjelmat 1995-1996. Helsinki. 15 s.
- Maatilarekisteri 1996. SVT. Maa- ja metsätalous 1997:6. Maa- ja metsätalousministeriö/TIKE. Helsinki. 99 s.
- Maatilatilastollinen vuosikirja 1997. SVT. Maa- ja metsätalous 1997:5. Maa- ja metsätalousministeriö/TIKE. Helsinki. 268 s.
- Majuri, V. 1990. Maataloustöiden työnormit. Porsastuotannon työnmenekki. Työteho-seuran maataloustiedote 12/1990 (388). Helsinki. 8 s.
- Mattila, P. 1997a. Ammoniakin haihdunta nurmeen levitetystä lietelannasta. Karjanlantatutkimuksen tutkimusohjelman väliraportti vuodelta 1996. s. 14-26.
- Mattila, P. 1997b. Ammoniakkimittaukset Jokioisissa ja Ruukissa kesällä 1995, 1996 ja 1997. Työpaperi.
- MMM 1996a. Lannan käytön tehostaminen. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Helsinki. 4 s.
- MMM 1996b. Maatalouden ympäristöohjelma 1995-1999. Seurantatyöryhmän väliraportti 2.9.1996. Työryhmämuistio 18. Helsinki. 61 s.
- MMM 1996c. Maatalouden ympäristötuen perustuki maataloille. Helsinki. 32 s.
- MMM 1996d. Rakennuskustannukset 1996. MRO E2, voimassa 1.3.1996 lukien. Helsinki. 12 s.
- MMM 1996e. Rakentamisohjeet MRO C4. Kotieläinrakennusten ympäristönhoito. Helsinki. 8 s.
- MMM 1997a. Kansallisen rakennetuen ohjaus vuonna 1998. Yleiskirje 30.12.1997.
- MMM 1997b. Rakennuskustannukset MRO E2. Voimassa 5.3.1997 lukien. Helsinki. 14 s.
- MMM 1997c. Sonneista ja kuohituista sonneista maksettavien palkkioiden hakeminen. Yleiskirje 6.5.1997. Helsinki. 10 s.
- MMMp 1997. Maatalouden ympäristötuen perustuesta annetun maa- ja metsätalousministeriön päätöksen muuttamisesta 8.12.1997, (liitteenä lannan varastointia koskevat määräykset).
- Mustonen, E. 1998. Lanta-analyysien tuloksissa järkyttäviä eroja. Käytännön Maamies 5.3.1998, s. 4-8.
- Niemi, J., Linjakumpu, H. & Lankoski, J. 1995. Maatalouden alueellinen rakennkehitys vuoteen 2005. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 204. Helsinki. 184 s.

- Niskala, M. & Mätäsaho, R. Ympäristölaskentatoimi. *Ekonomia-sarja*. Porvoo. 381 s.
- Nykänen, A. 1995. Typen ja fosforin huuhtoutuminen luonnonmukaisessa viljelyssä. Kirjallisuuskatsaus. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 14. Jokioinen. 24 s.
- Peltonen, M. & Vanhala, A. 1992. Maatalouden työnormit. Kasvintuotannon yleiset työt. Työtehoseuran maataloustiedote 14 (421). Helsinki. 8 s.
- Pipatti, R. 1990. Ammoniakkipäästöt ja -laskeuma Suomessa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 711. Espoo. 44 s.
- Rahkonen, A. & Esala, M. 1988. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvöaika. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 17. Jokioinen. 72 s.
- Rammer, C. & Spörndly, R. 1994. Stallgödsel på slättervall. Sveriges lantbruksuniversitet. *Husdjur Fakta* nr 7. Uppsala. 4 s.
- Roinila, P. 1995. Kattamisen vaikutus ravinnetappioihin karjanlannan aumakompostoinnissa. Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen pro gradu -työ. Helsinki. 57 s.
- Ryynänen, V. & Ylätaalo, M. 1994. Maatilan investoinnit, rahoitus ja maksuvalmius. Helsingin yliopiston taloustieteen laitos. *Maatalousekonomian opetusmoniste* 6. 122 s.
- Schepel, I. 1994. Luonnonmukaisen viljelyn tekniikka. Helsingin yliopisto. *Maa-seudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja* 31. Mikkeli. 104 s.
- Sipilä, I. 1997. Kuivalannan ja puolikiinteän lannan käyttötekniikka. Karjanlanta-tutkimuksen tutkimusohjelman väliraportti vuodelta 1996, s. 64-74.
- Steineck, S., Djurberg, L. & Ericsson, J. 1991. Stallgödsel. SLU. *Speciella skrifter* 43:1-91.
- Viljavuuspalvelu Oy 1996. Viljavuuspalvelun yhteenveto lanta-analyysien kokoomaan tuloksista vuodelta 1995. Työpaperi. Mikkeli.
- Viljavuuspalvelu Oy 1997. Viljavuuspalvelun yhteenveto lanta-analyysien kokoomaan tuloksista vuodelta 1996. Työpaperi. Mikkeli.
- Vnp 1998. Valtioneuvoston päätös maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Annettu 19.3.1998.
- Vuorinen, M. 1989. Turvemaan kaliumlannoitus. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 3. Jokioinen. 17 s.
- Ympäristöministeriö 1997. Ohje kotieläintalouden ympäristönsuojelusta. Moniste 1.10.1997. Helsinki. 24 s.
- Ympäristöministeriö 1998. Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005. Moniste. Helsinki. 24 s.
- Zimmerman, R. 1973. Ertragsverluste durch schlechte Streuqualität fester N-düngermittel und Möglichkeiten zur Vermeidung von Streufehlen. *Feldwirtschaft* nr 10.

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

- No 213 Forsman, S. Maaseudun pienyritysten hintastrategiat: esimerkkinä liha-alan pienyritykset. 94 s. Helsinki 1996.
- No 214 Laurinen, H. Elintarvikkeiden hintamarginaalit vuosina 1985-1996. 66 s. Helsinki 1996.
- No 215 Kupiainen, T. Pienten elintarvikealan yritysten markkinointistrategiat. 114 s. Helsinki 1996.
- No 216 Ajankohtaista maatalouden ympäristöekonomiaa. 67 s. Helsinki 1997.
Siikamäki, J. Suomen maatalouden ympäristötukijärjestelmän sisältö ja toiminta. s. 7-36.
Korkman, R. Kvävegödslingens inverkan på energianvändningen vid ensilageproduktion. s. 37-67.
- No 217 Siikamäki, J. Torjunta-aineiden käytön vähentämisen arvo? Contingent valuation -tutkimus kuluttajien maksuhalukkuudesta. 89 s. Helsinki 1997.
- No 218 Vihtonen, T. Eettiset tekijät ja arvostukset tuotantoeläinten kasvatuksessa ja kotieläintuotteiden kysynnässä. 62 s. Helsinki 1997.
- No 219 Lempiö, P. Farm investments under uncertainty. 57 s. Helsinki 1997.
- No 220 Kirjanpito-tilojen tuloksia, tilivuosi 1995. 112 s. Helsinki 1997.
- No 221 Forsman, S. Hintastrategiat ja hintakilpailukyky elintarvikealan maaseutuyrityksissä. 91 s. Helsinki 1997.
- No 222 Maatalouden tuotantokustannukset Suomessa. 120 s. Helsinki 1998.
Ala-Mantila, O. Maataloustuotteiden tuotantokustannukset viljelmämalleilla. s. 6-93.
Riepponen, L. Maidon, viljan ja sianlihan tuotantokustannukset kirjanpito-tiloilla. s. 94-120.
- No 223 Niemi, J. Agricultural trade relations between ASEAN and the EU. 82 p. Helsinki 1998.
- No 224 Lehtonen, H. Suomen maatalouden alueellinen sektorimalli. Versio 1.0. Helsinki 1998. s. 155.
- No 225 Lankoski, J. Linkages between agricultural trade and the environment. 79 p. Helsinki 1998.
Lankoski, J. Agricultural trade liberalisation and environmental externalities. 7-31 p.
Lankoski, J. & Lehtonen, H. Agricultural policy reforms and environmental quality in Finland: a sector model application. 32-52 p.
Alanen, L. & Lankoski, J. Impacts of environmental protection on agricultural trade and competitiveness. 53-73 p.



MAATALOUDEN
TALOUDELLINEN
TUTKIMUSLAITOS